

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БУХАРИН Н. И., ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б.,
ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф.,
ИПАТЬЕВ В. Н., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М.,
КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В.,
МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М.,
ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ШПРИНК Б. Э.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ШЕСТНАДЦАТЫЙ
ПАТОКА—ПОДВИЖНЫЕ МОСТЫ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

МОСКВА ✧ ОГИЗ РСФСР ✧ 1932

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»



XVI том едан в производство 30 марта 1931 г.;
подписан к печати 5 марта 1932 г.

В XVI томе ТЭ помещены 832 иллюстрации в тексте, четыре вкладки к статьям: «Патронирование»—1, «Почтовые машины»—1, «Плуги»—2.

Адрес Редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес Издательства: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография УПП ОГИЗ, Москва, Трехпрудный пер., 9.
Уполномоченный Главлита Б. 2470. Гиз 4. Э-00 г. Заказ 423.
30 п. л. В 1 п. л. 92 160 вв. Формат 72×108/16. Тираж 36 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный редактор—проф. Л. К. Мартенс.

Зам. Гл. Редактора—проф. М. Б. Вольфсон. | Председатель Правления—Н. Н. Накоряков.
Пом. Гл. Редактора—инж. Б. Э. Шпринк. | Ученый Секретарь—Н. П. Ракицкий.

НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ

Ельцина Н. М.; инж. Знаменский А. А.; Колянковский Д. П.; Мельников И. И.;
инж. Мушенко И. Н.; инж. Павлушков Л. С.; Ракицкий Н. П.; инж. Фразиновский И. А.;
инж. Шпринк В. Э.; инж. Эрвальд К. А.;
Зав. библиографией: инж. Таубман С. И.; Технический Редактор: Никаноров В. М.

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

Зам. Предправления: Большемеников А. П.; Зав. Производств.-Издательским Сектором:
Крейндель А. Д.; Зав. Производственным Отделом: Каменков-Павлов А. Г.; Зав. Пла-
ново-Учетным Отделом: Маркус В. А.; Технический Редактор по иллюстрациям:
Тавастшерн В. Я.; Зав. Технической Редакцией при типографии: Куликов И. И.;
Технические Редакторы при типографии: Кондзеровский Г. В.; Малкин А. Д.; Сажмаров Н. Г.;
Зав. Корректорской: Кулешов Н. З.

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

<p>I. Метрические меры.</p> <p>км километры (1 000 м). м метры. дм дециметры (0,1 м). см сантиметры (0,01 м). мм миллиметры (0,001 м). μ микроны (0,001 мм). μм миллимикроны (0,001 μ). μм микромикроны (0,00001 μ). км² квадратные километры. га гектары (квадратные гекто- метры). а ары (квадр. декаметры). м² квадратные метры. дм² нубические метры. см² » дециметры. мм² » сантиметры. м метрич. тонны (1 000 кг). ц центнеры (100 кг). кг килограммы (1 000 г). г граммы. дг дециграммы (0,1 г). сг сантиграммы (0,01 г). мг миллиграммы (0,001 г). μг микрограммы (0,001 мг). к караты (200 мг). кл килолитры (1 000 л). дл гектолитры (100 л). дл деналитры (10 л). л литры. дл децилитры (0,1 л). сл савталитры (0,01 л). мл миллилитры (0,001 л). тм тоннометры. кгм килограммометры. т/м² тонны на кв. метр. кг/см² килограммы на кв. сантим. м/сек метры в секунду. п. м погонные метры. рег. т регистровые тонны.</p>		<p>cos косинус. ctg котангенс. csc косеканс. arc sin арксинус. arc tg арктангенс. sh гиперболический синус. ch гиперболич. косинус. th » тангенс. φ диаметр. e основание натуральных логарифмов. lg логарифм десятичный. ln » натуральный. lim предел. Const постоянная величина. Σ сумма. ∫ интеграл. ~ приблизительно. ∞ бесконечность. d полный дифференциал. δ частный</p>		<p>t° температура отвердевания. t° крит. критическая. atm атмосфера техническая. Atm » барометрич. I сила тока. Q электр. заряд, количество электричества. E электродвижущая сила. V,U напряжение, потенциал. A работа. W энергия. N мощность. T период колебания. f, ν частота. ω угловая скорость, угловая частота. ω боновая частота. λ длина волны. φ сдвиг фазы. L самоиндукция. C емкость. R сопротивление активное (ваттвое). ε диэлектрич. постоянная. μ магнит. проницаемость. ε удельное сопротивление. σ удельная проводимость. α декремент вихужания. Φ магнитный поток. HBr твердость по Бринеллю. A_{c1}, A_{c2}, A_{c3} } критич. точки A_{r1}, A_{r2}, A_{r3} } железн. сплавов. g ускорение силы тяжести. l длина. m масса. D₁² уд. вес при t₁ по отноше- нию к воде при t₂. [α]; [α]_D угол вращения плоскости поляризации. C_D; [N] концентрация водород- ных ионов. pH; P_H водородный показатель. 1/1N нормальный раствор. n^{t°} коэф. преломления.</p>	
<p>II. Математич. обозначения</p> <p>градус. минута, фут. секунда, дюйм. терция, линия. больше (< меньше). не больше (< не меньше). приблизительно равно. больше или равно. меньше или равно. значительно больше. значительно меньше. угол измеренный дугой. параллельно. перпендикулярно. от-до. sin синус. tg тангенс. sec секанс.</p>		<p>III. Международные символы.</p> <p>а) Единицы.</p> <p>A ампер. Ah ампер-час. W ватт. Wh ватт-час. кWh киловатт. кWh киловатт-час. V вольт. mV милливольт. VA вольт-ампер. kVA киловольт-ампер. mA миллиампер. Ω ом. MΩ мегом. μΩ микроом. C кулон. VC вольт-кулон. H генри. J джоуль. F фарада. μF микрофарада. A ангстрем. D дина. Cal калория большая. cal » малая. H лошадиная сила. lm люмен. lx люкс. m мюрг.</p> <p>б) Величины.</p> <p>t° температура обыкновен. T° абсолютная. t° кип. кипения. t° п.л. плавления. t° заст. застывания.</p>		<p>IV. Основные сокращения.</p> <p>фт.—футы. дм.—дюймы. кц.—килоцакл. ц.—цикл. св.—свеча. об/м.—обороты в минуту. п.-св.—пудоверсты. п.-фт.—пудофуты. фт/сек.—футы в секунду. чв.-д.—человекодни. чв.-ч.—человекочасы. долл., \$—доллары. мар.—марки. фн. ст., £—фунты стерлингов.</p>	

фр.—франки.
 шилл.—шиллинги.
 млн.—миллионы.
 млрд.—миллиарды.
 ч.—часы.
 м., мин.—минуты.
 сек.—секунды.
 °Вэ.—градусы Бомера.
 °Э.—градусы Энглера.
 Градусы темпер. шкал:
 °К.—Кельвина.
 °С, °Ц.—Цельсия (100°-ной).
 °Р.—Реомюра.
 °Ф.—Фаренгейта.
 t°—температура по 100°-ной шкале (С).
 t° Р.—температура по Реомюру.
 t° Ф.—температура по Фаренгейту.
 абс. ед.—абсолютная единица.
 ат. в.—атомный вес.
 Aufl.—Auflage.
 В.—Band, Bände.
 V.—volume, volumes.
 вкл.—включительно.
 гг.—годы, города.
 д.—деревня, долгота.
 д. б.—должно быть.
 ж. д., ж.-д.—железная дорога, железнодорожный.
 з.—европ.—западноевропейский.
 з-д—завод.
 изд.—издание.
 ин-т—институт.
 Jg.—Jahrgang.
 инд.—коэффициент полезного действия.
 к-рый—который.
 к-та—кислота.
 Lfg.—Lieferung.
 м.—мета (хим.).
 м. б.—может быть.
 м. г.—минувшего года.
 меш (mesh)—число отверстий в сетях на лнн. дюйм.
 мн-к—многоугольник.
 мол. в.—молекулярный вес.
 нек-рый—некоторый.
 о-орто (хим.).
 об-во—общество.
 о-в—остров.
 п.—пара (хим.).
 р.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
 пром-сть—промышленность.
 проф.—профессор.
 SK—загоревшие конуса.
 С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
 с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
 стр.—страницы.
 т.—том, томы.
 t.—tome, tomes.
 Т.—Teil, Teile.
 тв.—твердость.
 т-во—товарищество.
 темп-ра—температура.
 т. н.—так называемый.
 тр-к—треугольник.
 уд.—удельный.
 уд. в.—удельный вес.
 ур-не—уравнение.
 У. П.—Урочное положение.
 u. ff.—und folgende.
 Ф-ия—Фунция.
 Ф-на—Фабрика.
 Ф-ла—Формула.
 Н.—Heft, Hefte.
 хим. сост.—химический состав.
 ц. т.—центр тяжести.
 Ztg.—Zeitung.
 Ztrbl.—Zentralblatt.
 Ztschr.—Zeitschrift.
 ш.—широта.
 эдс—электродвижущая сила.
 эфф.—эффективный.
 Ан. П.—английский патент.
 Ам. П.—американский »
 Г. П.—германский »
 Р. П.—русский »
 Сов. П.—советский »
 Ф. П.—французский »
 В.—Berlin.
 Brschw.—Braunschweig.
 L.—London.
 Lpz.—Leipzig.
 Mch.—München.
 N. Y.—New York.
 P.—Paris.
 Stg.—Stuttgart.
 W.—Wien.
 Wsh.—Washington.
 JL.—Ленинград.
 М.—Москва.
 П.—Петроград.
 СПб—Петербург.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

- «АзНХ» — Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.
 «ВВФ» — Вестник воздушного флота, Москва.
 «ВИ» — Вестник инженеров, Москва.
 «ВС» — Вестник стандартизации, Москва.
 «ВТ» — Вопросы труда, Москва.
 «ГЖ» — Горный журнал, Москва.
 «ГТ» — Гигиена труда, Москва.
 «Ж» — Журнал Русского физико-химического общества, Ленинград.
 «ЖРМО» — Журнал Русского металлургического общества, Ленинград.
 «ЖХП» — Журнал химической промышленности, Москва.
 «ИТИ» — Известия Теплотехнического института им. Ф. Дзержинского, Москва.
 «МС» — Минеральное сырье, Москва.
 «МХ» — Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.
 «НИ» — Недружные ископаемые, Ленинград.
 «НХ» — Нефтяное хозяйство, Москва.
 ОСТ — Общесоюзные стандарты, Москва.
 «ПТ» — Промышленность и техника, СПб.
 «ПХ» — Плановое хозяйство, Москва.
 «СГ» — Социальная гигиена, Москва.
 «СП» — Строительная пром-сть, Москва.
 «СТ» — Санитарная техника, Москва.
 «СХ» — Социалистическое хозяйство, Москва.
 «ТТБП» — Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
 «Труды ГЭИ» — Труды Гос. экспериментального электротехнического института, Москва.
 «Труды НАМИ» — Труды Научного автомобильного института, Москва.
 «Труды НИУ» — Труды Научного института по удобрениям, Москва.
 «Труды ЦАГИ» — Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.
 «УФН» — Успехи физических наук, Москва.
 «ААЗ» — Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
 «A. Ch.» — Annales de Chimie et de Physique, Paris.
 AEG — Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
 AGFA — Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.
 «Am. Soc.» — Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.
 «Ann. d. Phys.» — Annalen der Physik, Leipzig.
 «Ann. Min.» — Annales des Mines, Paris.
 «B» — Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
 BAMAG — Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
 BASF — Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
 BEAMA — The British Electrical and Allied Manufacturers Association, London.
 «B. u. E.» — Beton und Eisen, Berlin.
 Bayer — Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co., Köln a/R.
 «Ch.-Ztg.» — Chemiker-Zeitung, Cöthen.
 «Ch. Ztrbl.» — Chemisches Zentralblatt, Berlin.
 DIN — Deutsche Industrie-Normen.
 «ECHZ» — Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
 «EMA» — Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
 «EuM» — Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
 «ETZ» — Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
 «GC» — Génie Civil, Paris.
 «I. Eng. Chem.» — Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
 I. G. Farben — Interessengemeinschaft Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
 «JAIEE» — Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
 «J. Ch. I.» — Journal of the Society of Chemical Industry, London.
 «Mitt. Forsch.» — Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
 NDI — Normenausschuss der deutschen Industrie.
 «PeKa» — Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
 «RGE» — Revue Générale de l'Electricité, Paris.
 «Soc.» — Journal of the Chemical Society, London.
 «St. u. E.» — Stahl und Eisen, Düsseldorf.
 Ullm. Enz. — Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien — Berlin, 1. Auflage, 1915—23, 2. Auflage erscheint ab 1928.
 «WeTeZ» — Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
 «Z. ang. Ch.» — Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
 «Z. d. VDI» — Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
 «ZFM» — Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.

ПАТОКА, продукт неполного гидролиза крахмала (гл. обр. картофельного и маисового). Патока потребляется почти исключительно кондитерской промышленностью, где из нее готовится целый ряд изделий как из одной П., так и в смеси П. с сахаром. П. обладает весьма ценным для кондитерской промышленности паток о о б р а з о в а т е л ь н ы м свойством, т. е. способностью повышать растворимость сахарозы или, иными словами, задерживать ее кристаллизацию.

Кондитерской практикой доказано, что наибольшей патокообразовательной способностью обладают патоки, содержащие от 35 до 45% редуцирующих веществ (считая на сухое вещество). Под р е д у ц и р у ю щ и м и в е щ е с т в а м и подразумеваются все углеводы патоки, к-рые способны восстанавливать фелингов раствор; эти редуцирующие вещества обычно перечисляются на декстрозу, глюкозу, виноградный сахар— $C_6H_{12}O_6$. Высший сорт П., предназначенный для кондитерской промышленности, называется к а р а м е л ь н о й П. Кроме карамельной П. в торговле имеются еще 2 сорта П.: с т о л о в а я (или вареная) и б е з ы м я н к а. Первая является продуктом более глубокого гидролиза крахмала, т. е. П. с большим содержанием редуцирующих веществ (более 45%); такая П. обладает меньшей патокообразовательной способностью и в силу своей сладости применяется для изготовления кондитерских изделий без добавки сахара, гл. обр. для производства дешевых изделий, как пряников, варенья, повидла и пр. К сорту безымянка обычно относится брак, т. е. П., по своим свойствам и составу не удовлетворяющие первым двум сортам.

В период до 1917 г. паточная промышленность во всех странах кроме США была развита сравнительно слабо; так, в наилучший по производительности патоки 1913 г. производство П. в главнейших странах выражалось следующими цифрами (в т): в США 400 000, Германии 65 463 и в России 60 610. Душевое потребление патоки за этот год составляло (в кг): в США 4,8, Германии 1,1 и в России 0,4. За последнее десятилетие (1920—30 гг.) почти во всех странах, особенно в США, наблюдается заметный рост паточной промышленности. В СССР развитие паточной промышленности намечается

по следующему плану. Существующие в настоящее время паточные заводы СССР имеют годовую производительность примерно 50 000 т. Намечаемые к постройке 2 комбината—Беслановский и Армавирский—дадут еще около 225 000 т патоки. Современное производство П. можно представить следующими тремя схемами: схема 1 (принятая на большинстве паточных заводов СССР)—производство П. из картофельного крахмала;

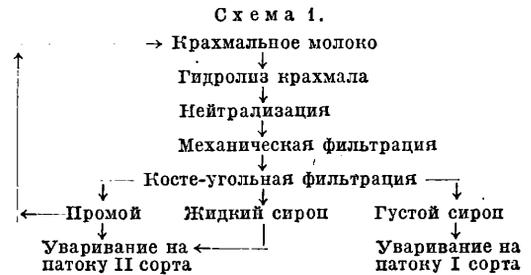


схема 2 (улучшенная), применяемая при производстве П. из маисового (кукурузного) крахмала при гидролизе на соляной к-те;

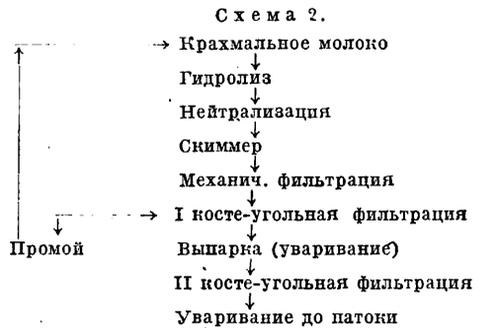
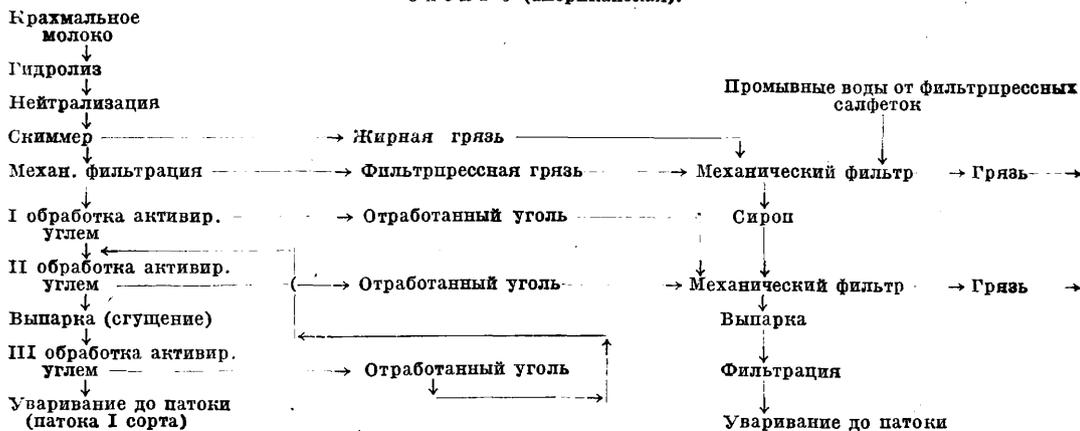


схема 3 (ст. 11—12), применяемая на америк. паточных заводах.

На паточный завод крахмал поступает с крахмального з-да в виде сырого крахмала, содержащего 48—52% (в среднем 50%) абсолютно сухого крахмала. Этот крахмал идет в переработку или непосредственно или после предварительной размывки. Цель размывки заключается не только в очищении крахмала от механич. примесей

Схема 3 (американская).



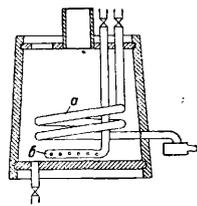
(песок, мезга и пр.), но гл. обр. в отделении растворимых веществ (органич. и минерального происхождения), т. к. они имеют существенное влияние на качество П. Даже хорошо выработанный крахмал при хранении несколько изменяется: под влиянием биохимич. процессов получают продукты, вредные для паточного производства: органич. к-ты, продукты распада белков и пр.; размывка и имеет целью удаление этих продуктов. Процесс размывки заключается в многократном разбалтывании крахмала с водой и последующем отделении воды путем отстаивания крахмала; крахмальное молоко при этом процеживается через сито; этими операциями достигается удаление из крахмала не только химич. примесей, но и растворимых в воде веществ. Полученный очищенный крахмал разводится в молоке плотностью в 22—22,5° Вё.

Полученное при разводке (или размывке) молоко с помощью насоса перекачивается в мерники, которыми отмеряются нужные для гидролиза порции молока; мерники служат также и для определения количества крахмала, поступившего в производство, так как, зная плотность крахмального молока, емкость мерников и количество их за определенный промежуток времени, можно вычислить количество крахмала, переработанного за это же время. Ниже приводится содержание абсолютно сухого крахмала в кг в 100 л крахмального молока, соответствующее данной плотности, выраженной в °Вё.

°Вё	кг	°Вё	кг	°Вё	кг
20,0	40,92	21,0	43,36	22,0	45,78
20,1	41,17	21,1	43,60	22,1	46,04
20,2	41,42	21,2	43,84	22,2	46,29
20,3	41,68	21,3	44,08	22,3	46,52
20,4	41,92	21,4	44,32	22,4	46,77
20,5	42,16	21,5	44,56	22,5	47,10
20,6	42,40	21,6	44,80	22,6	—
20,7	42,64	21,7	45,04	22,7	—
20,8	42,88	21,8	45,28	22,8	—
20,9	43,12	21,9	45,52	22,9	—

Обычно для производства П. крахмальное молоко готовится плотностью 21,5—22,5° Вё. Чем жидче молоко, тем легче идет гидролиз, но, с другой стороны, жидкие сиропы требуют большого расхода топлива на сгущение. Гидролиз распадается на четыре

стадии: 1) заливка воды и нужного количества кислоты для покрытия барботера и доведения этой смеси до энергичного кипения; 2) заливка нужной порции крахмального молока; 3) проварка; 4) осахаривание. В настоящее время имеется три способа проведения этого процесса, а именно: 1) весь процесс проводится в деревянных чанах под атмосферным давлением (в заварных чанах); 2) весь процесс проводится в закрытых медных сосудах—конверторах под давлением выше атмосферного; 3) первые три операции проводятся в заварных чанах, а последняя операция—осахаривание—в конверторе. Заварной чан (фиг. 1) представляет собою



Фиг. 1.

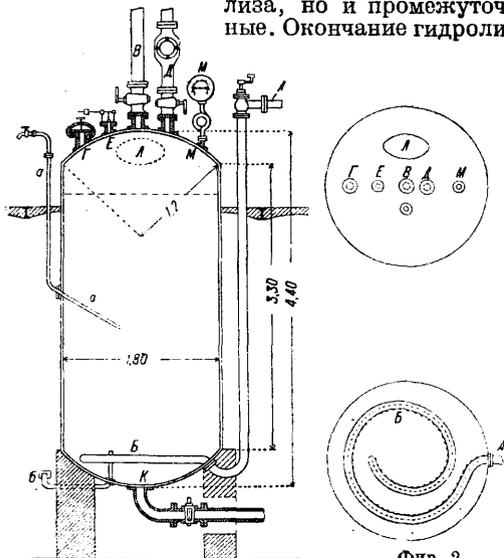
деревянный закрытый чан, имеющий вытяжную трубу, змеевик *a* и барботер *б* (дырчатую трубу). Отношение внутренней высоты к средн. внутреннему диаметру обыкновенно равно 1:1. На фиг. 2 изображен медный конвертор общей емкостью 10,2 м³ и полезной емкостью 9,0 м³ для осахаривания 7 000—7 500 кг крахмала с 50% влаги. Пар поступает в конвертор по трубе *A*, спирально изогнутой, с отверстиями в 1,5—2 мм (барботер *B*). Через трубу *B* подается крахмальное молоко с частью к-ты. Добавка к-ты производится через кран *Г*. Избыток пара удаляется через трубу *Д*; *Е*—предохранительный клапан, *М*—манометр, *Л*—лаз. Через трубку *a* отбираются пробы сиропа. Труба *К* служит для спуска осахаренного сиропа из конвертора. Для того чтобы всегда заливать одинаковое количество воды для покрытия барботера, служит контрольная трубка *б*. Процесс гидролиза крахмала до сих пор еще недостаточно изучен; он заключается в том, что крахмал под влиянием кислот присоединяет воду и переходит в декстрозу. В действительности этот процесс не идет так гладко, и наряду с декстрозой образуются мальтоза, декстрины и продукты реверсии. По Лингнеру гидролиз крахмала в присутствии к-т представляется схемой:

Крахмал → Растворимый крахмал → Амилдекстрин → Эритродекстрин I → Эритродекстрин II → Эритродекстрин IIβ → Ахродекстрин I → Ахродекстрин II → Изомальтоза → Мальтоза → Декстроза.

В П. как продукте неполного гидролиза должна находиться большая часть этих продуктов.

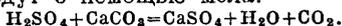
По современным воззрениям крахмал представляется веществом, состоящим из 2 компонентов: амилозы и амилопектина. По Принсгейму основной группой в амилозе является диамилоза, эмпирической формулы $(C_6H_{10}O_5)_2$, а в амилопектине — триамилоза $(C_6H_{10}O_5)_3$. Эти молекулы путем полимеризации и ассоциации образуют амилозу и амилопектин, а следовательно и крахмал. Гидролиз есть процесс деполимеризации сложной частицы крахмала и по Принсгейму м. б. разделен на 3 стадии. Первая стадия — частичная деполимеризация сложной молекулы крахмала, переход крахмала в растворимое состояние. Вторая стадия — более глубокая деполимеризация и химическое изменение крахмала; при этом диамилоза переходит в изодиамилозу, а триамилоза — в изотриамилозу. Третья стадия характеризуется распадом изодиамилозы на глюкозу и изотриамилозы на мальтозу и глюкозу. При дальнейшем гидролизе мальтоза переходит в глюкозу.

При производстве П. процесс гидролиза не доводится до конца, поэтому в П. имеются не только конечные продукты гидролиза, но и промежуточные. Окончание гидроли-

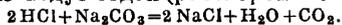


Фиг. 2.

за определяется при помощи реакции на иод. Крахмал с иодом дает синее окрашивание, а с декстринами — от вишнево-красного до красного окрашивания; с декстрозой и мальтозой иод не изменяет своей окраски, поэтому по степени изменения окраски судят о глубине гидролиза. После гидролиза сироп поступает на нейтрализацию, при к-рой (вследствие удаления свободной к-ты) процесс гидролиза прекращается. При производстве П. на серной к-те нейтрализацию ведут с помощью мела:



При производстве П. на соляной к-те нейтрализацию ведут содой (раствором в 6—8° Вё):

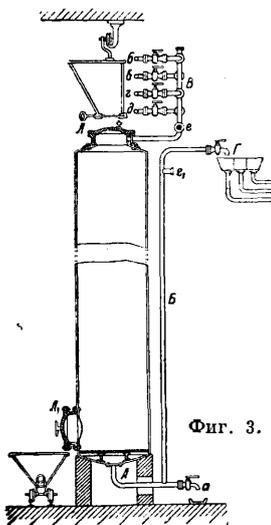


При производстве П. на серной к-те и нейтрализации мелом последний обычно задается в избытке (в 1,5—2 раза более теоретического количества); поэтому нейтрализация не требует особого наблюдения; при производстве П. на соляной кислоте количество употребляемой при нейтрализации соды должно строго соответствовать количеству, необходимому для нейтрализации к-ты; избыток соды вреден, так как сода может ре-

агировать и с кислыми солями фосфорной кислоты, находящимися в сиропе. Нейтрализованный сироп подвергается механической фильтрации через фильтрпресс; для облегчения фильтрации при нейтрализации добавляются индифферентные вещества: инфузорная земля, костеугольный порошок. При работе на маисовом крахмале после нейтрализации производится отделение жира, который не удаляется при механ. фильтрации. Для отделения жира нейтрализованный сироп пропускается через т. наз. с к и м м е р, представляющий собою железный ящик с перегородками; жир всплывает и переливается в жолоб, откуда его удаляют, а освобожденный от жира сироп пропускается через фильтрпресс. Очищенный механически сироп подвергается обработке костяным или активированным углем. Эта операция имеет целью улучшить качество П.: активированный и костяной уголь поглощают (адсорбируют) вещества, ухудшающие качество П. (красящие вещества, азотистые вещества, гипс и пр.). Работа с активированным углем производится след. обр.: нужную порцию активированного угля размешивают с сиропом и затем сироп профильтровывают через фильтрпресс. В случае же работы с костяным углем сироп последовательно пропускают через несколько фильтров (чаще через два). Профильтрованный чистый сироп плотностью около 20° Вё собирается в сборнике, откуда поступает на уваривание до 30—31° Вё. Уваривание производится в многокорпусных (чаще 2- или 3-корпусных) аппаратах (см. *Выпаривание*, фиг. 7), чем достигается экономия в паре. Уваренный сироп подвергается вторичной обработке активированным или костяным углем и после этого — окончательному сгущению до П., т. е. до плотности в 42 или 44° Вё. Окончательное сгущение производится в вакуум-аппаратах. Высокая темп-ра оказывает влияние на внешние качества П. (она темнеет); поэтому сгущение стараются проводить возможно быстрее и после сгущения готовую П. быстро охлаждают и разливают в бочки. Охлаждение производится в специальных аппаратах — холодильниках. Наиболее распространенный холодильник — железная коробка цилиндрич. формы с конич. дном. Холодильник снабжен мешалкой и трубчатый медный змеевиком, по к-рому пропускается холодная вода. При производстве П. из картофельного крахмала на серной к-те гидролиз ведут в заварных деревянных чанах под атмосферным давлением, при этом происходит не только осахаривание крахмала, но и сгущение сиропа до 28—30° Вё. В этом случае процесс выпаривания исключается, сироп после угольной фильтрации поступает в вакуум-аппараты, где сироп и сгущается до П. В этом случае угольная фильтрация производится один раз.

Полученный после гидролиза и механич. фильтрации сироп имеет желтую окраску и содержит в себе продукты распада белков и углеводов, а также примеси минеральных веществ. Все эти вещества следует удалить, т. к. они влияют на качество патоки; удаление производится почти исключительно обработкой активированным или костяным уг-

лем. Все паточные заводы СССР и большинство европейских работают на костяном угле (см. *Животный уголь*). В костяном угле кроме активного углерода в адсорбции принимают участие и другие вещества, напр. фосфаты. Способность адсорбировать различные вещества у костяного угля не одинакова; так, хлориды почти не поглощаются костяным углем, наоборот, фосфаты, сульфаты и карбонаты хорошо поглощаются. Для органич. вещества адсорбция возрастает с возрастанием мол. в. Костяной уголь загружается в специальные фильтры (фиг. 3)—железные высокие цилиндры высотой ок. 5 м и диам. ок. 0,8 м. В СССР приняты фильтры двух размеров: на 2 500 кг и 2 000 кг костяного угля. Вверху цилиндр снабжен лазом *Л*, через к-рый производится загрузка фильтра костяным углем. Выгрузка производится через лаз *Л*₁. Профильтрованный сироп через трубу *А*, *Б* попадает в жолоб *Г*, разделенный на три части соответственно для отбора



Фиг. 3.

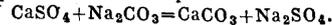
бора густого и жидкого сиропов и для промоек; последние промой спускаются через трубу *А* и кран *а* в канализацию. Вверху имеется распределительная колонка *В*, посредством которой в фильтр можно подать: пар—краном *б*, воду—*в*, жидкий сироп—*г* и густой сироп—*д*. Ответвления *е* и *е*₁ служат для соединения фильтров в батареи. В Америке в настоящее время употребляются широкие чугунные фильтры высотой 5—6 м и диаметром до 3 м. Число фильтров определяется размерами завода; обычно количество костяного угля, находящегося под сиропом, составляет от 53 до 130% по весу вырабатываемой патоки. Работа костеугольной станции на заводах СССР производится примерно так: все фильтры разбиты на батареи по три фильтра. Батареи работают параллельно. В каждой батарее обычно работает только два фильтра (сироп идет последовательно), третий фильтр находится либо в разгрузке либо в загрузке. Для пояснения работы станции разберем работу батареи. Из трех фильтров батареи пусть фильтр № 3 выключается на регенерацию, фильтр № 2 работает, фильтр № 1, загруженный свежим костяным углем, включается в работу. Сначала в фильтр № 1 пускают воду или пар, а затем уже сироп с фильтра № 2: таким образом сироп проходит через два фильтра—№ 2 и № 1. Через некоторое время адсорбционная способность костяного угля начинает уже ослабевать; тогда включается новый фильтр № 3, загруженный свежим углем; фильтр же № 2 выключают на регенерацию. Сироп пускают на фильтр № 1, с которо-

го он поступает на фильтр № 3, и т. д. На фильтр, предназначенный к регенерации, пускают воду. Вода сначала вытесняет сироп, затем промывает уголь. Промой собираются отдельно и идут на приготовление крахмального молока или

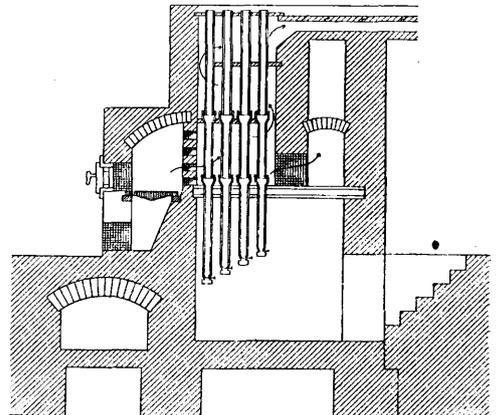


Фиг. 4.

перерабатываются на патоку второго сорта. Промытый костяной уголь выгружают в деревянные чаны и подвергают регенерации, фильтр же снова загружают свежим регенерированным углем. Регенерация имеет целью восстановить поглощательную способность угля, удалив из него все поглощенные вещества. Сначала уголь кипятят с водой, а затем со слабым раствором соды (Na2CO3) для перевода нерастворимого гинса в серноокислый натрий:



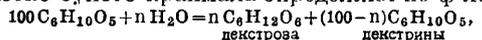
После этого костяной уголь кипятят с водой, с соляной к-той и водой и тщательно промывают водой в специальных мойках (на фиг. 4 показана мойка К л ю з е м а а). Мойка представляет собою железный четырехугольный ящик примерно в 3,5 м длины и 0,9 м ширины. Через воронку *А* подается костяной уголь, который при помощи вращающихся лопаток *а* перемешивается с водой и подается последовательно через все отделения мойки. Через трубу *Б* навстречу ходу угля поступает вода. Промытый костяной уголь или пропаривают или прямо высушивают на плите печи и затем прокаливают в ретортных печах при t° в 350—500°



Фиг. 5.

(фиг. 5). Прокатанный уголь охлаждают в закрытых железных коробках и затем загружают в фильтр.

Выход патоки. Теоретич. выход абсолютно сухого вещества P , из 100 кг абсолютно сухого крахмала определяют по ф-ле:



декстроза

декстрины

где n —содержание редуцирующих веществ в % в пересчете на декстрозу в сухом веществе П. Выход сухих веществ П. из 100 кг абсолютно сухого крахмала, t , вычисляется из следующей ф-лы:

$$t = \frac{18 \cdot n + 162,1 \cdot 100}{162,1}$$

В частном случае, для П., содержащей 40% редуцирующих веществ ($n = 40\%$), имеем: теоретич. выход

$$t = \frac{18 \cdot 40 + 162,1 \cdot 100}{162,1} = 104,44 \text{ кг.}$$

Американские з-ды, работающие на соляной кислоте, дают максимальный выход в 103 кг. На герм. з-дах, работающих на серной кислоте, выход доходит до 98 кг. З-ды СССР дают выход до 97,5 кг. Большая часть потерь падает: 1) на потери с фильтрпрессной грязью; 2) с костяным углем, поступающим в регенерацию, и 3) с промойками фильтров. Поэтому проведение гидролиза на соляной к-те уменьшает потери, т. к. при этом количество фильтрпрессной грязи ничтожно. Значительно уменьшаются потери при замене костеугольной фильтрации—фильтрацией через активированный уголь.

Лит.: Щербанов И. М., о потерях в паточном производстве, «Пищевая промышленность», М., 1925, 4—5; Техника и организация крахмально-паточной промышленности, 1931; ОСТ, 209, 240; Прейс Е., Производство крахмального сахара, пер. с нем., Л., 1927; P t e u s E., Die Fabrikation d. Stärkezuckers, Лpz., 1925; W i c h e l h a u s H., Der Stärkezucker, Лpz., 1913.

И. Щербанов.

ПАТРОНИРОВАНИЕ, процесс изготовления патрона, состоящий в переводе предполагаемого к воспроизведению на ткани узора на числительную (канвовую) бумагу и нанесение на него соответствующих переплетений. Безграничное разнообразие всякого рода тканей, раппорт переплетений к-рых требует для своего выполнения более 30 ремизок, вырабатывается не иначе как только с помощью машины Жаккарда. Поэтому ткани этого характера и их переплетения носят общее наименование ф а с о н н ы х или ж а к к а р д о в ы х. Всякое укрупнение рисунка переплетения фасонной ткани вызывает этим увеличение его раппорта. Отсюда вытекает, что все виды фасонных тканей можно подразделить на ткани с некрупноузорчатым рисунком (у з о р о м) переплетения и ткани крупноузорчатые. Во всякой крупноузорчатой ткани следует различать две ее части: у з о р и ф о н. При производстве крупноузорчатой ткани приходится руководствоваться гл. образ. характером (в ы р а ж е н и е м) узора, предназначенным к выполнению на ткани. Относительно характера узора существуют два условия: 1) получается ли образование узора через различные комбинации переплетений основы с утком и ткань вырабатывается из материала (основы и утка) одного цвета, или 2) образование узора происходит через различные комбинации переплетений, но в применении разноцветных основы и утка. В первом случае необходимо иметь в виду свойство узора и пространство гладкого фона между рельефными частями отдельных мест узора; во втором—учитывать разноцветность основы и утка.

Для выработки крупноузорчатой фасонной ткани на ткацком станке с машинной

Жаккарда, необходима предварительная подготовка, заключающаяся в изготовлении патрона (фиг. 1 и 2). Патрон служит основанием для пробивки карт узорного картона и следовательно соответствующего подъема основных нитей для образования данного узора. Патрон дает ясное представление о переплетных перекрытиях каждой основной и уточной нити раппорта узора фасонной ткани. Кроме того патрон служит еще точной и увеличенной технической копией или рисунком воспроизводимой ткани. Таким образом П. подлежат только те узоры или модели, к-рые предназначаются для крупноузорчатых тканей. Умелое и точное



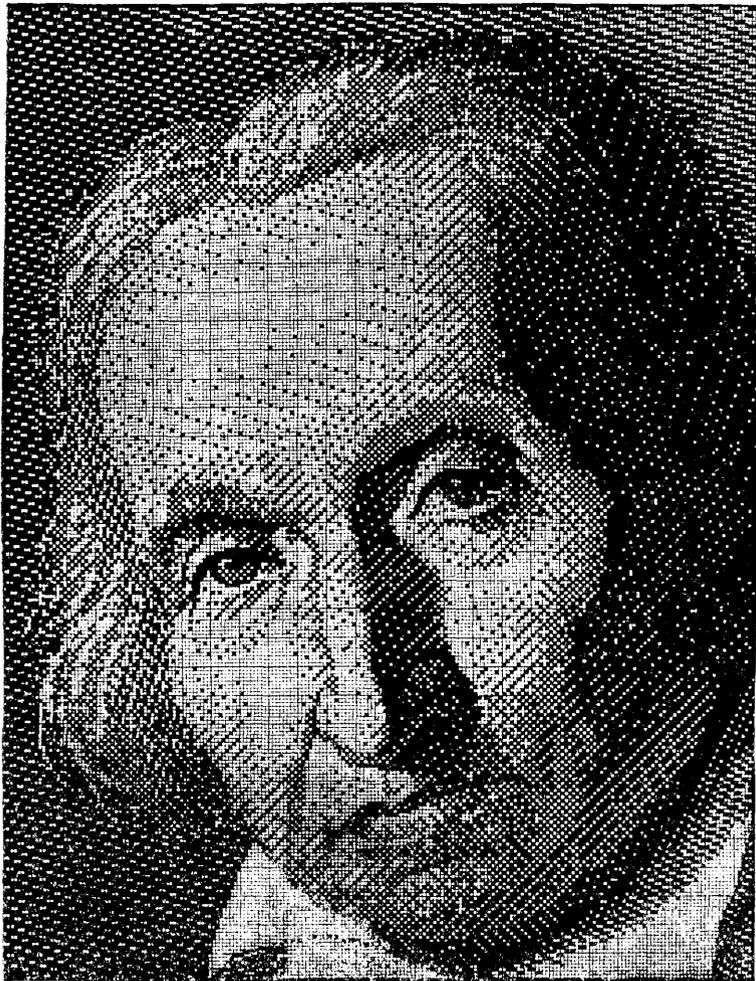
Фиг. 1.

изготовление патрона имеет большое значение для получения доброкачественной фасонной ткани не только в отношении ее внешнего, художественного вида, но также строения ткани, ее прочности и качества вообще. Поэтому при П. необходимо учитывать следующие особенности: 1) какую плотность по основе и утку должна иметь предполагаемая к выработке ткань, ее ширина, какое бердо и по сколько нитей основы следует пробирать в зуб берда; 2) какие переплетения необходимы, принимая во внимание плотность ткани, род, качество и цвет материала основы и утка; 3) какие переплетения следует применить для получения большей художественности и рельефности ткани, узора и фона; 4) какой характер узора подходит для данного сорта ткани, какое расположение узора должно быть по ширине и длине куска ткани, учитывая при всем этом назначение ткани, район потребления и т. п.; 5) на какой жаккардовой машине (количество крючков и система) данный узор ткани будет вырабатываться.

Прежде чем приступить к П., предварительно на гладкой бумаге составляется рисунок или узор, называемый э с к и з о м. Материалом для эскиза служат орнаменты, цветы и даже целые художественные произведения. Эскиз, разработанный в тенях и красках, т. е. в том окончательном виде и в том размере, в каком он д. б. воспроизведен впоследствии на предполагаемой ткани, называется м о д е л ь ю (фиг. 3). Кроме составления моделей упомянутым образом, весьма часто в практике ткацкого производ-

г о й. Необходимо иметь в виду, что отношение плотности основы к плотности утка зависит от сорта предполагаемой к выработке ткани, а патрон должен изображать узор на ткани с сохранением пропорциональности размеров, поэтому предварительно необходимо правильно подобрать, с соответствующей редукицией, числительную бумагу.

Под редукицией или номером л и н о в а н н о й б у м а г и понимается отношение числа клеточек в квадратиках горизонтального ряда (основа) к числу таких же в вертикальном ряду (уток). Это отношение изображается в виде дроби, причем числитель обозначает число клеточек в квадратике бумаги по горизонтальному направлению, а знаменатель — по вертикальному, при этом если числитель и знаменатель дроби будут велики, то их сокращают на наибольший общий делитель. Для выбора бумаги берется отношение плотности основы к плотности утка в 1 см. Если основа и уток должны иметь в ткани одинаковую плотность, то бумагу берут 8/8, 10/10, 12/12 и т. п. Редукицию числительной бумаги весьма целесообразно также согласовать: 1) с числом горизонтального ряда иглокрючков жаккардовой машины, на к-рой будет производиться выполнение намеченного узора; 2) с картонасекальной машиной (см.), на которой будет производиться пробивка карт узорного картона. Так например, числительная бумага 8/8 применяется для узоров, вырабатывающихся с помощью жаккардовой машины в 200, 400 и 800 крючков, имеющих восемь продольных рядов крючков; 10/10 — для машины в 500 крючков,



Фиг. 2.

ства практикуется копирование таковых через бумажную кальку или стекло с вытканых моделей или узоров готовых тканей. По составлении модели или снятии кальки с узора готовой ткани обозначают раппорт, для чего очерчивают прямыми линиями известную, одинаково повторяемую часть модели или узора. Эта часть, заключенная в рамку, может иметь вид прямоугольника или квадрата. Имея раппорт узора (клетки, фиг. 3), приступают к переводу его на числительную (канвовую) бумагу, называемую иногда п а т р о н н о й б у м а -

имеющей 10 продольных рядов крючков; 12/12 — для машины в 600 крючков, имеющей 12 продольных рядов крючков, и т. п. В случае же если плотность основных и уточных нитей неравномерна, то необходимо путем вычисления определить соответствующую редукицию числительной бумаги. Для этого берется отношение плотности основы к плотности утка, напр. для приведенной модели (фиг. 2) плотность устанавливается по основе 36, а по утку 29 нитей в 1 см. Согласно этому действительному отношению, принимая во внимание одно из со-

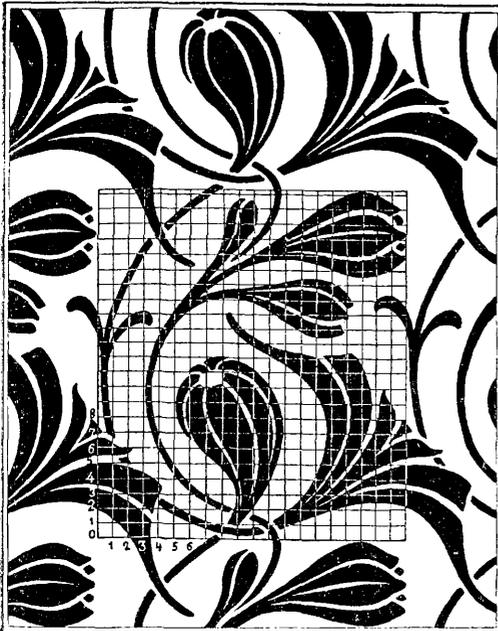
ответствующих чисел рядов крючков жаккардовой машины 8, 10 или 12, в данном случае 10, находим редукцию числительной бумаги из следующей пропорции: $36 : 29 = 10 : x$; отсюда $x = \frac{29 \times 10}{36} = 8,05$ или 8 рядов крючков. Следовательно отношение клеточек в квадрате числительной бумаги д. б. равно $\frac{10}{8}$. Для удовлетворения всех требований к числительной бумаге существует в практике иностранных фабрик свыше 60 номеров ее и до 500 различных видов.

Найдя редукцию бумаги, определяют число нитей основы и утка в раппорте модели. Раппорт модели (фиг. 3) имеет по ширине 5,5 см, а по длине 6,2 см. Т. о. последний будет содержать $36 \times 5,5 = 198$ нитей основы и $29 \times 6,2 = 180$ нитей утка. Округляя число основных нитей до 200, определяют жаккардовую машину (количество крючков), а число уточных нитей до 184 — количество карт узорного картона. Определив отношение нитей основы и утка в раппорте модели $\frac{200}{184}$ и номер числительной бумаги $\frac{10}{8}$, приступают к разлиновке площади раппорта модели (фиг. 3) на клетки, соответственно большим квадратам числительной бумаги, т. е. число одних и других д. б. совершенно одинаково. Это число клеточек в раппорте модели (фиг. 3) будет:

$$200 : 10 = 20 \text{ в горизонтальном ряду,}$$

$$184 : 8 = 23 \text{ в вертикальном ряду,}$$

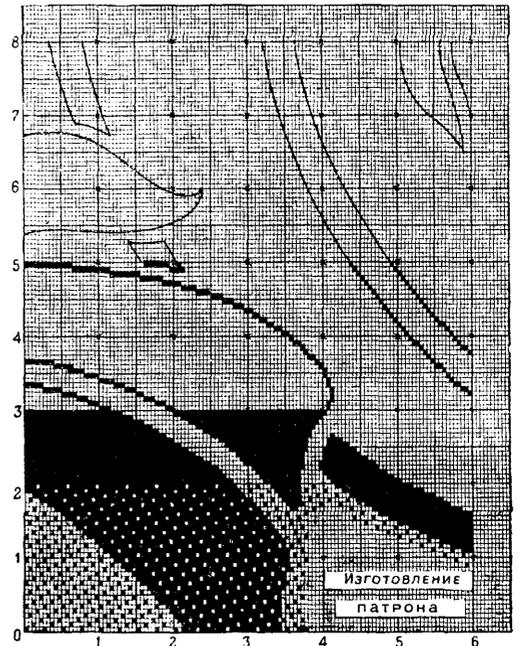
а всего $20 \times 23 = 460$. Т. о. раппорт модели (фиг. 3) нужно разделить проведением вертикальных и горизонтальных параллельных линий, так, образом, чтобы из последних образовались равные по величине площади



Фиг. 3.

460 прямоугольников или квадратиков. По окончании разбивки приступают к переводу узора с модели на числительную бумагу, что производится при помощи увели-

чительной камеры, пантографа (см.), или от руки. Понятно, что узор на числительной бумаге, в сравнении с узором на модели, где он натуральной величины, будет



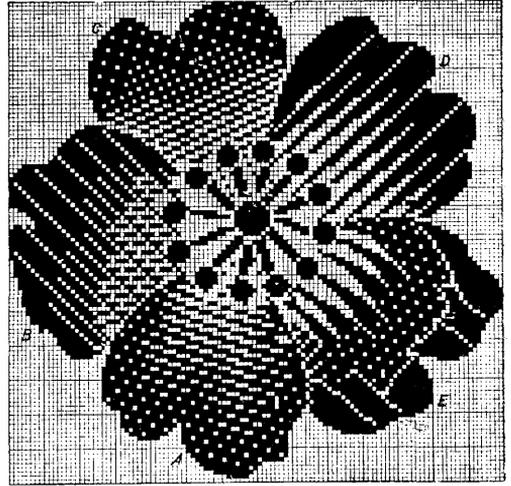
Фиг. 4.

увеличенным. В частности как исключение узор модели на числительной бумаге (фиг. 4), помимо своего нормального увеличения, еще специально увеличен в 2 раза в целях получения модели на ткани, также увеличенной в 2 раза. Обычно же раппорт патрона будет от раппорта модели во столько раз увеличен, во сколько раз площадь патрона больше площади раппорта модели.

При II. ранее всего нужно обратить внимание на то, чтобы контуры и границы всех частей узора модели были правильно перенесены на числительную бумагу, что достигается очерчиванием каждой части узора сообразно с числом и площадью занимаемых ею прямоугольников или квадратиков. Когда все очертания узора модели на числительной бумаге будут сделаны, что обычно производится мягким карандашом, приступают к непосредственному процессу II., т. е. к распределению и нанесению красками (сурик или киноварь и черная или берлинская лазурь) соответствующих переплетений как для узора, так и фона числительной бумаги. Процесс II. (фиг. 4) начинается прежде всего с прокладывания контура узора модели, т. е. каждую мелкую клеточку числительной бумаги, пересекаемую контуром отчетливо закрашивают краской. На прокладывание контура д. б. обращено особо важное внимание, т. к. от этого зависит не только художественный эффект будущей ткани, но и правильное закрепление отдельных нитей основы и утка и т. п. Переходы контуров *тп* (фиг. 5 и 6) д. б. постепенны, чтобы число мелких клеток числительной бумаги уменьшалось регулярно и равномерно, напр.

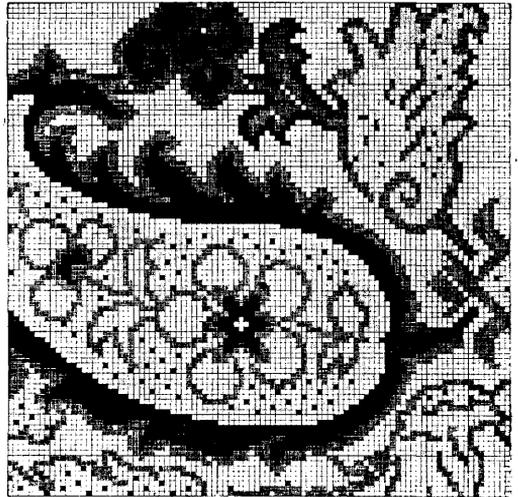
1, 1, 2, 2, или 1, 2, 3 и т. д., 3, 2, 1 или 1, 2, 1, 2; 2, 3, 2; 3 и т. д. Кроме того, если предположено (фиг. 5), чтобы часть узора (N) или весь узор состоял из уточных перекрытий (см. *Переплетения тканей*), а фон (M) из основных перекрытий, то в таком случае следует покрывать краской клеточки (bb), к-рые прилегают к контуру с внешней стороны, т. е. со стороны фона (M). В случае же (фиг. 6), если узор (N) составляется из основных перекрытий, тогда нужно покрывать краской клеточки (aa), к-рые прилегают к криволинейному контуру (mm) с внутренней стороны, т. е. со стороны узора (N). После того как закончится прокладывание контура какой-либо части узора или всего узора, площадь этой части заполняется сплошь накладыванием краски, причем краска д. б. положена т. о., чтобы через нее довольно ясно просвечивали бы черные линии графления числительной бумаги. Это требование необходимо для чтения патрона на скальщиком при пробивке карт узорного картона. Контур, узор и фон патрона обычно закрашиваются кинovarью или суриком (на фиг. 4 представлено черной кра-

их узора переплетения на просто узорчатые и сложнoузорчатые. В сложнoузорчатых тканях при применении нескольких расцве-



Фиг. 7.

точных основ, напр. 4, и нескольких утков, напр. 5, и т. д. представляется возможность получить еще более художественные многоцветные изображения. Вследствие этого характер П. несколько изменяется. Фиг. 8 представляет собою патрон ткани, в к-рой 2 основы (голубая и желтая) и 2 утка (белый и красный). Изготовление патронов может производиться не только от руки, но фотографич. и фотомеханич. способами. Счет подразумевающимся в патроне основным нитям ведется слева направо, а уточным—снизу



Фиг. 8.

ской), а переплетения узора—черной краской или берлинской лазурью (на фиг. 4 представлено белыми прямоугольниками).

В зависимости от рода материала ткани, для выявления узора—его рельефности—находят применение различные переплетения и в особенности 5- и 8-ремизный основной атлас, основная саржа и т. л. По нанесению на узор переплетений переходят к заполнению фона. Обыкновенно для фона применяется 5- и 8-ремизный уточный атлас, а также и другие виды переплетений в зависимости и в соответствии с переплетениями узора. Вообще же при оперировании переплетениями матовые и темные эффекты дает гроденгаплевое переплетение, полутемные—саржа, а светлые—атлас. Но очень часто характер узора требует получения особой мягкости в переходах своих отдельных частей от света к тени и наоборот. Эта сторона П. является наиболее трудной. Теневая рисовка достигается гл. обр. применением переплетений, так называемого теневого атласа и теневого саржи. Различные методы теневой рисовки представлены на фиг. 7, где: А—восьмиремизный основной атлас в начале части узора дает полную тень, затем переходит к усиленному уточному атласу, наковой постепенно сокращается и дает светлый эффект. В—основная саржа 7/1, переходя в основную саржу 3/1 и армюр в общем дает небольшой контраст. С—шестиремизный основной атлас (точно так же, как и в А) в начале дает полную тень, а затем, переходя к усиленному уточному атласу, постепенно его сокращает. D—основная саржа 11/1, переходит постепенно в уточную и E—отвечает различным требованиям четкости и ясности узора. Этот метод представляет сочетание основной саржи с основным атласом и атласа с основной и уточной саржей. В крупнoузорчатой ткани при наличии одной основы и одного утка однородного цвета или взятых в противоположных цветах можно получить довольно оригинальные изображения (фиг. 2).

Фасонные ткани помимо своего подразделения в зависимости от величины раппорта на некрупно- и крупнoузорчатые в свою очередь разделяются от характера сложности

вверх. Патрон представляет для производства определенную ценность и должен иногда служить продолжительный срок. Для предохранения патрона при пользовании во время пробивки карт от сырости и т. п., поверхность его покрывается прозрачным лаком.

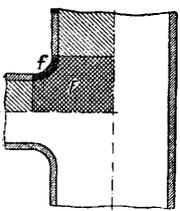
Главными недостатками при изготовлении патрона м. б.: 1) расхождение переплетений



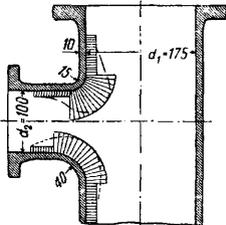
в местах соединения раппортов узора по ширине и длине ткани, вследствие чего на ткани получаются продольные и поперечные полосы; 2) недостаточное закрепление основных и уточных перекрытий, превышающих установленную норму, вследствие чего на ткани происходит провисание отдельных нитей—основы или утка; 3) продольная и поперечная полосатость узора, происходящая от неправильного расположения узора при повторениях его мотива в раппорте.

Лит.: Л и т в и н о в - Ф а л и н с к и й В. П., Ткачество, Изготовление несложно- и сложноузорчатых тканей, Текст леций и атлас, 1 изд. (литография...) и 2 изд. (литографир.), Москва, 1928; Ш о р и н А. И., Опыт практического руководства к механич. ткачеству хлопчатобумажных тканей, кн. 2, М., 1881; W a t s o n W., Textile Design a. Colour, 2 ed., L., 1921; D o n a t F., Technologie-Bindungslehre, Dekomposition u. Kalkulation der Jacquard-Weberei, W.—Lpz., 1912; B i t t n e r E., Bindungslehre und Dekomposition der Jacquardgewebe, T. 3, Die Jacquard- oder Kunstweberei, Brünn, 1914; O e l s n e r G., Die deutsche Webschule, Mechanische Technologie der Weberei, Altona, 1902. С. Молчанов.

ПАТРУБОК, небольшой длины прямой или фасонная труба, снабженная фланцем или муфтой и служащая для присоединения трубопровода или арматуры к резервуарам или трубопроводам большого диаметра. Тол-



Фиг. 1.



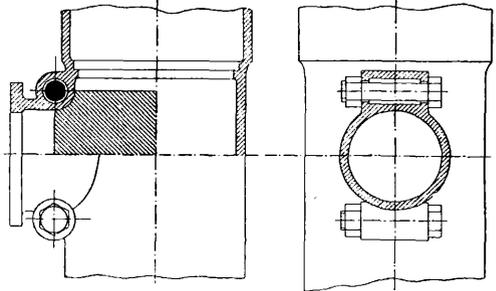
Фиг. 2.

щина стенок II. рассчитывается по обычным ф-лам, применяемым для расчета труб (см.); наиболее опасным участком является место перехода патрубка в стенку основного сосуда (фиг. 1). Тогда как цилиндрич. стенки II и сосуда выдерживают давление на площадь, отмеченную простой штриховкой, на коротком участке перехода сосредоточивается давление, действующее на перекрестно заштрихованную площадку. Обозначив поверхность этой площадки через F , площадь сечения перехода через f и давление внутри сосуда через p , получаем для напряжения растяжения в месте перехода

$$\sigma_z = \frac{F \cdot p}{f}$$

Теоретич. распределение напряжений при закруглениях двух различных радиусов изображено на фиг. 2. На практике резкий переход между напряжениями в соседних сечениях конечно невозможен, и имеющееся в действительности распределение напряжений вдоль стенки изображено пунктирной линией. Как видно из фиг. 2, абсолютная величина максимального напряжения в месте перехода приблизительно обратно пропорциональна радиусу кривизны закругления в этом месте. Для достижения достаточной сопротивляемости места перехода его иногда делают увеличенной толщины (фиг. 3, а)

или же снабжают усиливающими ребрышками (фиг. 3, б). Оба эти способа однако неудобны в том отношении, что требуют значительных скоплений металла, что может легко как раз в этих ответственных участках

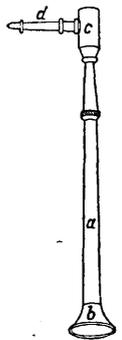


Фиг. 4.

повести к образованию раковин. Наиболее совершенным является способ усиления, изображенный на фиг. 4; в этом случае толщина стенок выбирается в соответствии с данными литейной практики, а возникающее в месте перехода напряжения воспринимаются двумя глухими стяжными болтами, которые ставятся на место в горячем виде и сообщают таким образом материалу патрубка в этом месте начальное напряжение сжатия. Болты эти рассчитывают на полное усилие давления в месте перехода (т. е. давления на заштрихованную площадку); допускается напряжение материала болта (сименс-мартовская мягкая сталь) порядка $800-900 \text{ кг/см}^2$.

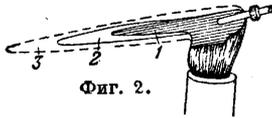
Лит.: С и д о р о в А. И., Трубы и их соединения, Москва, 1912; R ö t s c h e r F., Die Maschinenelemente, B. 1, Berlin, 1927. Л. Павлушков.

ПАЯЛЬНАЯ ТРУБКА, прибор для определения минералов методом качественного анализа. Впервые предложена Ганом (1745—1818 гг.). Состоит из трех частей: основной длиной (10—12 см) металлич. (медной) трубки a (фиг. 1), слегка конической, с одной стороны снабженной мундштуком b (роговым, каучуковым, деревянным, стеклянн.), а с другой—металлич. цилиндром (барабаном) c , служащим для конденсации влажных частиц вдвухаемого воздуха. Под прямым углом в барабан вставляется короткий наконечник d с узким (0,4—0,6 мм) отверстием, подающим воздух к источнику горения. Наконечник снабжают на конце платиновым конусом, впаянным или одевающимся на наконечник d . Барабан от времени до времени отделяют от трубки для удаления скапливающейся в нем влаги. Трубку a делают не слишком толстостенной во избежание сильного нагревания. При работе II. т. через мундштук продувают ртом воздух сквозь пламя свечи в поперечном направлении (см. фиг. 2), причем получают те же явления, которые происходят в пламени газовой горелки (см. Бунзена горелка, фиг.). При сильном и ровном дутье получают полное сгорание углерода, и пламя образует тонкоза-



Фиг. 1.

остренную синюю иглу, в которой различаются 3 части: внутренняя темная 1 (фиг. 2), восстановительный конус 2, содержащий много СО, и невидим. окислительный конус 3 с большим притоком кислорода. Наиболее горячее место (2 300°)—точка впереди острия восстановительного конуса. Практически для получения исключительно окислительного пламени наконечник П. т. вводят внутрь пламени (фиг. 2) и дуят



Фиг. 2.

зом бунзеновой горелки. В последнем случае в горелку вставляют металлич. трубочку, оканчивающуюся сверху узкой косой щелью; отверстия для притока воздуха в горелке закрывают. Приборы, применяемые при анализе П. т. сухим путем, отличаются простотой и портативностью. Все являющееся безусловно необходимым, включая и набор реактивов, может быть помещено в небольшой ящик весом 2—4 кг. Важнейшие испытания, применяемые при качественном анализе минералов с помощью П. т., сгруппированы в таблице.

Важнейшие испытания, применяемые при определении минералов.

Характер испытания	Применяемое пламя П. т.	Способ производства испытаний	Некоторые примеры
Налеты	Окислительное	Исследуемый минерал в виде тонкого порошка или осколков помещают в углублении, сделанном на древесном угле, и подвергают действию пламени П. т. Впереди исследуемого минерала на угле образуются возгоны (налеты) различного цвета	As дает легко летучий серовато-белый налет с чесночным запахом; Sb—аналогичный, менее летучий и не пахнущий налет; Pb—по охлаждении налет желтоватого цвета; Bi—темнооранжево-желтый, по охлаждении лимонно-желтый; Zn—плотный белый; Ag—красновато-бур.
Корольки	Восстановительное	Порошок исследуемого минерала смешивают с тройным количеством соды и сплавляют в углублении на угле. После нескольких минут дутья в шлаке появляются мельчайшие капельки восстановленного металла, сплавляющиеся затем в королек	Pb, Ag дают ковкий королек; Fe, Co, Ni дают корольки, действующие на магнитную стрелку
Плавкость	Светящееся	Степень плавкости определяется следующими шестью номерами плавкости, начиная с наиболее плавкого (скала Ф. Кюбеля, измененная Пенфильдом): 1) сурьмяный блеск Sb_2S_3 ; 2) халькопирит $CuFeS_2$; 3) альмандин $Fe_2Al_2(SiO_4)_3$; 4) антонозит $Ca(Mg,Fe)_2(SiO_4)_2$; 5) ортоглас $KAlSi_3O_8$; 6) бровзит $(Mg,Fe)(SiO_3)_4$	
Окрашивающие пламени	—	Исследуемый минерал вносят в пламя П. т. посредством пинцета или на угле, или в ушке платиновой проволоки. Применяется гл. обр. для распознавания металлов щелочной и щелочноземельной групп	Na дает желтое пламя, Ba—зеленое, K—фиолетовое
Стекла	Окислительное и восстановительное	Порошок исследуемого минерала смешивают с предварительного приготовленным в ушке платиновой проволоки стеклом (перлом) из буры или фосфорной соли и переносят в пламя П. т. Получается различное окрашивание перла	Оксиды Pb, Bi, Fe, Ti в окислительном пламени окрашивают перл буры в горячем состоянии в желтый цвет. В восстановит. пламени окислы Fe, Cr, U окрашивают перл буры в зеленый, окислы Cu — в красный цвет
Азотнокислый кобальт	Окислительное	Порошок или тонкий осколок исследуемого минерала сильно накаливают в пламени П. т. на угле; затем по остыванию смачивают раствором $Co(NO_3)_2$ и вновь сильно прокаливают, наблюдая цвет, появляющийся после вторичного прокаливания	Глиноземистые минералы, силикаты Zn дают голубой цвет. Окислы Sb и Co—темнозеленый, магниевые минералы—мясокрасный
Серн. печень	Восстановительное	Порошок исследуемого минерала смешивают с тройным количеством соды и сплавляют на угле в пламени П. т. Прокален шлак кладут на серебряную монету и смачивают водой. При наличии S в минерале на монете появляется черно-бурое пятно	Минералы, содержащие S

сильно. Получающееся синеватое заостренное пламя обладает большим количеством кислорода и способствует окислению соприкасающихся с ним предметов. Для получения же только восстановительного пламени помещают наконечник П. т. у края пламени (не вводя внутрь) и сдувают его не особенно сильно. Получающееся при этом желтоватое пламя при соприкосновении с предметами отнимает у последних кислород, почему называется восстановительным.

При работах с П. т. пользуются пламенем толстой стеариновой свечи (дает наилучшее пламя), масляной лампы и светильным га-

Существует еще ряд других испытаний, к числу которых относятся следующие. 1) Испытания образца минерала в закрытой стеклянной трубке для изучения результатов нагревания вещества при самом ничтожном доступе воздуха (без окисления), причем наблюдаются следующие явления, по которым и делается определение: а) изменение в агрегатном состоянии и внешнем виде взятой пробы (плавление, растрескивание, свечение, перемена окраски); б) газообразные выделения (CO_2 , SO_2 , HF, NH_3), различаемые по цвету и запаху; в) образование возгонов и налетов в верхней части трубки. 2) Испы-

тания в открытой стеклянной трубочке для изучения результатов нагревания вещества при полном доступе воздуха; здесь наблюдаются следующие явления: а) запах SO_2 , запах трехоксида As (чесночный); б) получение налетов на стенке трубочки. 3) Растворение минералов и получение некоторых осадков. Это испытание преследует двойную цель: а) установление принадлежности минерала к той или другой химической группе и б) получение раствора для качественных испытаний мокрым путем в тех случаях, когда все сухие пробы оказываются недостаточными для определения минерала. Кроме перечисленных качественных реакций, для определения минералов применяют (реже) количественные определения, к-рые возможно делать при помощи П. т.: довольно точные результаты получаются при определении Ag, Au, менее точные — для Cu, Pb, Sn.

Лит.: Федоровский Н. М., Определитель минералов при посредстве паяльной трубки и простых химич. реакций, М., 1921 (указана лит.); Зильберман и В. А., Руководство и таблицы для определения минералов при помощи паяльной трубки, М.—Л., 1923 (указана лит.); Болдырев А. К., Курс описательной минералогии, 1926, стр. 34—41, Л., 1926.

ПАЯНИЕ, см. *Припой и паяние*.

ПЕГМАТИТ, горная порода сложного генезиса. Будучи по химич. и минералогич. составу близким к соответствующим глубинным изверженным породам (гранит, сиенит и др.), отличается от них: 1) весьма крупнокристаллической структурой; 2) обильным присутствием минералов, содержащих летучие составные части (H_2O , F, V, Cl, S, P); 3) жильным или гнездовым залеганием как в базальтовых породах, так и в той изверженной породе, производной от к-рой (путем отщепления) П. является. Различают П. гранитовые, сиенитовые, нефелин-сиенитовые, диоритовые и т. д.

П. является важным заменителем полевого шпата (называемого вследствие этого в технике П.), содержащего более 5% примеси кварца; от полевого шпата П. отличается большим содержанием SiO_2 , зато глинозема и щелочей они содержат меньше. Для технич. целей годны лишь те П., содержащие кварца в к-рых не выше 25%. Пегматитовыми жилами называют образования магмы последних моментов ее застывания, в обстановке насыщения ее перегретым паром и газами (H_2O , HF, HCl и др.). У поверхности застывания магмы эти газообразные вещества особенно энергично вступают в реакцию с кристаллизующимися минералами, образуют многочисленные пустоты, где свободно растут кристаллы и образуют ряд типичных минералов с бором и фтором (топаз, турмалин, слюды и др.). Благодаря этой обстановке свободного роста минералы пегматитовых жил отличаются большими размерами и хорошо образованными кристаллами, по сравнению с тождественными с ними минералами изверженных пород (кварц и др.). Темп-ра образования П. (по Wright and Larsen) лежит от 575 до 1 000°. Характерной чертой для П. является одновременность образования разных минеральных ассоциаций по закону эвтектики. Наиболее типичной для пегматитовых жил является эвтектич. смесь кварца и ортоклаза, п и с ь м е н н ы й

гранит или еврейский камень. т. е. гранит с пегматитовым прорастанием полевого шпата кварцем, при к-ром кристаллы того и другого минерала растут одновременно, тесно проникая друг в друга и тесно переплетаясь, в результате чего образуют изломанные фигурки, напоминающие еврейские письмена. В П. концентрируются гл. обр. Si, K, Li, Be, V, цероитовая группа, Sn, Th, Zr, Ta, Ni, F, W, U и Mo. Различают следующие группы: слюдяные П. (преобладает мусковит), апатитовые П., турмалин-П., топаз-П., П. минералов редких земель, корунд-П. и стоящие особняком пегматитовые жилы Гренландии с криолитом.

П. имеет большое применение в керамич. промышленности как самодовлеющее сырье (а не заменитель) в разных странах, например в США, Англии, Франции, Китае, Японии и др. П. распространены везде в СССР — в Карелии, на Украине, на Урале, в Сибири, но добыче его мало уделялось внимания. Только Украина (Волынь) пользуется в своей керамич. промышленности П. Подробнее см. *Полевые шпаты*.

Лит.: Ферсман А. Б., Драгоценные и цветные камни СССР, т. 2, Л., 1925; Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Петрография, ч. 1, Л., 1925; Болдырев А. К., Курс описат. минералогии, вып. 2, Л., 1928; см. лит. ст. *Полевые шпаты*.

ПЕНИ, полутвердые и твердые тела темного цвета, от коричневого до темнубурого и даже черного, плавкие и горючие, получающиеся как остаток при упаривании или разгонке дегтя (т. е. жидкого продукта сухой перегонки разных органич. веществ) — в более узком и точном понимании термина П., а при более широком понимании под этим термином понимаются и продукты, которые получают из тех же органических веществ или их дегтей, а также нефтей, различными процессами. Пени в расширенном смысле называются также асфальтами или искусственными асфальтами и гудронами. До настоящего времени объем понятия П. не установился, тем более что в промышленности возникают новые продукты, к-рые с известным основанием м. б. отнесены к П. (В настоящей статье расширенное понимание П. не исключается, но изложение гл. обр. имеет в виду П. дегтевые.) Как видно из определения П., и по исходному веществу и по условиям их образования П. м. б. химически весьма различными. Однако значительные трудности, на которые наталкивается химическое изучение П., повели к охарактеризованию этой группы тел преимущественно со стороны их физич. свойств. Эти последние обусловлены преимущественно формально общими признаками П., а именно составом из многочисленных, близких между собою высокомолекулярных составных частей, своею совокупностью образующих коллоидную систему. Физические свойства П. в значительной мере м. б. выведены из указанного формального сходства их между собою. 1) Темный цвет, обусловленный наличием многих высокомолекулярных соединений, полосы поглощения которых в совокупности покрывают весь видимый спектр. 2) Отсутствие определенной t° и постепенное обнаружение раз-

личных ступеней перехода от т. н. т в е р д о г о с о с т о я н и я к с о с т о я н и ю ж и д к о п о д в ж н о м у, — свойство, обусловленное присутствием многих составных частей с близкими $t_{пл.}^{\circ}$. 3) Текучесть П. при t° значительно более низких, чем t° явного размягчения, опять-таки объясняемая наличием низкоплавких составных частей или эвтектич. сплавов. 4) Сочетание хрупкости в отношении быстровозникающих усилий и податливости в отношении усилий, вызывающих деформации сравнительно медленные; многие пеки, весьма хрупкие при комнатной температуре, тем не менее текут подобно любой жидкости, но со скоростями иногда в десятки и сотни миллионов раз меньшими. 5) Характерный раковистый излом, указывающий на аморфное строение П. как переохлажденных жидкостей. 6) Малая те-

наиболее важною следует считать классификацию по $t_{пл.}^{\circ}$ (табл. 1), т. е. по признаку,

Табл. 1.—Классификация П. по $t_{пл.}^{\circ}$.

Пек	$t_{пл.}^{\circ}$	t° размягч.
Мягкий (смолы)	ок. 60	ок. 37
Среднетвердый	» 80	» 60
Твердый	» 100	—
Чрезвычайно твердый {	выше 100 (напр. 175)	ок. 80

с которым особенно приходится считаться на практике; далее, классификацию химическую по наличию или отсутствию парафинов (см.), к-рые обуславливают ряд особенностей П., затем ряд классификаций по хемостойкости в том или другом отношении, напр. по стойкости в отношении окисления (табл. 2) и

Табл. 2.—Классификация П. и асфальтообразных веществ по стойкости в отношении окисления (по Б. В. Максорову).

I группа	II группа	III группа
Битумы трудно окисляемые	Битумы средней окисляемости	Битумы легко окисляемые
Главные составные части		
Асфальтены, нефтяные смолы, нефтяные к-ты и их ангидриды, нафтеновые углеводороды	Ароматические углеводороды смолы, жирные к-ты, фенолы, свободный углерод	Смолы, твердые парафины, кислоты, спирты, воски, азотистые соединения
Асфальтены, естественные асфальты, нефтяные асфальты, нефтяные гудроны, древесный пек*	Каменноугольный, стеариновый, сланцевый, нафтольный, фенольный пеки	Буроугольный, торфяной, озокеритовый, сапропелевый, антраценовый пеки
* Древесный пек по составу не подходит к первой группе, т. к. содержит ароматич. и гидроароматические углеводороды, кислоты и фенолы.		

плопроводность П., стоящая в связи с их вязкостью и отсутствием упругих свойств. 7) Весьма высокое уд. электрич. сопротивление, порядка $11 \cdot 10^{11}$ Ω -см, обусловленное молекулярною сложностью и мало выраженным полярным характером соединений, входящих в состав П., даже когда эти соединения солеобразны. 8) Значительная электрич. крепость П. 9) Негигроскопичность большинства П., вытекающая из несмачиваемости их водою и тупости краевого угла. 10) Отсутствие определенной $t_{кип.}^{\circ}$ и переход при достаточно длительном нагреве П. в тела все более богатые углеродом и наконец — в углистые тела и кокс. К этим общезначим. признакам следует присоединить еще следующий ряд физико-химических и общезначимых. 11) Сравнительно малая химич. активность П., а в некоторых случаях чрезвычайно малая. 12) Растворимость полная или частичная в различных органич. растворителях при нерастворимости (за некоторыми исключениями) в воде. 13) Большая или меньшая кислотостойкость. 14) В некоторых случаях щелочестойкость. 15) Малая изменяемость с течением времени.

Классификация пеков м. б. проведена в различных направлениях. Из них

наконец классификацию производственную (табл. 3). В основании последней классификации лежит деление П. на четыре основных группы: 1. Нефтяные П. (или нефтяные асфальты), получаемые либо как кубовые остатки при разгонке нефтей либо при кислотной очистке нефтей; 2. Дегтевые П., получающиеся как кубовые остатки дег-

Табл. 3.—Производственная классификация П. (по Э. И. Фишеру).

A. Нефтяные П.	B. Дегтевые П.	C. Непосредственные П.	D. Хемопеки (пиксоиды)
Калифорнский асфальт Навахо-асфальт Банкинский асфальт Грозненский асфальт Вакуумный асфальт Менситумен Сириент Проч. нефтяные асфальты	Каменноугольный П. Кислая смола Кумароновая смола Буроугольный П. Сланцевый П. Торфяной П. Древесный П. Костяной П. Газовые П. Прочие дегтярные П.	Дегтевомастляные Животножировые Растительные Животновосковые Монтановосковые Озокеритовые Смоляные Глицериновые Прочие непосредственные	Осадочные Продуктивные Сульфированные Хлорированные Кислотные Щелочные Гидрированные Прочие хемопеки

тей различного происхождения и различных процессов; 3. Непосредственные П., получаемые путем продувания продуктовой сухой перегонки различных органич. веществ. 4. Хемопеки или хемоасфальты, называемые также пиксоидами (Piksoide), получаемые от воздействия различных

органических или неорганич. химич. агентов на продукты дистилляции органич. веществ, с последующей новой дистилляцией (а иногда и без нее).

Испытание П. Уверенное распознавание П. нелегко, а открытие и количественная оценка составных частей в сплавах из различных П. часто весьма затруднительна. Поэтому особенно важное значение при испытании пеков получили испытания физич. свойств—консистентности и $t_{пл}^{\circ}$. Наряду с ними во многих случаях необходимы измерения уд. в., тягучести и др. свойств. Консистентность П. определяется при помощи *пенетрометра* (см.) с иглою или *консистометра* (см.) для полутвердых или умеренно твердых тел; при испытаниях наиболее твердых П. прибегают к шкале Моса. Возможно также измерение твердости шариком, но при весьма малой нагрузке. Темп-ра плавления (собственно перехода в полужидкое состояние) устанавливается способом Кремер-Сарнова и каплепадением по Уббелюде; применяются также способ кольца и шара и др. В отношении П. признается характеризующим их т. н. коэф. восприимчивости k , показывающий, насколько быстро идет процесс размягчения П. Он выражается соотношением:

$$k = \frac{\text{консист. при } 0^{\circ} - \text{консист. при } 46^{\circ}}{\text{размягч. по Кремер-Сарнову}} \cdot 100.$$

Для П. этот коэф. колеблется в пределах от 15 до значений превышающих 100. Во многих случаях необходимо измерение вязкости в расплавленном состоянии, обычно при 150° . Вязкость определяется по способу Брукмана видоизмененным вискозиметром Энглера, с соплом, внутренний поперечник к-рого у нижнего конца 5,00 мм, а у верхнего 5,10 мм. По времени τ (в сек.) истечения 200 см^3 исследуемого П. может быть найдено значение вязкости E в обычных градусах Энглера; согласно эмпирич. ф-ле Тагерквиста (1926):

$$E = 0,214(\tau - 5).$$

Растворимость П. и другие физические свойства. При распознавании П. может принести пользу испытание на растворимость. Особенно рекомендуется устанавливать степень растворимости в сероуглероде и в бензине 88° Вé или петролейном эфире (уд. в. 0,78—0,800), 85% к-рого должны отгоняться между 10 и 35° (для исключения ненасыщенных или циклических углеводородов). В некоторых случаях, а особенно в виду многочисленных применений в электропромышленности, П. должны подвергаться также испытаниям и в отношении их электрич. свойств—электропроводности, диэлектрич. коэф-та, электрич. крепости и диэлектрич. потерь. Результаты подобных испытаний сопоставлены в табл. 4, куда для сравнения введены также данные об асфальтах и составах из П. и асфальтов. Впрочем необходимо отметить, что электрич. свойства П. настолько зависят от общих физико-химических свойств этих веществ, что могут иногда считаться установленными самою принадлежностью соответственного пека к известной группе; так, в нормах Союза германских электротехников на заливочные со-

ставы для кабельных муфт, изготавливаемые гл. обр. из П., электрич. испытания вовсе исключаются.

Химические испытания. Элементарный состав (С, Н, S, O, N) устанавливается, когда это признано нужным, обычными способами. Химические испытания направлены гл. образом на определение отдельных наиболее важных составных частей—битумена, серы, парафина, спирторастворимых тел и минеральных веществ. Битумен определяется экстрагированием несодержащим спирта хлороформом. Для просушки употребляется специальный тигель. Вальчак и Райс предложили отделять битумен (удельный вес около 1,2) от минеральной части (уд. в. ок. 2,7) при помощи раствора соды (уд. в. 1,97—1,28), в к-ром при нагревании битуминозное вещество всплывает; испытуемый образец помещается в особый аппарат. Сера определяется по Эшке или по Л. Торри: около 0,5 г вещества осторожно нагревается в никелевом тигле со смесью из 5 г перекиси натрия и 3 г углекислого калия, после чего сера определяется титрованием с барием. Согласно предложению Лидова, 1 г битумена растворяют в эфире и в этом растворе растирают смесь 17 ч. калийной селитры и 13 ч. соды; по испарении эфира смесь помещают в накаленную платиновую чашку емкостью 250—300 см³ и после сплавления смеси определяется сера обычным способом. Парафин определяется по способу Марека: для этого к раствору пробы в хлороформе добавляется бензин и через час после смешения фильтруют смесь через костяной уголь; парафин определяется в фильтрате обычным способом. Для испытания П. и тому подобных веществ разработан ряд приемов, позволяющих отличать П. от натуральных асфальтов и асфальтитов, проводить различие пеков между собою и в некоторых случаях—разделение битуминозных веществ. Однако необходимо иметь в виду недостаточность существующих приемов для вполне точного и уверенного решения могущих встретиться в этой области вопросов, тем более что многие из этих приемов лишь в руках опытного аналитика дают вполне надежные результаты. Гальфен и Шписс наметили приемы идентификации по виду пленки, какую оставляет испытуемое вещество на поверхности при испарении сероуглеродного раствора. Так например, природные асфальты дают черную пленку с блестящей и гладкой поверхностью, однако часто содержащую трещинки, ясно видимые на просвет; нефтяные асфальты дают пленку упругую, гибкую, мало однородную. Грефе предложил различать естественные асфальты от искусственных пятиминутным нагреванием образца до 200—250° (на масляной бане) в пробирке, куда вместе с пробкой опущена свинцовая реактивная бумага: естественные асфальты дают явное почернение свинцовой бумаги, искусственные масляные П. вовсе не дают почернения (или слабое), а асфальты—никакого почернения.

Предложены способы различения П. на основании разной их растворимости. По Гютену (Hutin) (1916 г.) в жидком бакелите А—при кратковременном нагревании на водяной

Табл. 4.—Свойства различных П., асфальтов и составов из них. *1

Род асфальта	t° м. по Кример-Сарнову	Уд. в. при 20°	Коэф. расширения при 20—55°	Вязкость при 150° (в ск.)	Пенетрация при t°							Тягучесть при t°				
					20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	20°	25°	30°	35°	40°
Каменноугольный	29	1,227	0,00052	21	6,5	9,8	14,7	—	—	—	—	1 000	—	—	—	—
»	44	1,242	51	33	—	—	—	—	—	—	—	565	1 050	—	—	—
»	57	1,252	49	53	0,10	0,25	0,34	0,53	0,67	1,10	1,7	0	0	0	1 000	—
»	61	1,256	—	89	0,03	0,10	0,12	0,18	0,24	0,3	0,61	0	0	0	0	30
»	72	1,291	33	543	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0
Древесный пек	57	1,162	58	171	0,40	—	0,83	1,10	1,5	2,0	2,9	0	0	5	1 000	—
»	63	1,185	—	756	1,15	—	0,35	0,44	0,51	0,85	1,2	0	0	0	0	100
»	79	1,170	52	1 450	0,04	—	0,15	0,24	0,3	0,48	0,65	0	0	0	5	—
Нефтяной асфальт	44	1,025	59	183	5,7	7,0	7,4	11,0	—	—	—	325	1 000	—	—	—
»	47	1,025	59	315	3,0	3,6	4,1	5,6	6,7	—	—	183	370	1 000	—	—
»	48	1,066	—	174	4,3	5,0	5,5	7,3	9,5	—	—	148	246	—	—	—
»	50	1,006	61	208	3,7	4,4	4,7	6,1	7,3	—	—	76	120	—	—	—
»	64	1,023	—	1 087	2,6	3,3	3,8	4,2	5,1	—	—	33	52	55	58	68
»	66	1,001	59	1 205	2,3	2,6	2,7	3,1	3,9	—	—	32	34	38	—	—
»	100	1,023	61	720*	1,3	1,4	1,5	1,9	2,0	2,2	—	19	25	27	28	30
Мексиканский битумен	44	1,015	56	239	2,8	3,7	4,7	6,5	9,1	—	—	1 009	—	—	—	—
»	63	1,047	55	356	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	—	—	40	52	67	85	—
Бермудский асфальт	45	1,042	—	283	5,2	—	3,3	3,7	4,2	5,1	—	1 000	—	—	—	—
»	46	1,042	56	317	2,5	3,1	4,1	5,6	7,1	—	—	55	1 000	—	—	—
»	48	1,043	60	137	2,3	2,9	3,7	4,2	6,3	—	—	334	460	1 000	—	—
Кабельная масса	45	1,046	62	325	2,6	3,4	4,2	5,8	8,6	—	—	1 000	—	—	—	—
»	51	1,045	63	306	1,2	1,9	2,8	4,5	6,8	—	—	109	305	1 000	—	—
»	52	1,052	66	298	1,6	1,9	2,1	2,6	3,1	—	—	79	115	170	460	—

Род асфальта	Зола (%)	Своб. С (%)	Число омыл.	Кв.ч. число	Цвет при диазоре-анции *3	Электронизолирующая способность *4						Диэлектрич. коэф.		Проб. креп. для слоя 2 мм при 20° в kV	
						35°	50°	75°	100°	125°	150°	t°	ε	мгновенное знач.	знач. при выдержке
Каменноугольный	0,34	22,4	—	—	Красная	6,00	0,27	0,007	0,0015	—	—	27	4,65	35	10
»	0,47	24,5	—	—	»	74,0	2,40	0,033	0,0020	0,00035	0,00009	28	4,22	50	10
»	0,38	27,0	—	—	»	2 000	34,0	0,250	0,0070	0,00082	0,00024	20	4,15	75	40
»	0,30	28,2	—	—	»	7 800	100	0,500	0,0140	0,00025	0,00025	25	4,00	80	45
»	0,68	43,2	—	—	»	1 200	30,0	0,250	0,0070	0,00012	0,00012	20	7,2	65	35
Древесный пек	0,29	6,6	—	—	»	135	6,44	0,117	0,0053	0,00079	0,00022	22	4,00	90	25
»	0,45	15,3	—	—	»	500	24,3	0,465	0,0224	0,00250	0,00050	18	4,08	90	45
»	0,25	19,5	—	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Нефтяной асфальт	0,25	0,03	8,1	0,4	Желтая	2 000	135	4,10	0,380	0,070	0,018	21	2,95	45	20
»	0,35	0,04	29,2	1,4	»	1 000	70,0	3,61	0,300	0,046	0,013	20	2,96	50	25
»	0,40	0,16	12,8	0,3	»	2 700	142	4,10	0,380	0,058	0,017	20	2,74	55	25
»	0,30	0,03	15,5	0,4	»	5 000	220	6,40	0,420	0,070	0,018	20	2,68	55	25
»	—	0,05	12,4	0,2	»	—	800	20,0	1,700	0,230	0,053	20	2,67	55	35
»	0,29	0,05	17,0	0,7	»	—	1 000	32,0	2,560	0,350	0,072	—	—	52	35
»	0,26	0,06	16,2	0,3	»	—	11 000	190	10,4	1,28	0,220	20	2,64	55	35
»	0,20	0,01	19,1	0,6	»	1 000	60,0	3,40	0,284	0,048	0,014	21	2,82	80	20
»	0,82	0,42	12,3	0,1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мексиканский битумен	0,17	0,02	6,5	0,4	»	2 000	170	4,50	0,350	0,055	0,014	—	—	55	25
»	0,25	0,03	21,6	0,6	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	0,19	0,33	13,5	0,1	»	1 200	78,0	2,80	0,280	0,062	0,014	26	2,88	80	35
»	0,34	0,06	5,7	0,4	»	1 000	62,0	2,60	0,250	0,037	0,010	18	2,74	50	10
Кабельная масса	0,18	0,26	4,8	0,3	»	3 200	176	5,80	0,360	0,066	0,018	20	2,89	90	45
»	0,82	0,22	7,0	0,0	»	—	270	7,20	0,502	0,081	0,018	22	2,82	55	35

*1 По К. Лагерквисту и Г. Спанне.

*2 При 200° (в ск.).

*3 По Грефе.

*4 В (М²-см) × 10⁻⁵.

бане естественные асфальты нерастворимы, а искусственные — растворяются во всех отношениях. По Дьюбоску (1919 г.) возможно разделение естественных асфальтов и П., если кипятить образец в смеси из 50 ч. фенола и 30 ч. 40%-ного формальдегида с обратным холодильником в течение 8 ч. Ричардсон для различения асфальтов от П. применяет формолитовую реакцию Настокова. В различных других способах распознавания получила большое значение диазореакция по Грефе, указывающая на присутствие фенолов. Для нее изготовляются два раствора: 10%-ный раствор азотистокислого калия и раствор солянокислого анилина (1 см³ анилина и 3 см³ соляной кислоты, уд. в. 1,19 в 10 см³ воды). При производстве испытания диазовый реактив (диазобензолхлорид) получается смешиванием на холоду указанных растворов в отношении 1 : 2. Для испытания ок. 2 г испытуемого вещества кипятят в течение 5 мин. с 20 см³ 1/2 N едкого натра, по охлаждении в ледяной воде с несколькими каплями диазового реактива. При наличии фенола раствор краснеет, в противном случае остается светложелтым. Браттер предложил различать естественные асфальты и П., пользуясь различной их растворимостью в ацетоне и различным отношением к реакции Грефе. Для испытания 1 г битумена, по сплавлению на водяной бане и охлаждении, измельчается и встряхивается на холоду с 15 см³ ацетона; по прошествии 5 мин. стояния наблюдают флуоресценцию раствора. Затем ацетон выпаривают и к остатку добавляют 5 см³ 1/2 N натровой щелочи, фильтруют в случае надобности и в раствор вливают несколько капель свежего диазового раствора. Различающие признаки сопоставлены в табл. 5. Маркуссоном разработана схема ка-

Табл. 5.—Признаки, различающие битуминозные вещества (по Браттеру).

Битуминозное вещество	Окраска ацетон. раствора	Флуоресценция ацетон. раствора	Реакция Грефе
Чистые естествен. асфальты	Бурая	Отсутствует	Отрицательная
Нефтяные П. (нефтяные асфальты)	От желтой до желто-зеленой	Зеленая сильная	Отрицательная
Буроугольн. и наменноуг. П.	Желтая	Темнозеленая сильная	Положительная

чественного и количественного анализа некоторых битуминозных смесей, и специальная схема жировых и древесных П. В табл. 6

Табл. 6.—Сравнительные данные о важнейших пеках.

Род пека	t° м.	Нерастворимость в бензоле	Содержание серы (%)	Иодное число
Лигнитовый . . .	86	0	2,14	93,7
Каменноугольн. . .	91—92	46	0,31	50,0
Древесный . . .	195	42	0	140,0
Жиропотовый . . .	3,2	0	0	36,9
Стеариновый . . .	43	0	0,67	40,4
Нефтяной	126	4	1,00	103,5

сопоставлены нек-рые признаки для распознавания наиболее важных П., а в табл. 7

(см. ст. 39—40)—данные растворимости П., полезные как для распознавания П. и анализа, так и в производственных процессах.

Описание отдельных П. 1. Нефтяные П. Различают 3 важнейших вида нефтяных П., чаще называемых асфальтами или гудронами, а именно: остаточный, продувочный (или окисленный) и регенерированный, или кислотный. Остаточный нефтяной асфальт по однородности, пластичности и цементирующим свойствам технически наиболее ценен. Получается он в остатке от отгонки (перегретым паром или в вакууме) из нефти, бензина, керосина и масел. По консистенции полутверд или тверд. В первом случае блестящ и черен, а во втором не отличается блеском, но глубоко черен. Отгонка вакуумная дает продукт наилучший. Отличается безвозольностью, отсутствием карбонс, карбоидов и грубодисперсного углерода и почти полной нейтральностью. Наибольший выход асфальта (до 40%) дают асфальтовые нефти, напр. калифорнская и пенсильванская, тогда как парафинистые нефти дают лишь 25—30% асфальта и притом со значительным содержанием парафина. Содержание в асфальте парафина обычно признается понижающим его технич. свойства. Химич. состав остаточных асфальтов м. б. охарактеризован сравнительными данными о содержании твердых парафинов и серы в остаточных асфальтах (табл. 8). Химическая

Табл. 8.—Сравнительные данные о свойствах и составе различных остаточных нефтяных асфальтов (в %).

Род остаточного асфальта	Исходная нефть	Уд. вес	Возольный кокс	Непрельзные углеводороды	Твердые парафины	Сера
Калифорнийский	Асфальтовая	1,002	6,0	48	0	—
»	То же	1,006	6,0	42	0	—
Мексиканский . . .	»	1,007	10,0	43	2	4,3
Вамонтский	Полуасфальтовая	0,957	3,0	73	1	—
Тексасский	То же	0,961	—	—	2,1	—
»	»	0,962	—	—	4,6	—
Пенсильванский	Парафинистая	0,913	—	86	14,6	0,6
Огайский	То же	0,924	4,0	82	8,5	2,6
»	»	0,943	3,0	75	6,4	0,4
Канзасский	»	0,926	2,0	74	8,9	0,6
Индийский	»	0,930	2,0	75	7,9	0,5
Канадский	»	0,937	—	78	—	—

природа остаточного асфальта до настоящего времени выяснена весьма недостаточно. Однако положение этого пека как продукта промежуточного между нефтяной смолой и нефтяным коксом, в ряду остатков при перегонке нефти с крекингом, позволяет до известной степени охарактеризовать этот П. данными, относящимися к более крайним продуктам. Нефтяной кокс представляет смесь или какое-то иное сочетание очень высокомолекулярных и тугоплавких углеводородов и кислотных соединений, бедных водородом. Так, сероуглеродный экстракт из пенсильванского кокса (содержащего около 97% С)—вещество кроваво-красного цвета, содержит 93—95% С (Прюнье и Варен,

Табл. 7.—Растворимость пеков в различных растворителях (по данным Э. И. Фипера, 1928 г.).

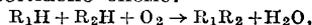
Род пека	Растворитель		Горчичное масло	Ацетон	Метилроланд	Амилгидрат	Изоамилхлорид	Эпихлоргидрин	Метилаль (ацеталь метилового спирта)	Англин	Тетралин	Фенетол	Циклогексанол	Бензиловый спирт	Бензонитрил	Изоамиловый спирт	Нитрометан	Ацетонитрил	Петролейный эфир	Этиловый спирт	Хлороформ	Скципидар
	Четыреххлористый углерод	Этиленхлорид																				
Дегтевые пеки																						
П. из масла от бурогоугольного дегтя	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	□	□	□	—	—	—	—
Кислотный П. из бурогоугольного дегтя	○	△	○	△	△	△	△	○	△	△	○	△	△	△	○	□	□	□	—	—	—	—
Среднетвердый П. из торфяного дегтя	○	△	○	△	□	△	○	○	△	○	○	△	△	○	○	△	□	□	—	—	—	—
Твердый П. из древеснобукового дегтя	□	△	△	○	○	△	△	○	○	○	△	△	○	○	○	△	△	△	—	—	—	—
Твердый П. из древеснохвойного дегтя	□	△	△	○	○	△	△	○	○	○	△	△	○	○	○	○	△	△	—	—	—	—
П. из костяного дегтя	△	△	○	△	△	△	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	△	△	□	△	—	—
П. из масляногазового дегтя	△	△	○	△	○	□	△	○	—	○	○	△	—	○	○	□	△	□	—	—	○	—
Непосредственные пеки																						
Мягкий стеариновый	○	○	○	△	△	△	○	□	△	□	○	○	○	□	△	△	□	□	△	—	—	○
Твердый стеариновый	○	○	○	□	△	△	○	□	□	□	○	○	△	□	△	□	□	□	○	—	—	○
Хлопковомасляный	△	△	○	○	○	△	△	○	△	△	△	△	△	△	○	△	□	△	□	—	—	□
Шерстяной	△	△	○	□	□	△	△	□	□	□	△	△	△	□	△	□	□	□	○	—	—	△
Монтановосновой	□	□	□	□	□	□	△	□	△	□	△	△	□	□	□	□	□	□	△	—	—	△
Озокеритовый	△	○	○	—	□	△	○	△	△	△	○	○	△	□	○	□	□	□	—	△	—	△
Канифольный (смоляной)	△	△	○	△	○	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	□	□	□	△	—	—	△

○ — растворим; △ — частично растворим; □ — очень мало растворим; (—) — у Э. И. Фипера данных не имеется.

1884 г.); разложением его удается получить различные фракции и в том числе желтое вязкое вещество с 25% О. Остаток кокса после указанной экстракции содержал около 98% С и отвечал формуле $(C_7H_2)_x$; а один из коксов содержал 4,98% Н (Марковников). Исследовалась также красная мазеобразная масса, оседающая в конце перегонного крекинга нефти в шлеме куба и отходных трубок, к-рая кристаллизацией делится на фракции: виридин, карбоцен, карбопетроцен и т. д. (Гвидль). При помощи различных растворителей из петроцена выделяются (Прюнье и Давид) очень высокомолекулярные парафины ($t_{пл.}$ до 85°) и ряд ароматических углеводородов (антрацен, фенантрен, хризен и другие), вышепные члены которых обладают $t_{пл.}$ 300° и содержат 96% С. Из галицийской нефти выделены полициклические ароматич. углеводороды (Клауди и Финк): кракен ($C_{22}H_{14}$) с $t_{пл.}$ 350° и пидцен ($C_{24}H_{18}$) с $t_{пл.}$ 308°; из продуктов японской нефти выделены (Деверс и Никамура) высокоплавкие тела общей ф-лы $(C_4H_2)_x$. Вещества петроценовой группы м. б. разложены каждое на два тела (Мортон), из к-рых одно бесцветно и обыкновенно обладает флуоресценцией, другое же, напротив, окрашено; так, виридин делится на бесцветный петролосцен и зеленый теллен. Содержание окрашенного компонента в подобных парах относительно мало.

Продувочный нефтяной асфальт получается при продувке нефтяных гудронов воздухом при t° 240—300°, причем экзотермичность реакции позволяет пользоваться горячим гудроном с $t_{пл.}$ ниже 180°. К воздуху полезно добавлять горячей пар, что ускоряет процесс, дает более глубокий отгон летучих веществ, более твердый и более однородный продукт. Выход продувочного асфальта—90—95% в отношении гудрона. Химич. состав характеризуется данными табл. 9. Дальнейшие сведения о

ная к-та удаляется либо посредством отмывки простой водою или после предварительной нейтрализации щелочными или щелочноеземельными основаниями (СаО, MgO) либо посредством растворения органич. части в сольвентнафте. Продукт затем продувается воздухом или паром—в первом случае после отмывки, а во втором—после отгонки сольвентнафты. До 1914 г. применялся на з-де Шифрина в Баку первый способ (нейтрализацией известью). Регенерированные асфальты по своим свойствам менее однообразны, чем остаточные или продувочные, и технически менее ценны. Свойства регенерированного асфальта из бакинской нефти характеризуются следующими данными: $D^{15} = 1,11$, t° размягч. по Кремер-Сарнову (3° , проникаемость при 0°, 15°, 25° и 40° = 25, 52, 77 и 113 соответственно, растяжимость 2,6; содержание карбидов 14,4%, асфальтенов 36,1% и золы 2,7%. Регенерированный асфальт отличается от остаточных и продувочных более крупной дисперсностью и потому меньшей однородностью строения, большим содержанием свободного углерода и карбидов, большим содержанием золы (сульфаты Na, Са, Mg) и присутствием органических сульфатов в виде сульфокислот или оксониевых соединений серной кислоты. Цвет его черный. Нефтяные II. относятся к группе II. наиболее трудно окисляемых. Реакция окисления состоит в отнятии водорода, с выделением продуктов в виде воды и летучих веществ, и в обогащении II. углеродом, согласно схеме:



где R_1 и R_2 радикалы нафтенового или жирного рядов. При процессе окисления, если t° не слишком высока (напр. не превышает 150°), нефтяные II. (наряду с древесным II. и естественным асфальтом) обнаруживают при продувке воздуха своеобразную устойчивость и неизменность своих физических и химических свойств.

Табл. 9.—Сравнительные данные в % о составе продувочных асфальтов СССР (по А. Н. Саханову).

Род продувочного асфальта	Асфальтеновые кислоты	Ангидриды асфальтеновых кислот	Асфальтены	Смолы	Масла
Грозненский парафинистый	0,96	4,1	18,5	13,9	61,7
»	0,99	11,0	31,6	12,3	54,7
Грозненский не парафинистый	1,02	8,5	29,7	14,1	56,3
Балаханский	0,97	7,6	26,6	11,9	62,1
»	0,97	10,7	27,8	13,8	57,4

продувочных асфальтах см. *Бэйерлит*. Продувочные асфальты отличаются от остаточных меньшим уд. весом, растяжимостью и твердостью (при той же t° размягч.), худшими цементирующими свойствами, большим содержанием масел и потому более крупной дисперсностью коллоидной системы, но зато большей пологостью темп-ных кривых проницаемости, растяжимости и вязкости и потому большей устойчивостью при изменениях температуры.

Регенерированный нефтяной асфальт, называемый также осадочным, или кислотным, получается из кислотных отбросов от очистки смазочных масел серною к-той. Свободная сер-

2. Дегтевые II. Каменноугольный II. представляет остаток после разгонки каменноугольного дегтя, причем выход II. (40—66% от дегтя) и физические и химические свойства зависят от природы разгоняемого дегтя и от выхода удаленных из дегтя понов. Растворимость этих II. в бензине, этиловом и метиловом спиртах весьма мала (напр. в бензине 10—30%), а в бензоле, хлороформе и сероуглероде, напротив, весьма велика; наиболее легкое и совершенное растворение—в анилино-пиридиновой смеси. Растворы обладают темным цветом, от коричневого до черного, и голубовато-зеленой флуоресценцией. При растворении всегда остается углистый осадок, большим количеством кото-

рого каменноугольный П. отличается от всех прочих. Если пиролиз каменного угля проводится при t° ок. 800° , то соответственные дегти отличаются малым уд. в., значительным содержанием парафинистых тел и сравнительно малым выходом П., тогда как при более высокой t° дегти получаются более тяжелые и содержащие ароматич. соединения, а выход П. больший; в таком П. содержится больше т. н. свободного углерода. Этот П. характеризуется поэтому матовым изломом и малой связующей силой; для лаковых пленок он непригоден. Признаки каменноугольного П.: черная черта, присутствие свободного углерода, видимого под

мягкого П. характеризуется след. данными: 91,60% С, 4,89% Н, 3,20% О+N+S, 0,31% золы. Среднетвердый П., или брикетный П., при обыкновенной t° тверд и легко колется на куски с не очень острыми краями; на солнце быстро расплывается; уд. в. его 1,265—1,285, t° размягчения 60—75°. Твердый П. хрупок, легко рассыпается в порошок и разбивается при ударе на остроугольные звенящие куски с матовым блеском; удельный вес его 1,285—1,330; температура размягчения выше 75°. Сравнительные данные о химическом составе различных каменноугольных пеков по И. Маркусону и М. Пикару сопоставлены в табл. 10.

Табл. 10.—Сравнительные данные о химическом составе каменноугольных П. (по И. Маркусону и М. Пикару, 1922 г.).

Род пеков	Углерод вешества (%)	t° п. по Кремер-Сарнову	Нейтральные дегтевые смолы, растворимые в			Нейтральн. масла (%)	Фенолы (%)	Карбоновые к-ты (%)
			бензоле (%)	хлороформе (%)	пиридине (%)			
Первичнодегтевый мягкий П.	52	1,3	38	20	1	29	4,6	7,4
Первичнодегтевый твердый П.	66	—	32	7	45	14	1,5	0,5
Нормальный мягкий П.	49	14,6	41,6	2,3	11,5	28	0,5	0,5

микроскопом, сравнительно высокий уд. в. (1,2—1,3), большой коэф-т восприимчивости, отчетливый переход от жидкого состояния к твердому и соответственно с этим ломкость зимою и размягченность летом; значительное содержание веществ, нерастворимых в сероуглероде; при нагревании — запах сырого антраценового масла; при окислении хромовой смесью — образование антрахинона; положительная реакция Грефе; щелочная реакция. Бензолрастворимые части каменноугольного пека относятся к ароматическому ряду и при нагревании на водяной бане П. с концентрированной серной кислотой дают водорастворимые сульфокислоты, в отличие от естественных асфальтов, к-рые в тех же условиях образуют водонерастворимые продукты присоединения. По химическому составу представляет сложную дисперсную систему из свободного углерода, нерастворимых углеродных веществ, высокомолекулярных углеводов, фенолов и смол, обладающих способностью высухать, а также соединений азота и серы. По Г. Малатеста в каменноугольном П. ок. 60% веществ формулы $C_{20}H_{10}$ и ок. 40% веществ ф-лы $C_{20}H_{12}$. Карнелли нашел в П. два битумена: один — кипящий между 427 и 439° , легко растворимый в сероуглероде и бензоле, и другой — кипящий при t° выше 439° , размягчающийся при 190° , начинающий плавиться при 220° и вполне расплавляющийся при 320° , едва растворимый в бензоле и более растворимый в сероуглероде. Лемуан отметил в каменноугольном пеке наличие двух ненасыщенных углеводородов: к а р б ю р а (плавящегося между 40 и 50°) и к а р б е н а (плавящегося ок. 200°). По С. Берню карбюры представляют массы консистенции масла, вполне жидкие при 40 — 50° , обладающие бурым, зеленым или черным цветом; это именно они сообщают П. его цементирующие свойства. Различают три сорта каменноугольного П.: М а г к и й П., вязкий при комнатной t° и сохраняющийся в виде кусков только при более низкой темп-ре. Он обладает сильным блеском на поверхности излома, а на солнце расплывается в бесформенную массу с зеркальным блеском поверхности. Уд. вес его 1,250—1,265, а t° п. по Кремер-Сарнову 40 — 60° . По Констану и Ружо элементарный состав

Кислая смола и кумароночная смола. Эти пекообразные остатки, имеющие некое отношение к каменноугольному П., получаются как продукты конденсации и полимеризации при промывке сырого бензола серной кислотой. Кумароночная смола остается в бензольном растворе. Свойства кислой смолы весьма изменчивы в зависимости от качества сырого бензола; нек-рые из этих смол перерабатываются в продукты, заменяющие смолы и П., другие же — идут только на топливо.

Буроугольнодегтевый, или буроугольный П., также лигнитовый П. При разгонке буроугольного дегтя получаются П., называемые буроугольными остатками, а при разгонке кислых смол, выпадающих при химич. очистке буроугольных масел, получается т. наз. кислый смоляной или кислый дегтярный П. Остатки характеризуются темнокоричневой окраской, текуче-твердой или твердой консистенцией (в зависимости от степени отгонки масел), раковистым изломом и сравнительно большим содержанием высокомолекулярных фенолов (положительная реакция Грефе). В отличие от каменноугольного П. буроугольные П. не содержат свободного углерода и потому вполне растворимы в бензоле и сероуглероде; продукты сульфирования их большей частью водонерастворимые. В отличие от древесного П. они содержат присоединенную серу и твердые парафины. Будучи хорошо растворимы в бензине, буроугольные П. идут на защитные краски, а в сочетании с каучуком и другими веществами дают изоляционные материалы. Кислый смоляной П. обладает более высокой t° п., б. или м. сильным блеском, раковистым изломом; в горячем бензоле растворяется вполне или с не-

большим остатком, от буроугольного дегтевого П. отличается большим содержанием серы (ок. 2,2%). Ценится он ниже, чем дегтевый пек. Сравнительные данные о химическом составе буроугольных пеков сопоставлены в табл. 11.

Табл. 11.—Сравнительные данные о химическом составе буроугольных пеков (по И. Маркусону и М. Пикару, 1922 г.).

Род пеков	°м. по Кремер-Сарнову	Карбоиды и карбены (бензо- и перхлориды веществ) (%)	Асфальтены (%)	Нефтяные смолы (%)	Парафинсодержащее нейтральное масло (%)	Окисляемые (жирные к-ты, окислители и фенолы) (%)
Нормальный мягкий пек	31	11	24	11	48	1,8
Кислотный пек (из буроугольного дегтевого смолы)	88	20	36	8,1	26	6
Первичнодегтевый мягкий пек	52	0	30,3	24,8	37,2	7,1

Продукты, получаемые при разгонке загрязненного буроугольного дегтя или генераторного, содержат значительное количество золы, иногда частично пережжены до кокса и потому для ответственных применений не пригодны.

Сланцевый П. получается из продуктов пиролиза различн. битуминозных сланцев и в частности из кукурсита. Как и буроугольный П., он м. б. остаточным (или кубным) и кислотным. Остаточный сланцевый П. получается с выходом 20—25% от дегтя, причем этот выход м. б. повышен продуванием воздуха чрез деготь при разгонке. Из дегтей, полученных перегонкой волжских (Кашперских, Ундорских) и Веймарских сланцев на вертикальной печи системы Сперанского при нагреве до t° 600—700° и перегретом паре, получают П., отличающиеся исключительно высокими технич. качествами. Они нацело растворяются в бензоле, сероуглероде и хлороформе, весьма устойчивы в отношении к-т и щелочей, обладают незначительной вязкостью и усадкой (7,5—7,9%), не содержат парафинов, карбоидов, свободного углерода, к-т, фенолов и омыляемых веществ; кислотное число их 0,01, число омыления 0,47. Выгодное качество сланцевых П. — их хорошая смешиваемость с различными естественными и искусственными битуменами, вследствие чего сланцевые П. хорошо гомогенизируют различные битуминозные составы. Однако необходимо иметь в виду, что данные Маркусона и других исследователей о сланцевых пеках заграничного происхождения не соответствуют свойствам этих П. союзного производства и представляют заграничные П. технически менее ценными, в частности сближая их с буроугольными; возможно, что это объясняется различием производственного процесса. Сланцевый кислотный П., получающийся при сернокислотной очистке сланцевых масел, и хитоловый П., получающийся как отброс ихтиолового производства при промывке спиртом аммиачных солей сульфокислот, по техническим свойствам значительно ниже

кубного; даже после тщательной очистки — отмывки горячей водою, экстракции бензолом или скипидаром и т. д. — они содержат в значительном количестве минеральные соли, сульфокислоты, свободный углерод и летучие (главным образом сернистые) соединения; при плавлении пузырятся, выделяя неприятно пахнущие газы и воду.

Торфяной П. Различают пек, полученный из дегтя моховых торфов с выходом 12—20% от дегтя, и генераторный торфяной П., получаемый с выходом 15—22% при пиролизе по способу Монда. Кроме того можно было бы упомянуть П. из первичного торфяного дегтя, П. из торфяного дегтярного масла и кислотный торфяной П., но в промышленности эти П. еще не вошли. По своим свойствам торфяной П. стоит между буроугольными пеками и древеснолиственными, приближаясь к последнему по мере «молодости» исходного торфа. Этот пек отличается хрупкостью, большою вязкостью в расплавленном состоянии, незначительною силою схватывания, характерным неприятным запахом. Содержит асфальтены, смолы, углеводороды, воскообразные вещества, парафин, непредельные твердые углеводороды, карбены и карбоиды. В бензоле растворим почти полностью (95—100%); t° м. а. изменяется в пределах 120—125°, а удельный вес 1,05—1,15.

Древесный П. Различают много видов древесного П. Наиболее важны лиственничнодревесный дегтевый, или лиственничный, П. (называемый также варом или сапожным варом) и хвойнодревесный дегтевый, или хвойный, П. В соответствии с местностью, производящей его, и некоторыми подробностями производственного процесса, он носит название стогольмского, шведского, архангельского, вологодского, марийского и пр. Каждый из этих видов, в зависимости от производственного процесса, м. б. нормальным, продувным, древеснодегтевым масляным, древеснодегтевым креозотовым и древесногазогенераторным. Лиственный П. добывается из дегтей лиственных древесных пород, гл. обр. бука и березы, тогда как П. осиновый до сих пор не нашел себе технич. применения. Хвойный П. получается (с выходом 70% от дегтя) преимущественно из сосны (*Pinus silvestris*), причем различают пек, получаемый из корневой, и пек, получаемый из стволов. Древесные П. обладают различной консистенцией, причем твердые П. очень мало растворимы в четыреххлористом углероде. При нагревании древесные П. дают характерный креозотный запах. В химич. отношении они характеризуются значительным содержанием оксикислот (до 77% в лиственничнодревесном П. и до 32% в хвойнодревесном) и смоляных кислот (ок. 35% в хвойнодревесном П.). Кроме того в них содержится ароматич. и гидроароматич. углеводороды, жирные к-ты, нейтральные смолы и асфальтоподобные тела. В табл. 12 сопоставлены сравнительные данные о хи-

Табл. 12.—Сравнительные данные о химическом составе лиственнично- и хвойнодревесного П. (по И. Маркусону и М. Пикару, 1921 г.).

Род пева	Консистенция	Нейтр. дегте- рные смо- лы (%)	Неомылае- мые (%)	Фенолы (%)	Оксикислоты и ангидриды (%)	Смоляные		
						к-ты (%)	Жирные к-ты (%)	Минер. ве- щества (%)
Буковый дегте- вый	Хрупкий, легко обрабатываемый в порошок	14	6	1,5	7,7	0	1,5	0
Хвойный дегте- вый	Средней твердости, варообразный	1,5	19,7	8	31,8	35,2	2,8	1

мич. составе древесного букового и хвойного П. Сера и парафин в древесных П. отсутствуют. Хвойный П. почти растворим в абсолютном спирте, тогда как буковый почти нерастворим. Реакция Грефе и реакция Шторха-Моравского положительные, антрахиноновая же реакция отрицательна. Уд. в. хвойного П. (1,10—1,15) несколько ниже, чем лиственничного (1,20—1,30), а цвет хвойного П. светлее; растворимость в сероуглероде и в бензоле больше. Значительное содержание в лиственничном П. кислых составных частей делает его гигроскопичным и весьма растворимым в щелочах, при нагревании же он пучится, разлагается и выделяет едкие пары. В своем натуральном виде хвойный П. не отличается большою устойчивостью, на открытом воздухе окисляется и быстро рассыпается, а с изменением t° сильно меняет свою консистенцию. Технич. свойства хвойного П. могут быть весьма повышены прогреванием с серой в присутствии гидроокиси щелочно-земельных металлов, продуванием горячего воздуха при нагреве или длительном нагревом в сосудах с открытой поверхностью; при этом кислотное число и коэф. омыления его м. б. сильно понижены, а $t^{\circ}_{пл.}$ повышена. Лиственничные же П. при подобных процессах не повышают своих свойств настолько, чтобы сделаться технически пригодными для ответственных применений, особенно в электротехнике. Из хвойного дегтя м. б. получен непоподобный продукт, растворимый в спирте и в щелочах; для этого к дегтю приливают (в отношении 2:1) бензин или сероуглерод при размешивании или центрифугировании.

Газогенераторный П. получается из газогенераторной смолы, с выходом в 90% (от безводной смолы); это—нейтральные, сильно уплотненные вещества, представляющие асфальтообразный продукт гидроароматич. характера; при нагревании с серным цветом происходит их дегидратация и обильное выделение сероводорода. Газогенераторный П. получается из сосны или осины. Технич. применимость его до сих пор не выяснена; однако получение на одном только Урале и в одной только металлургич. промышленности несколько сот тыс. т газогенераторной смолы ставит перед техникою серьезную задачу использования этих отбросов.

Дутый П. представляет остаток от дутого дегтя или точнее смолы—продукта конденсации альдегидов, образующегося при дистилляции сырого древесного уксуса. Он отличается черным цветом и большая часть

его растворима в воде. Хрупкий твердый П. составляет 60% от дутого дегтя, остальное—вода и уксусная к-та (8—16%). Пек технические малоценен и служит гл. обр. топливом.

Канифольный, или смоляной П. (кузнечный П.) получается как остаток при разгонке канифоли, с выходом 16—19% от канифоли. По физическим свойствам этот П. походит на канифоль—обладает канифольным запахом, жирен наощупь, легко поддается небольшому давлению. Цвет его

от желто-коричневого до черного, в последнем случае он хрупок; черта—от желтой до желто-коричневой; при нагревании переход от твердого состояния в жидкое довольно отчетливый; уд. в. 1,08—1,15 при 25°. Температура размягчения 50—95°; содержание золы 1%; в сероуглероде и в бензине растворим; погодостойкостью не отличается. В химич. отношении характеризуется значительным содержанием смоляных к-т (рода абетиновой), значительной омыляемостью, положительными реакциями Грефе и Шторха-Моравского; кроме к-т содержит гидроароматич. высокомолекулярные углеводороды, нейтральные смолы и асфальтообразные тела. Применяется при брикетировании, в производстве корабельного П. и саложного вара, а также в лаках в сочетании с низкосортными П. При прогревании с серой сильно понижает кислотное число и число омыления.

Бургундский П., *бургундская смола* (см.), точнее бальзам, из *Picea excelsa* и *Pinus australis* ошибочно причисляется к П., вероятно за желто-коричневую окраску и непрозрачность, вызываемую эмульгированной в нем водою.

Костяной пек получается при отгонке т. н. дипелевого масла (или дипелевого животного масла) из костяного дегтя, называемого также маслом оленьего рога, в свой черед получаемого как побочный продукт при производстве костяного угля. Этот П. отличается хрупкостью и твердостью, глубоко черной окраской и высоким блеском. Сильно пахнет животным маслом. По физич. свойствам он находится между нефтяным и жировым П. Спиртовым раствором калийной щелочи омыляется почти нацело. В петролейном эфире растворим весьма мало. Химически характеризуется содержанием пиррола, пиридиновых и хинолиновых оснований, жирных кислот и асфальтообразных тел. Идет на твердые защитные и эмалевые лаки. Добыча его незначительна.

Газовые П. Масляногазовый П. получается как остаток с выходом около 10% при разгонке, включительно до антраценового масла, дегтя масляного газа, напр. буругольного, получаемого в свой черед путем пирогенного разложения газовых масел. Этот деготь почти без запаха, консистенции от вязкой до твердо-хрупкой и близок к нефтяному. Нехрупок, блестящ, глубокого черного цвета. Частично омыляется спиртовым раствором калийной щелочи. Не содержит

фенолов и углистых веществ. Состоит из дегтя, смол, нейтральных масел и др. Идет на кислотоупорные мастики, заливочные массы и на электроизоляционные массы. Другие газовые П. (водяногазовый и блаугазовый) не изучены.

Мелассовый П. получается из мелассового дегтя, побочного продукта добычи цианистого аммония из остатков мелассового производства патоки. Тростниковый П., или бегассовый, П., остаток при разгонке дегтя, получаемого пиролизом выжимок сахарного тростника (Begasse); идет на динамитные массы. Свековичный П., продукт разгонки свековичного дегтя, получаемого пиролизом из сахарной свеклы.

Сапропелевый П., остаток разгонки сапропелевого дегтя и масел. Обладает неприятным характерным запахом, легко окисляется, особенно при нагревании. В расплавленном состоянии весьма вязок, а после окисления становится хрупким, темнеет, теряет растворимость в бензоле и не смешивается с другими битуменами. Сапропелевый П. относится к третьей группе битуменов, т. е. легко окисляемых и в этом отношении напоминает торфяной, буроугольный и озокеритовый. Как доказано (Максоров), пропускание воздуха через расплавленный сапропелевый П. быстро и глубоко изменяет его хим. и физ. свойства, так что напр. уже через час кислотное число уменьшается вдвое, содержание бензолонерастворимых частей— в 8 раз, а каплепадение повышается от 101 до 139°. Даже простое хранение мелко раздробленного сапропелевого П. при комнатной t° в открытых сосудах изменяет его свойства, напр. за год количество бензолонерастворимых частей повышается вдвое, t° каплепадения поднимается от 103 до 121°. По химич. составу сапропелевый П. характеризуется содержанием твердых парафинов, восков, твердых непредельных углеводов, масел и смол. В табл. 13 сопоставлены данные о

Табл. 13.—Сравнительные данные сланцевых П. из ошастковского сапропелевого дегтя (по В. В. Максорову).

Род пика	t° по Кремер-Сарнову	t° каплепадения по Уобелде	Удельн. вес при 50°	Карбонды и карбены (бензолонераствор. вещества) (%)	Твердый парафин (%)	Кислотное число	Моющее число
Остаточный	99	101	1,028	3,2	8,0	1,53	57,44
	123	128	1,069	4,7	7,29	1,60	50,90
Остаточный после часовой продувки воздухом при 150°	104	139	—	23,2	8,34	0,74	50,53
	87	113	—	25,6	7,95	0,59	54,83
	63	93	—	19,7	7,91	0,93	50,81

свойствах нек-рых П. из ошастковского сапропелевого дегтя. Балхашитовый П., остаток при разгонке дегтя, получаемого пиролизом балхашита—см. *Балхашит*. Лигнитовый П., из лигнитового дегтя, получаемого из лигнитов, напр. саясонских. Жиропотовогоазовый П., остаток при разгонке жиропотовогоазового дегтя. Последний получается из жиропота, т. е. из жирных кислот, высаживаемых минеральными к-тами из мыльных вод и обезжиривающего щелока при промывке овечьей шерсти. При использовании этих отбросов в га-

зовой промышленности получается в качестве отхода соответственный деготь. Сульфитноцеллюлозный П., из соответственного дегтя, к-рый в свой черед получается как побочный продукт спиртовой промышленности при производстве сульфитной целлюлозы. Деготь этот весьма богат фенолами. Пробковый П., из дегтя, получаемого газовой промышленностью, когда применяются отходы пробки (см. *Пробка*). Этот деготь богат ароматич. соединениями и антраценом. Лиственный П., остаток разгонки лиственного дегтя, получаемого из осенних сухих листьев. Деготь этот богат парафином и креозотом. Шпиковый П., из дегтя, получаемого при пиролизе шишек хвойных пород.

3. Непосредственные П. Дегтевомастляные П. получают продукую различных дегтевых масел—буроугольного, сланцевого, торфяного и посят название по соответственному дегтю. До настоящего времени промышленно наиболее важное место принадлежит из этих П. буроугольному. Животножировые П. Наиболее важный из них стеариновый П. В отличие от твердых, но не тягучих П. и зж и р а, стеариновый П., равно как и П. и з с а л а, отличаются значительной тягучестью. В тонких слоях при прогревании до 120—150° в течение 1—2 ч. этот П. становится б. или м. твердым. Твердый стеариновый П. блестящ, а мягкий—глубокочерного цвета. Пленка из стеаринового П. отличается большой упругостью, вследствие чего этот П. идет в электропромышленности на покрытие эмалью проводов. Другое применение—для пропитки кровельного картона. В сочетании с парафиновым маслом, древесным дегтем и другими веществами стеариновый П. идет на производство черной или темной специальной типографской краски. Химич. свойства стеаринового П. сопоставлены в табл. 14, а сравнительные данные о жирно-

кислотных П.—в табл. 15. Другие животножировые П.: креклованный стеариновый пек, получаемый из стеаринового при производстве из него крекингом смазок для двигателей. Костяножировой П., остаток при дистилляции дезодорированных к-т костяного жира. Этот П. подобен стеариновому и может заменять его. Ворваневый П., остаток при перегонке жирных к-т из рыбьей ворвани; мягкий бурочерный П., почти нацело омыляемый; он идет на производство темных смазочных масел. Вакуумный ворваневый П. с выходом в 54—62% получается как остаток при дистилляции под вакуумом ворвани. Обладает упругостью и по свойствам похож на фактис; состоит из продуктов полимеризации весьма ненасыщенных к-т ворвани.

Растительножировые П. Эти П. получаются из жирных к-т жиров, содержащихся в различных семенах и плодах. Промышленное значение этих П. пока не велико: гл. обр. в производстве бессмольного

Табл. 14.—Сравнительные данные о химическом составе стеариновых пеков (по И. Маркусону, 1921 г.).

Род пека	t° м. по Кремер-Сарнову	Свободные к-ты			Омыляемые		Неомыляемые
		число омылений	по пересчету на масляную к-ту (%)	число омылений	по отношению ко веществу (%)		
Стеариновый а	74	25	13	102	87	13	
Стеариновый б	41	23,1	11,6	55	38	62	
Стеариновый с	—	17,2	8,8	50	24	76	

Табл. 15.—Некоторые данные о жирнокислотных пеках.

Свойства	Исходный материал пека					
	Сало	Жир	Хлопковое семя	Пальмовое масло	Жиропот	Спермацетовое масло
Иалом	—	Раковист.	—	Раковист.	—	—
Черта	Коричневая	Коричневая	Коричневая	Коричнево-черная	Черная	Коричневая
Уд. в.	1,00	1,06	0,95	0,98—1,08	1,02	1,016(15°)
Коэф. восприимчивости	12	22	15—19	29—41	36	—
Связанный С	12	18	9—10	26—34	30	—
Растворимость в С ₂	100	98,5	97—99	96—98	99	—
Растворимость в 88° нефти	98	87	92—100	82—92	99	—
Минеральных частей	0	2,1	0,2—0,4	2,98	0,05	0,48
Число омылений	179	156	151	58,3	125	67,8
t° размягч.*1	—	—	—	—	—	38
Остаток при сульфировании и сера	0	0	0	0	0	0
Кислотн. число	82	44	60	46—113	10,7*2	—
Иодное число	—	—	—	118	126	—

*1 По Кремер-Сарнову. *2 % олеиновой к-ты.

толя, для смазок горячих валцов и как материал при производстве кабелей. Хлопковое масляный П., или т. н. хлопковый П., из жмыхов хлопкового семени получают при добыче из него масла. По свойствам весьма похож на стеариновый П. и может заменять его. Различаются два вида этого П.: один, получаемый при перегонке очищенных жирных к-т хлопкового семени, и другой, т. н. черныи жир (Soapstock или Blackgrease), получаемый из к-т мылового осадка (последний отличается мягкостью и посредственной тягучестью) при помощи серной к-ты. Хлопковые П., наряду с другими жирнокислотными, но с нек-рым преимуществом, идут на специальные черные лаки для покрытия брезентов, причем лаковая пленка обычно отличается особой гибкостью. Покрытие ведется либо погружением изделия в мягкий расплавленный П., либо в раствор его в надлежащем растворителе; затем изделие прогревается при температуре 150—350°. Пальмовое масляный П. Консистенция его от полужидкой до твердой, тягучестью не обладает, уд. в. 1,0062, черный, при нагревании пахнет пальмовым маслом. Образцы, которые были подвергнуты анализу (Дюбоск), содержали 3,44% воды, 38,74% ацетионерастворимых веществ, 5,92% золы и 6,81% углистых веществ. Ку-

курузномасляный пек, из жмыхов при производстве кукурузного масла (см. *Мансое масло*) по консистенции напоминает каучук, но обладает малой тягучестью. Льняномасляный вакуумный П.—остаток при вакуумной дистилляции льняного масла. Пек этот весьма упруг и мог бы служить заменителем фактиса, а также итти на специальные смазки и на лаки.

Животновосковые П. Шерстяной, или ланолиновый, П., также жиропотовый, из жиропота (см. *Воски*); t° м. шерстяного пека может быть повышено, без понижения t° кип. и упругости, прогревом с серою при темп-ре ок. 300°. Применяется гл. обр. как смазка горячих валцов подшипников прессовальных установок с горячей прессовкой и пр. Пчелиновосковой П. при прежних более низких ценах на пчелиный воск получался при производстве т. н. воскового масла при сухой перегонке восковых отходов; применение находил для изоляционных целей. Монтанский, или монтановосковой, П. получается в качестве остатка при дистилляции монтанского воска-сырца; t° размягчения лежит выше 60°, по свойствам отчасти подобен воску, окраска черная. Иногда производится крекирование монтанского

воска для получения смазок и тогда остается крекированный монтановосковой П. Монтанский П. получил в новейшее время большое значение в производстве кабельной изоляции и различных составов для уплотнения и склейки, но дальнейшие сведения об его применении держатся фирмами в секрете. Озокеритовый, или резиновый, П., побочный продукт парафинового (резинового) производства при дистилляции галицийского озокерита-сырца с перегретым паром или без него. Производится в ограниченном количестве. Обладает высокой изоляционной способностью и потому широко применялся в кабельной изоляции, но в настоящее время вытеснен монтанским П. Церезиновый асфальт, или асфальтовый воск, П. озокеритовой кислотной смолы; получается при обработке озокерита-сырца 2—5%-ной серной кислотой при 100—120° с выходом 5—10%, от черного до черно-бурого цвета; масса по виду подобна твердому воску. После нейтрализации и удаления воды может итти в электроизоляционной промышленности. Содержит парафины, нефтяные смолы и асфальтены.

Смоляные П. Канифольный П., остаток при перегонке канифоли с перегретым паром или без него, а также при вакуумной перегонке; от светлбурого до тем-

нобурого, реже черно-бурого цвета тело, весьма хрупкое и вместе несколько клейкое, применяется гл. обр. при производстве пивной смолки, щеточного П. и др.; идет также на пластические массы (напр. 100 ч. П., 100 ч. нефтяного асфальта и 12 ч. серы прогреваются при 180° и после добавления опилок и тяжелого шпата прессуется). Янтарный П., янтарная канифоль, остаток при дистилляции янтаря при добыче янтарной к-ты и янтарного масла; хрупкое, твердое смолоподобное тело от темнобурого до черно-бурого цвета, идет на производство янтарных лаков. Сплавленные копалы д. б. причислены к П. того же рода. Каурикопаловый П. получается с выходом в 10% из масла каурикопала. Глицериновый П., остаток при перегонке глицерина-сырца с перегретым паром. Характеризуется значительным содержанием водорастворимых веществ и минеральных солей, зеленовато-серым или зеленовато-бурым цветом. Идет в производство войлока, на аплретуру дешевых ткацких товаров и на кабельную изоляцию, на чернила, типографскую краску; в сочетании с крезолом и водами сульфитцеллюлозного производства—на дезинфекцию; при нагревании с многоосновными ароматическими к-тами дает водоупорную смолу. Талломасляный П., из таллового масла, или шведской смолы, отхода сульфитцеллюлозного производства, при дистилляции этого масла с перегретым паром. Черный, асфальтообразный, с $i_{н.л.}$ ок. 120°, уд. в. 1,059 при 26,5°, кислотное число 28,8. Содержит 78,4% неомыляемых асфальтообразных веществ. Идет на пропитку крыш, на пластик. массы и электроизоляцию, для чего прогревается с серою при 180°, а затем после замешивания с опилками и тяжелым шпатом, прессуется. Для получения эмульгируемого П. 1 000 ч. таллового масла слабо нагревается с 1 000 ч. минерального масла уд. в. 0,885. После размешивания этой смеси с 40—100 ч. конц. серной к-ты в течение получаса выделяется темный П., к-рый может служить для эмульгирования асфальтов и П. Антраценовый П., остаток дистилляции антраценового масла; черный, твердый, блестящий, почти без запаха. Феноловый, или карболовый, П., остаток при дистилляции сырого крезола, буро-черный, блестящий, с $i_{н.л.}$ 60—80°, при нагревании пахнет фенолом, почти нацело растворим в спирте или в смеси его с бензолом; состоит из смеси конденсированных ненасыщенных многоатомных фенолов. Идет на производство лаков. В одних случаях б. или м. растворяется в едком натре, в других—щелочестоек. Нафтоловый П.—остаток при дистилляции нафтола-сырца, с выходом ~5%; черная, очень хрупкая, блестящая или матовая масса; $i_{н.л.}$ около 110—120°; легко растворима в хлороформе и пиридине, почти растворима в тяжелом бензоле и трудно растворима в спирте. При нагревании пахнет нафтолом, а в кипящем едком натре выделяет нафтол. Идет на лаки и как изоляционный материал в кабельн. муфтах. Для повышения i его клейкости предложено сплавлять с небольшим количеством формальдегида (напр. 300 ч. нафтольного П.

в порошок и 15 ч. 40% раствора формальдегида в присутствии к-т или щелочей); продукт конденсации дает смолу с i клейкости в 112°. П. А. Флоренский и Б. В. Максоровым разработан ряд составов из β -нафтольного П., получаемых в основном проваркою его в воде для удаления растворимых солей и длительным прогревом с основаниями щелочноземельных и особенно тяжелых металлов. Получающиеся при этом продукты могут обладать исключительной для смол твердостью, звонкостью. Большой механической прочностью, соответственно весьма высокой $i_{н.л.}$ при чрезвычайно блестящем и глубоком черном виде поверхности. Нафтиламиновый П., остаток при дистилляционной очистке нафтиламины-сырца; матовочерная хрупкая масса со слабым, но неприятным запахом α -нафтиламина. i клейкости этого П. м. б. повышена тем же способом, как и нафтольного. Нафтеновокислотный П., остаток при дистилляционной очистке нафтенных кислот; обладает характерным запахом этих кислот и б. ч. омыляем. Пудретовомасляный П., остаток при дистилляции масла, получаемого прессовкою и экстрагированием пудрета, выделяемого серной к-тою из промывных вод суконных ф-к; П. представляет мазущуюся черную, богатую жирными к-тами, массу, состоящую (примерно) из 45% воды, 28% масла и 27% шерстяного волокна.

4. Хемопеки (пиксоиды) и хемосафальты. К этому классу относятся пекообразные и асфальтообразные продукты, получаемые при перегонке различных органических веществ (нефтей и их погонов, естественных асфальтов, дегтей, дегтевых масел, смоляных масел, жиров, жирных кислот, восков, смол и многих других) после предварительной обработки их неорганическими или органическими химич. агентами, а также непосредственно, без перегонки, осаждающиеся при подобных химич. процессах. Продукты из естественных асфальтов, нефтей и их погонов и асфальтов носят название хемосафальтов, а при других исходных материалах—хемопеков или пиксоидов. Все вещества рассматриваемого класса делятся на 8 групп, а именно: 1) Осадочные асфальты и П., высаживаемые органич. растворителем из минеральных масел, дегтей и дегтевых масел и т. д. 2) Окисленные асфальты и П., получаемые кислородной или воздушной продувкой нефтей и их погонов, дегтей, дегтевых и смоляных масел. 3) Сульфированные асфальты и пски, получаемые путем воздействия серы (вулканизацией) на те же исходные материалы. 4) Хлорированные асфальты, или П., получаемые из тех же исходных материалов при обработке их хлором или легко отдающими хлор соединениями или летучими соединениями хлора. 5) Кислотные асфальты и П., называемые также кслыми, продукты обработки минеральных дегтевых или смоляных масел, озокерита и т. д. серной или иными минеральными к-тами. 6) Щелочные асфальты, продукты воздействия щелочей на исходные материалы. 7) Гидрированные

а с ф а л ь т ы и П., получаемые из асфальтовых П., дегтей, дегтевых масел, минеральных восков и т. д. гидрированием их. 8) Прочие хе мо а с ф а л ь т ы и хе мо п е к и получают из вышеперечисленных исходных материалов при иных, чем перечисленные, химических процессах. Резкое разграничение этих восьми групп невозможно, т. к. многие продукты м. б. отнесены одновременно к нескольким группам. Самые продукты по своим физич. свойствам мало отличаются от прочих П. и асфальтов и во многих случаях могут заменять их. Хим. обработка нередко дает тела более твердые и более высокоплавкие, чем при иных процессах, но отличающиеся более значительной упругостью, пластичностью и большей нечувствительностью к атмосферным и химич. воздействиям.

Лит.: Д о б р я н с к и й А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М.—Л., 1925; Г у р е в и ч Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; М а л ь и с о н Р., Деготь, пек, битум и асфальт, пер. с нем., Л., 1927; М а р к у с с о в И., Асфальт, пер. с нем., М.—Л., 1926; Л ю б а в и н Н. Н., Техническая химия, т. 6, ч. 2, М., 1914; С т а д н и к о в Г. Л., Химия торфа, М.—Л., 1930; П у х н е р Г., Торф, пер. с нем., М., 1929; З а р е м б о И., Течущие гидровы, «Нефтяное и сланцевое хозяйство», М.—Л., 1923, т. 5, 7—8; С е м е н о в И. С., В помощь ягарию, Екатеринбург, 1917; «Труды Первого уральского съезда деятелей по углеяжению», Свердловск, 1926; Ф л о р е н с к и й П. А. и М а к с о р о в Б. В., К вопросу о рационализации монтажа и заливки кабельных муфт, «Вестник теоретич. и экспериментальной электротехники», М., 1929, 1; М а к с о р о в Б. В., Основные принципы изготовления битумозольных электроизоляционных составов, там же, 6; З в л и н с к и й П. А. и М а к с о р о в Б. В., Изоляционные компаунды из сапропелевого дегтя, «Нефтяное и сланцевое хозяйство», М.—Л., 1925, т. 8, 6; Г а н к а р М., Практич. правила брикетного производства и исследования пека, «ГЖ», 1927, 10. октябрь; F i s c h e r E., Die natürlichen u. künstlichen Asphalte u. Peche, Dresden—Lpz., 1928. П. Флоренский.

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА, вещества, находящиеся в растительных соках: в плодах (яблоки, лимоны и другие), в мясистых корнях корнеплодов (свекла, морковь), в волокнах стебля (лен) и выделяемые из водных растворов спирта в виде студия. Исследованиями Фреми (1840 г.) установлены три П. в.: пектоза, пектин и пектиновая кислота. Пектоза, позднее получившая название протопектина, — нерастворимое в воде вещество, содержащееся в клеточных стенках плодов. В процессе созревания плодов протопектин переходит в растворимое вещество — пектин, который растворяется в клеточном соке (переход протопектина в пектин происходит также при кипячении с водой). Из водного раствора пектин осаждается спиртом в виде студенистой массы; повторным растворением и осаждением можно получить достаточно чистый пектин. Под влиянием пектазы — фермента, находящегося в плодовых и других растительных соках, пектин коагулирует, т. е. превращается в студень, и переходит в нектиную к-ту. По исследованию Сухарина протопектин представляет собой соединение целлюлозы с пектином; при кипячении с водой или разбавленными к-тами это соединение распадается с образованием растворимого пектина (т. наз. гидратопектин). Пектиновая кислота — белый порошок, немного растворимый в воде (возможно приготовить 1%-ный раствор ее); раствор ее опалесцирует; как коллоид

пектиновая кислота очень чувствительна к электролитам, сильно влияющим на ее растворимость; со щелочами дает растворимые соли, а со щелочноземельными и тяжелыми металлами — нерастворимые соли. Пектин в растворе с сахаром и органич. к-тами, взятыми в определенных соотношениях, образует желе. Пектиновая к-та при таких условиях не дает желе. Содержание пектина в плодах и овощах по исследованию Ламп и Гегнес следующее (в %):

Яблоки для варки	1,29	Смородина черная	1,52
» для десерта	0,82	» красная	1,16
Абрикосы	1,03	Крыжовник	1,08
Ренклод	1,14	Малина	0,71
Слива	0,96	Шелковица	0,94
Вишня	0,35	Земляника	0,68

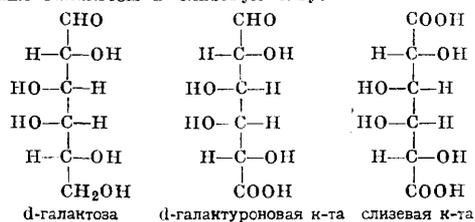
По Конраду содержание П. в. (пектин — гидропектин) в % от сухого вещества:

Земляника незрел.	8,82	Свекла красная	3,82
» зрелая	6,16	Морковь	10,04
Томаты незрел.	5,45	Репа	11,83
» зрелые	2,92	Редис	26,87
Картофель	2,00	Пастернак	10,68

По исследованию Ф. Церветинова и Коротких содержание гидропектина (определенного по способу Мелитца) в свежих яблоках (в %):

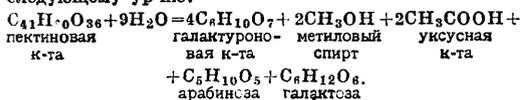
Боровинка	1,51	Апорт	0,85
Коричное	1,24	Антоновка	0,76—1,04
Титовка	1,20	Бельфлёр	0,98
Анис альый	1,19	Кандиль-Синап	0,76
Штрейфлинг	0,72	Шафран красн.	0,94
Бабушкин	0,87	Кальвиль королевский	0,79
Спрыжатель	1,09		

Химич. состав пектина удалось выяснить только в последнее время. При гидролизе пектина Фелленберг (1914—16 гг.) получил арабинозу, метилпентозу, галактозу и метиловый спирт; последний легко отщепляется от пектина уже на холоду при вальцовании с раствором едкого натра, при этом образуется пектиновая кислота. Из этого факта Фелленберг сделал вывод, что пектин есть метиловый эфир пектиновой кислоты. Количество метилового спирта, получаемого при гидролизе пектина, зависит от природы пектина. Фелленберг определил следующие количества метилового спирта в пектине: из апельсина 11,60%, яблок 10,56%, айвы 10,26%, смородины 9,30%, свеклы 8,90%. Такое же распределение пектина на пектиновую кислоту и метиловый спирт происходит в плодах под влиянием пектазы; этим объясняется нахождение метилового спирта в перезрелых фруктах и в плодово-ягодных винах. Еще более разъяснили строение пектина работы Эрлиха (1917 г.). При обработке пектина 70%-ным спиртом в течение нескольких дней отщепляется группа арабана, и в остатке получается вещество, названное Эрлихом пектиновой кислотой. Пектиновые к-ты Фелленберга и Эрлиха — два различных вещества. Пектиновая кислота Фелленберга содержит арабан, но не содержит метоксильных групп ($-\text{OCH}_3$), а пектиновая к-та Эрлиха содержит метоксильные группы, но не содержит арабана. При гидролизе пектиновой кислоты Эрлиха нагреванием до $130-140^\circ$ с 1%-ной серной к-той, или лучше щавелевой к-той, в автоклаве в течение 2—3 ч. получается метиловый спирт, l-арабиноза, d-галактоза и тетрагалактуроновая к-та, представляющая четырехкратный полимер галактуроновой к-ты. Галактуроновая к-та $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_7$ есть промежуточная стадия окисления галактозы в сливевую к-ту:



На основании этих исследований Эрлих рассматривает пектин, как кальциево-магnezияльную соль комплексной ангидро-арабано-галактозидо-метокси-тетрагалактуроновой к-ты. Исследования пектина сахарной свеклы, произведенные Эрлихом и Зоммерфельдом (1926г.

и Эрлихом и Ф. Шубертом (1929 г.), показали присутствие в пектине остатков уксусной к-ты и дали возможность количественно определить состав молекулы пектиновой к-ты; распад молекулы пектиновой к-ты на составные части при гидролизе по Эрлиху идет по следующему ур-ию:



Основным свойством пектина является способность коагулировать, т. е. образовывать гель, растворимый в воде; таким образом пектин является обратимым коллоидом. Для промышленных целей наибольшее значение имеет свойство пектина образовывать желе при варке с раствором сахара и фруктовым соком, содержащим определенное количество к-т. Для образования желе необходимы три ингредиента: пектин, сахар и кислота. По Л. Сингу наилучшее %-ное соотношение пектина, кислоты и сахара для образования желе таково: 1,25 % пектина, 1,05% лимонной к-ты и 54% сахара (в готовом желе). Но при этом надо отметить следующее. 1) Количество пектина, нужное для образования желе, зависит от %-ного содержания метоксильных групп: высокометоксилированные пектины дают плотное желе при концентрации меньшей 1%, даже при 0,5%; при содержании ок. 11% метилового спирта в пектине требуется 1% пектина, при меньшем содержании метилового спирта требуется до 2% и более пектина (в готовом продукте). 2) Количество к-ты, необходимой для образования желе, различно и зависит от природы кислоты, что объясняется различной степенью диссоциации к-т; так, винной к-ты надо брать меньше, чем лимонной. В виду этого правильное делать определение концентрации водородных ионов: при 60—65% сахара и 1% пектина для образования плотного желе R_n д. б. равным 3,1—3,2, а для более мягкого—3,4; при 50% сахара и 0,7—0,9% пектина $R_n = 2,8—3,1$. 3) Лучшее содержание сахара 55%; при сильно желеобразующих пектинах достаточно 50%, а при слабых—60% сахара (в готовом продукте). В общем, при производстве желе, чем больше пектина и кислоты содержится в соке, тем меньше можно брать сахара.

Производство пектина. В виду широкого применения пектина в кондитерском производстве вместо агар-агара и желатины, за границей получило большое развитие производство пектина, в особенности в США и Германии. В СССР производство пектина ведется на кондитерской ф-ке Моссельпрома в Москве, и строится з-д в Гомеле. На практике пектин получается из яблок и citrusовых плодов (апельсины, лимоны). В США имеются з-ды, получающие пектин из белой паренхимной ткани (albedo) кожи citrusовых плодов. Но гл. обр. пектин получается из отбросов при технич. обработке яблок. Для производства яблочного пектина применяется следующее сырье. 1) **Выжимки яблок**, остающиеся при яблочном виноделии; это лучшее сырье для производства пектина, потому что содержащийся в них протопектин вполне сохранен от разложения. 2) **Кожица и сердцевина яблок**, остающиеся

при сушке яблок; в кожине пектина больше, чем в сердцевине. 3) **Яблочные вытерки**, остающиеся при производстве яблочного теста; этот материал значительно хуже предыдущих, т. к. в нем меньше протопектина вследствие частичного разложения его при ошпаривании яблок. 4) **Падалца яблок**. Количество пектина в яблоках постепенно увеличивается с возрастом плода, достигая максимума в середине сентября, а затем количество пектина уменьшается. Содержание пектина в антоновских яблоках по месяцам таково: в июне 0,42%, июле 0,66%, августе 1,26%, сентябре 1,62%, октябре 1,15% и ноябре 0,73%. Т. о. для производства пектина можно пользоваться падалцей, начиная с середины августа; падалца более раннего времени дает меньший выход пектина, к-рый кроме того обладает слабой желеобразующей способностью. Сырье для получения пектина лучше брать в сухом состоянии, потому что с высушенными выжимками и другими яблочными отбросами выщелачивание и экстракция идут легче, т. к. они образуют рыхлую массу. Заводское производство пектина складывается из следующих операций: 1) **Выщелачивание холодной водой**. Цель этой операции состоит в удалении из выжимок путем диффузии сахара, к-т, солей, ароматич. и красящих веществ. Промывку холодной водой ведут до тех пор, пока стекающая промывная вода не будет иметь уд. в. меньше 1,003. Промывка имеет громадное значение для качества получаемого пектина и д. б. проведена особо тщательно. 2) **Экстракция**. Промытые выжимки подвергаются экстрагированию горячей водой, при котором протопектин разлагается на целлюлозу и пектин, причем последний переходит в раствор. Чем выше t° экстрагирующей воды, тем меньше времени требуется для полной экстракции; обычно экстракция производится при 85—100°. Применение более высоких t° , т. е. ведение этого процесса в автоклаве (115—120°), повышает выход пектина, но понижает его качества вследствие отщепления метоксильных групп. Воды для экстрагирования берется в 4—6 раз больше (по весу) промытых выжимок. В. Руккер рекомендует прибавлять 0,2% молочной к-ты для ускорения экстракции и увеличения выхода пектина. 3) **Прессование проваренных выжимок**. После экстракции вся масса из чана идет на пресс (гидравлич. винодельческий пресс) для отделения раствора. 4) **Осветление пектинового раствора**. Для удаления взвешенных частиц горячий раствор подвергают центрифугированию, что удобно производить на сепараторе «Альфа» Лаваль с чистом об/м. не менее 7 000. В США пектиновый раствор обрабатывается ферментами, превращающими крахмал в сахар и белки в аминокислоты. Для этого можно пользоваться америк. препаратом протозима или препаратом такодистаз. Обработку ферментами ведут при 48—49° в течение 20—60 минут. 5) **Обработка углем**. Для обесцвечивания и дезодорирования пектиновый раствор обрабатывают

активированным углем. Прекрасно действует американский активированный уголь «Дарко», к-рого берется 0,3—0,3% от веса раствора; обработка ведется при 77—82° в течение 35—40 минут. 6) Фильтрование. Для окончательного осветления пектиновый раствор фильтруют через фильтр-пресс с применением асбест-целлюлозы. 7) Сгущение пектинового раствора ведется в вакуум-аппарате до желаемой концентрации (с содержанием 5% пектина и больше). Полученный пектиновый экстракт (жидкий пектин) разливают в жестянки, к-рые герметически закупоривают и пастеризуют при 75—77° в течение 30 мин.

Пектиновый порошок. Для получения пектина в сухом виде пектиновый экстракт высушивают в сушилках с разбрызгиванием, например в сушилках системы Краузе. Получение сухого пектина возможно путем осаждения его из раствора спиртом или минеральными солями; но эти способы на практике еще не применяются.

Применение пектина. Главнейшее применение пектиновые препараты находят в кондитерской промышленности вместо агар-агара. В виду того что пектиновые препараты, выпускаемые различными фабриками, отличаются по своим желеющим свойствам, на ф-ках желе и джема, для к-рых за границей пектин находят громадное применение, приходится постоянно вести лабораторный контроль производства. Применение пектина в производстве желе дает возможность готовить желе из любого ягодного и фруктового сока, даже содержащего очень мало пектина (напр. вишня, ананасы), кроме того при применении пектина желе получается лучшего вкуса, аромата и цвета, что зависит от того, что желе в этом случае готовится при очень непродолжительном нагревании (необходимом для растворения сахара), между тем как при старом способе производства желе приходится кипятить плодовой сок с сахаром в течение долгого времени для того, чтобы уварить сок до той концентрации пектина, при к-рой желе будет застывать. В СССР пектин нашел применение в производстве сухой пастилы и мармеладной начинки для карамели. Кроме кондитерской промышленности пектин имеет другие применения; из них некоторые интересны в практическом отношении.

Пектин как эмульгирующее вещество. Пектин может быть использован в качестве эмульгирующего вещества для жирно-водных эмульсий. Он успешно применяется для эмульгирования касторового масла и минеральных масел. Эмульсии касторового масла имеют белоснежный цвет, обладают консистенцией меда и почти лишены неприятного вкуса; к ним можно прибавлять различные сладкие и ароматич. ингредиенты. В США пектин идет для приготовления майонеза (эмульсия прованского масла в воде с яйцом) и при составлении эмульсий для обрызгивания деревьев. Пектин может применяться как клей, т. к. обладает значительной клейкостью. Клей, приготовленный из пектина, д. б. законсервирован для предупреждения его порчи

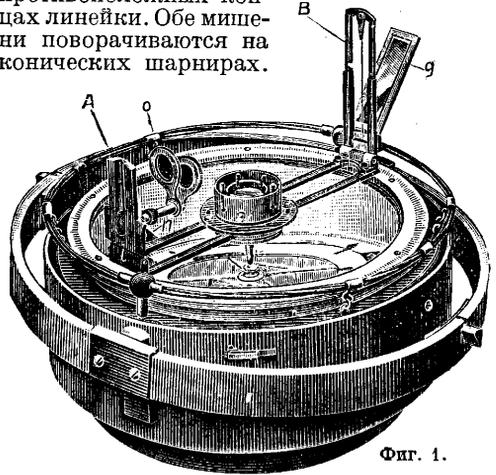
от микроорганизмов. Пектиновый клей совершенно лишен запаха. Пектин применяется также при приготовлении взбитых сливок для увеличения стойкости их; в США готовятся порошки для взбитых сливок и глазури, содержащие до 10% пектина. Опыты над применением пектина в производстве мороженого показали, что пектин имеет в этом отношении некоторое преимущество перед желатиной.

Лит.: Церевитинов Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, стр. 60—103, Москва, 1930; Sucharipa R., Die Pektinstoffe, Braunschweig, 1925; Rooker W. A., Fruitpectin, N. Y., 1928.

Ф. Церевитинов.

ПЕЛЕНГАТОР, в морском деле, прибор для определения направлений с корабля на различные земные предметы или небесные светила. Посредством П. фиксируется положение вертикальной плоскости, проходящей через пеленгуемый предмет, угол же, составленный этой плоскостью с компасным меридианом, определяется по компасу. Таким образом П. составляет неотъемлемую часть всякого главного *судового компаса* (см.). По роду своего устройства П. разделяются на: 1) обыкновенные, 2) оптические и 3) радиопеленгаторы.

Обыкновенные П. состоят из медной линейки с двумя мишенями—глазной А и предметной В (фиг. 1), укрепленными на противоположных концах линейки. Обе мишени поворачиваются на конических шарнирах.

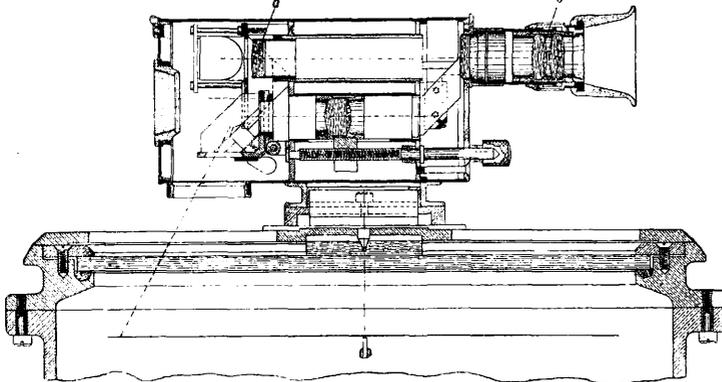


Фиг. 1.

Предметная мишень представляет собой медную рамку с натянутой по середине ее металлической нитью, а глазная мишень—медная планка с прорезью по середине и круглым или овальным отверстием внизу. Вертикальная плоскость, проходящая через нить предметной мишени и середину прорези глазной мишени определяет собой визирную плоскость П. Вдоль глазной мишени скользит в медной оправе маленькая прямоугольная трехгранная стеклянная призма *н* с полным внутренним отражением и с увеличением в 4—5 раз. С глазной же мишенью связаны темные светофильтры *о* (при визировании на солнце), а с предметной—зеркало *г* (для визирования на светила). Чтобы взять посредством обыкновенного П. пеленг какого-нибудь предмета, наводят П. на этот предмет и, смотря в прорезь глазной мишени, совмещают середину предмета с нитью

предметной мишени и серединой прорези глазной мишени, т. е. приводят предмет в визирную плоскость П. Опустив затем взор сквозь отверстие вниз глазной мишени замечают, против какого деления картушки, отраженной в призме, приходится нить предметной мишени и делают, как говорят, «отсчет компасного пеленга» предмета. Неудобство обыкновенного П. в том, что пеленгование производится простым глазом, и в пасмурную погоду, когда далекие предметы слабо освещены, пользоваться таким П. довольно затруднительно. Ночью необходимо иметь приспособление для освещения слабым светом нити предметной мишени, к-рая не видна, и делений картушки для производства отсчета.

Оптический П. состоит из горизонтальной зрительной трубы, скрепленной с цилиндрич. подставкой, посредством к-рой П. устанавливается на чашку обыкновенного П. = компаса (фиг. 2). Труба оптич. П. имеет увеличение ок. 3. В оптич. П. имеются две



Фиг. 2.

оптич. системы. Одна—система зрительной трубы служит для рассматривания пеленгуемого предмета. Она состоит из объектива *a* и окуляра *b*, т. е. соответствует оптической системе астрономической трубы. Для получения прямого изображения пеленгуемого предмета перед объективом помещаются две призмы Порро. Другая оптич. система имеет назначением дать действительное и прямое изображение части картушки с делениями в фокальной плоскости объектива трубы. Т. о., смотря в трубу, мы увидим в верхней половине поля зрения пеленгуемый предмет и тонкую черту, играющую роль нити предметной мишени обыкновенного П., а в нижней половине—деления картушки, по к-рым и делаются отсчеты. Употребляющийся в нашем флоте оптич. П. сист. з-да «Большевик» дает прямо пеленг предмета, а не отсчет пеленга, как обыкновенный П. Н. Саколлари.

П. в радиотехнике, радиопеленгатор, приемная радиостанция, в к-рой направленные свойства приемной антенны используются для определения азимута (см.) направления распространения электромагнитных волн принимаемого сигнала. Процесс пеленгации заключается в том, что вращают антенную систему или часть ее, пока характерное изменение в силе принимаемого сигнала не определит нек-рого направления,

находящегося в известном соотношении с направлением распространения принимаемой электромагнитной волны. Положение вращающейся части определяется с помощью лимба с нанесенными на нем делениями в направлении вращения часовой стрелки. П. применяется гл. обр. как вспомогательный прибор, для целей навигации и аэронавигации, для военных нужд, для горных разведок полезных ископаемых, для целей метеорологии—определение движения атмосферных помех (см.) и т. д. С помощью одного П. определяют направление на передающую радиостанцию или в случае двух передающих радиостанций, месторасположение к-рых известно, определяют свое местонахождение методом засечек (см.). В случае наличия 2 П., расположенных на нек-ром расстоянии друг от друга, определяют местоположение искомого передающей радиостанции или вообще источника электромагнитных колебаний.

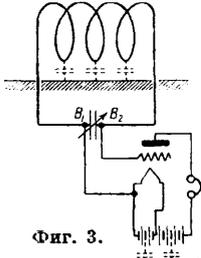
Системы П. В настоящее время практич. применение имеют следующие системы П.:

- 1) поворотная рамка, 2) двойная рамка Робинсона и 3) видоизмененная сист. Беллини—Този. Как на П. ближайшего будущего следует указать на П. сист. Эйдюка. Из П., вышедших уже из употребления, наибольшее применение в прошлом имел П. со многими, совершенно одинаковыми, направленными антеннами (полукруглыми или замкнутыми), причем приемник с помощью коммутатора переключался с одной антенны на другую. Эта система имела то преимущество, что она м. б. применена к любому

приемному устройству, не требуя в последнем никаких изменений. Недостатки—большое количество электрически подобных антенн, солидной конструкции мачта, сложный и капризный в эксплуатации коммутатор, сравнительно небольшая точность пеленгации (около половины угла между антеннами).

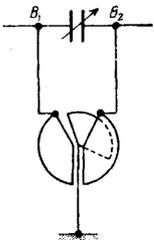
Основная часть рамочного П.—небольшая многovitковая рамка (см.) диаметром обычно ок. 1—2 м, имеющая форму правильного мн-ка. С осью вращения рамки жестко связан лимб и на оси же обычно находятся контактные кольца, к-рые через щетки обеспечивают электрич. контакт витков рамки с выходным контуром приемника. Характеристика направленного действия рамки, как и всякой замкнутой антенны (см.), подчиняется закону косинуса, аргументом к-рого является угол, образуемый направлением на передатчик с плоскостью рамки. При пеленгации рамкой минимум приема (нуль приема) получается в положении плоскости рамки, перпендикулярном направлению на передатчик. Практически ряд обстоятельств искажает теоретическую кривую направленного действия рамки, смещая положение минимума, размывая его в некоторых случаях до полной невозможности пеленгования. К этим обстоятельствам относятся следующие.

а) Способ намотки рамки; при соленоидальной намотке получается боковой эффект рамки, который дает смещение минимума на угол δ , но не размывает минимума. Угол δ вычисляется из выражения $\text{tg } \delta = \frac{\sigma}{nS}$, где σ —площадь замкнутой фигуры, образуемой проекциями витков рамки на плоскость, перпендикулярную плоскости рамки; n —число витков рамки и S —площадь каждого витка. Обычно ошибка δ меньше одного градуса и легко устраняема. К явлению бокового эффекта относится и эффект Блябермана (емкостная связь между отдельными витками рамки с учетом шунтирующего эти емкости провода). Смещение минимума в этом

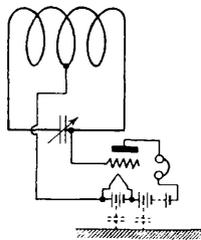


Фиг. 3.

случае при неблагоприятных обстоятельствах вообще не превосходит $1/4^\circ$. б) Расположение выводов рамки в плоскости, не совпадающей с плоскостью рамки, при некотором удалении проводов друг от друга, дает эффект, отчасти аналогичный боковому эффекту рамки; обыкновенно эта ошибка незначительна. в) При приключении рамки к приемнику получается электр. асимметрия рамки, обусловленная вносимой в контур рамки емкостью относительно земли, аккумуляторов и телефона, присоединенных при схеме (фиг. 3) к одному из зажимов рамки. Получается т. н. эффект открытой антенны, который обычно устраняется или введением специального конденсатора—компенсатора, состоящего из двух групп неподвижных пластин и одной группы подвижных и подключаемых согласно схеме фиг. 4, или в сильной степени ослабляется приключением приемника к рамке по схеме фиг. 5.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

Электрич. асимметрия рамки крайне вредна для П., т. к. ток эффекта открытой антенны обычно находится не в фазе с током рамки, что ведет не только к смещению минимума, но и к его приугублиению вплоть до уничтожения возможности пеленгования. г) К аналогичным явлениям ведет расположение невдалеке от П. какого-либо резонатора, настроенного на волну П. Резонатор прибавляет к принимаемой волне составляющую, обыкновенно не совпадающую ни по фазе ни по направлению с пеленгируемой радиостанцией. К тем же результатам может привести и непосредственный прием отдельными контурами усилителя при несовершенной экранировке последнего.

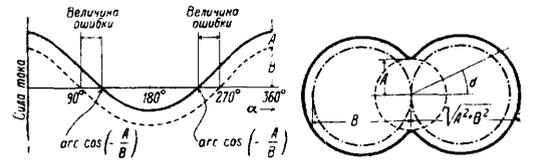
Все указанные выше обстоятельства с точки зрения влияния на характеристику направленного действия рамочного П. могут быть обобщены след. обр. 1) Кроме тока рамки имеем ток эффекта открытой антенны не в фазе с током рамки. 2) Кроме тока рамки имеем ток бокового эффекта рамки или, в более общей форме, ток смещения не в фазе с током рамки. В первом случае характеристика направленного действия рамочного П. выражается следующей ф-лой:

$$I_p = \sqrt{A^2 + B^2 \cos^2 \alpha + AB \cos \alpha \cos \beta} \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{2} - \gamma), \quad (1)$$

где

$$\gamma = \text{arc tg } \frac{A \sin \beta}{B \cos \alpha + A \cos \beta};$$

здесь A —амплитуда тока эффекта открытой антенны, B —амплитуда тока рамки, α —угол между плоскостью рамки и линией, со-



Фиг. 6.

Фиг. 7.

единяющей передатчик с рамкой, β —сдвиг фаз между током рамки и током эффекта открытой антенны. Во втором случае:

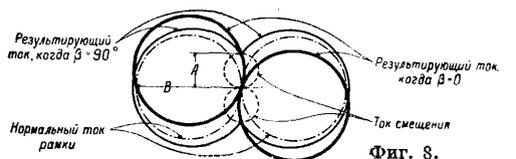
$$I_p = \sqrt{A^2 \sin^2 \alpha + B^2 \cos^2 \alpha + AB \sin 2\alpha \cos \beta} \cdot \sin(\omega t - \frac{\pi}{2} - \gamma). \quad (2)$$

где

$$\gamma = \text{arc tg } \frac{A \sin \alpha \sin \beta}{B \cos \alpha + A \sin \alpha \cos \beta};$$

здесь A —амплитуда тока смещения. 3) Возможно наконец одновременно наличие тока рамки, тока эффекта открытой антенны и тока смещения. Фиг. 6 и 7 изображают диаграммы направленного действия по ф-ле (1) для частных случаев, когда $\beta=0$ (фиг. 6) и когда $\beta=90^\circ$ (фиг. 7). Фиг. 8—полярную диаграмму по ф-ле (2) для частных случаев, когда $\beta=0^\circ$ и когда $\beta=90^\circ$.

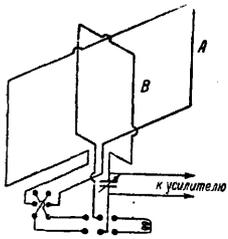
П. сист. Робинзона—единственный из П. с двойной поворотной рамкой, нашедший себе практич. применение. Основное принципиальное отличие его от рамочного П. заключается в том, что он пеленгует при некоторой силе приема, получаемой от вспомогательной рамки и накладываемой на минимум основной рамки. П. сист. Робинзона представляет преимущества в тех случаях, когда приходится пеленговать при значи-



Фиг. 8.

тельным уровне шумов в приемнике. Конструктивно П. сист. Робинзона представляет собою (фиг. 9) две взаимноперпендикулярные, жестко связанные между собой рамки A и B , вращающиеся вокруг общей оси. Электрически связанные последователь-

но друг с другом они располагаются так, что вспомогательная рамка B (обычно по действующей высоте втрое меньшая основной) направлена своей плоскостью ориентировочно на передающую станцию, основная рамка A непрерывно с помощью переключателя изменяет на 180° направление приключения своих витков к малой рамке. Правильный пеленг определяется тем положением, при котором переключение витков основной рамки не меняет силы приема принимаемой радиостанции. Эта система, кроме ошибок, свойственных обычному рамочному пеленгатору, подвержена еще ошибке, которая вызывается емкостью или индуктивн. связью между обеими рамками. Последняя вызывает

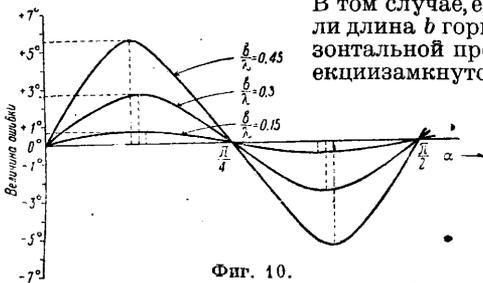


Фиг. 9.

смещение пеленга на угол $\delta = \frac{\pi}{2} - \theta$, где $\theta = \arctg \frac{Z h_a}{\omega M h_b}$. Здесь Z — кажущееся сопротивление настроенной двойной рамки, M — коэффициент взаимной индукции между основной и вспомогательной рамками, h_a — действующая высота основной рамки, h_b — действующая высота вспомогательной рамки.

Одной из самых распространенных систем является П. сист. Беллини—Този, видоизмененный Маркони. Эта система наиболее распространена в Англии. В этом П. антенная система неподвижна. Она состоит из 2 совершенно одинаковых взаимно перпендикулярных, симметричных относительно общей вертикальной оси, аperiodических замкнутых антенн (см.). Для пеленгования служит искательная катушка, вращающаяся внутри двух антенных катушек, расположенных взаимно перпендикулярно и имеющих ось симметрии, совпадающую с осью вращения искательной катушки. Эта система катушек называется гониометром (см.). Пеленгование производится по минимуму.

В том случае, если длина b горизонтальной проекции замкнутой



Фиг. 10.

антенны пренебрежительно мала по сравнению с длиной волны, то необходимый пеленг будет давать ошибку, изменяющую свою величину и знак в зависимости от истинного направления на пеленгируемую радиостанцию. Величина ошибки дважды повторяется в каждом квадранте, в виду чего характер ее изменений назван октанальным. Кривые на фиг. 10 дают изменения величин ошибок в каждом квадранте для различных значений $\frac{b}{\lambda}$. В практике

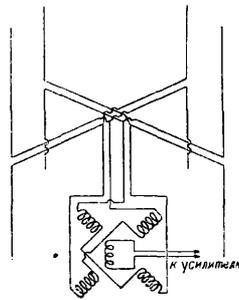
средних и длинных волн эти случаи не встречаются. При паразитной связи между замкнутыми антеннами (контурами) сист. Беллини—Този получаемый пеленг определяется углом α' , определяемым в свою очередь из следующего выражения:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{E_A M - E_B L_A}{E_A L_B - M C_B},$$

где M — коэффициент взаимной индукции между контурами, E_A и L_A , E_B и L_B — эдс и самоиндукция соответственно контуров A и B . Этот угол отличается от истинного азимута α , определяемого из выражения

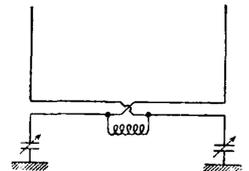
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{E_B L_A}{E_A L_B}.$$

При аperiodич. контурах ($\alpha' - \alpha$) не меняется с частотой. Это позволяет парализовать влияние паразитной связи с помощью



Фиг. 11.

дополнительных катушек, включаемых в антенны и связываемых друг с другом так, чтобы их взаимная индукция $M_1 = -M$. Ос-



Фиг. 12.

тальные ошибки, коих следует остерегаться при пользовании системой Беллини—Този, — см. Гониометр.

Разобранные системы П. основаны на положении, что плоскости поляризации электромагнитн. волны нормальны. Если вектор напряженности электрич. поля лежит не в плоскости распространения электромагнитной волны, то пеленгация происходит с большими ошибками и часто невозможна. Этим и объясняются явления т. н. ночных ошибок, выражающиеся в том, что ночью, в особенности при заходе и восходе солнца, минимумы не остаются на одном месте, показывают неправильное направление, часто исчезают совсем, что объясняется вращением плоскости поляризации при отражении волн от слоя Хивисайда. Причина становится ясной, если рассмотреть отдельно направленное действие антенной системы: 1) с точки зрения приема составляющей напряженности электрич. поля, расположенной в плоскости распространения электромагнитной волны, и 2) с точки зрения приема составляющей той же напряженности поля, расположенной перпендикулярно плоскости распространения волны. Для устранения ночных ошибок Эйдкок предложил систему (фиг. 11), в которой устранена возможность приема горизонтальной составляющей вектора напряженности электрич. поля. В этой системе горизонтальные провода и приемник расположены в случае средневолнового пеленгатора на высоте порядка 10 м над землей. В последние годы в Национальной физической лаборатории в Англии Барфильдом проделан успешный опыт видоизменения системы Эйдкока

в направлении снижения горизонтальной части к уровню земли путем включения балластных конденсаторов в нижние заземленные концы антенн (фиг. 12).

Пеленгация коротких волн весьма затруднительна по тем же причинам, по к-рым затруднительна ночная пеленгация длинных и средних волн и находит свое разрешение по тому же пути, по к-рому идет устранение ночных ошибок. При этом устранение приема горизонтальными частями антенны находит нек-рое разрешение, кроме схемы фиг. 9, в тщательной экранировке горизонтальных проводов (установка Эккерслея). Для близких расстояний не устранена возможность применения рамочного П. для пеленгации коротких волн.

Рамочный П. и П. сист. Беллини—Този с помощью несложных дополнительных приспособлений дают возможность одностороннего пеленгирования, пользуясь *кардиоидной схемой* (см.). Обыкновенно в этих случаях точный пеленг получают методом двустороннего пеленгирования, а кардиоиду используют только для исключения одной из сторон. Это объясняется большей остротой минимума в восьмерочной характеристике по сравнению с кардиоидой.

Горы, сильно пересеченная местность, преломление вдоль берега, непосредственная близость к телеграфным и телефонным проводам и к линиям высокого напряжения, некоторые метеорологические явления — все это может дать место отклонениям пеленга, причем в нек-рых случаях эти девиации объясняются тем, что условия местности вызывают искажение плоскости поляризации электромагнитной волны. Желательно пеленгатор располагать на открытой в радиусе 50—100 м площадке. Большая статистика, накопившаяся по вопросу пеленгации днем средних и длинных волн, дает для основных систем П. примерно одинаковую цифру точности: средняя ошибка $\sim 1^\circ$.

Лит.: Баженко В. И., Основы теории радиоприема, вып. 1, Москва, 1930; Куксенко П. Н., Направленный радиоприем, М., 1930; Keen R., Wireless Direction Finding a. Directional Reception, L., 1927; Mesny R., Usage des cadres, et radiométrique, P., 1925; Leib A. u. Nitzsche D., Funkpeilungen, B., 1926; Palmer L. S., Wireless Principles a. Practice, p. 433—492, L., 1928; Eckersley T. L., An Investigation of Short Waves, «Journal of the Institution of the Electrical Engineers», L., 1929, v. 67; Michéissen F., Untersuchungen über die Peilbarkeit kurzer Wellen bei Tag und Nacht, «Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie», B., 1927, v. 30, H. 6; Fischer F. A., Kurzwellenpeilversuche mit Rahmen und Hilfsantenne auf grössere Entfernungen über See, ibidem; Barfield R. H., Recent Developments in Direction—Finding Apparatus, «Journal of the Institution of the Electrical Engineers», L., 1930, v. 68, 404; Pungs L., Die Funkpeilung, Taschenbuch der drahtl. Telegr. und Telephonie, hrsg. v. F. Bannettz, B., 1927. И. Милейкович.

ПЕМЗА, изверженная горная порода, представляющая собой очень пористую или пухлястую, иногда трубчатую-ячеистую, пенную разность вулканического стекла. Пористость пемзы в отдельных случаях достигает 80%. Перегородки между порами представляют б. или м. тонкие пластинки стекла с острыми, режущими краями. Тв. П. ок. 6. Цвет в зависимости от содержания гл. обр. окислов Fe от белого и голубого до желтого, красного и даже черного. Уд. в. 1,9—2,2,

объемный же, благодаря наличию большого количества пор, в пределах 0,4 (высшего сорта—0,9); кусковая П. плавает на воде; $t^{\circ}_{пл.}$ 1 300—1 450°. В химич. отношении П. довольно разнообразна, что объясняется тем, что они могут происходить от различных по своей кислотности магм. Главная масса П. однако связана с магмами кислыми—липаритами и дацитами. Поэтому большинство П., обращающихся в промышленности, характеризуется высоким содержанием SiO_2 (68—73%) и щелочей (R_2O —5—8%). Кроме того существенную роль в составе П. играет Al_2O_3 (в среднем 11—15%). Все остальные окислы попадают в значительно меньших количествах. Несколько отличаются по своему составу от других германские П. (район Лаахернского озера), дающие пониженный % SiO_2 (50,06—58,32%) при повышенном содержании щелочей (до 15,88%); связаны они с трахитами. По условиям своего образования П. связаны с излившимися горными породами и являются или 1) просто местной структурной разновидностью застывшей лавы или 2) рыхлым продуктом деятельности вулкана—результатом происшедшего в кратере взрыва, разбросавшего вокруг вулкана различные выбросы П.—пепел, песок, вулканич. бомбы и т. п. Благодаря этому П. в своих месторождениях часто залегают совместно с различными вулканич. пещлами и туфами. Месторождения П. делятся на три группы: коренные, насыпные и вторичные. В первых можно наблюдать постепенные переходы от чистого и плотного стекла к пористой распузыренной газами П.; вторичные (результат переноса и позднейшего перетолжения П.) встречаются сравнительно редко; сюда напр. относятся нек-рые месторождения П. в окрестности Эмса (перенос водой), в Кохинхине (на берегу моря), а в СССР—Уллу-Чиранское и возможно Чучхурское месторождения в Карачае (перенос ледниками).

Применение П. в промышленности в последние годы начинает широко развиваться. В качестве абразивного материала П. применяется в дерево- и металлообделочном, валяльном, кожевенном деле и других, кроме того идет для шлифовки мрамора, кости и при обработке литографических камней. Применение П. в качестве абразивного материала обусловлено ее острорежущими свойствами, вызываемыми наличием тонких стекловатых перегородок между порами. С этой точки зрения вредной для П. примесью, сильно понижающей качество продукта, являются включения различных минералов. Из таких включений в П. известны: кварц, магнетит, санидин, оливин, роговые обманки, гипертен, слюда (биотит), кусочки стекла и др. Пемзовая мелочь идет на изготовление пемзовых брикетов, бумаги и полотна. Для получения брикетов часто применяется также и крупнокусковая П., мелко размолотая и затем сцементированная. Наиболее чистые бесцветные сорта П. применяют в качестве наполнителей. Наибольшее применение однако в последнее время П. начинает приобретать в строительной промышленности, где она гл. обр. идет для изготовления пемзобетонов (Bimsbeton, Schwemmstein), являю-

щихся разновидностью теплых бетонов; при этом П. является инертной составной частью бетона, придающей ему ряд специфич. теплотехнич. свойств: незначительный вес невысокую теплопроводность, высокое сопротивление денудационным влияниям атмосферы, естественную вентиляцию кладки (связанную с высокой пористостью), огнестойкость и несгораемость. Пемзобетонная промышленность поглощает пемзовую муку, песок и щебень; последний материал имеет размер от 5 до 65 мм; основным условием приемки его является объемный вес (0,4—0,6). Вкрапленники, столь вредные для абразивной пемзы, особенно значимы для строительства не имеют. Пемзовые песок и пепел кроме того применяются в качестве гидравлических добавок.

В химич. промышленности П. идет для фильтров, сушильных аппаратов, в качестве подкладки для катализаторов (платиновых или в последние годы ванадиевых), при контактном способе производства серной к-ты и др. Проводившимися в 1929/30 г. опытами установлена возможность получения из пемзовых отбросов путем специальной их предварительной обработки хороших отбеливающих препаратов для очистки нефтяных и животных масел. В последние годы налаживается использование П. в качестве сырья для стекольной промышленности (получение из П. зеленого бутылочного стекла); автором настоящей статьи ведутся опыты по получению бесцветного стекла.

К второстепенным применениям П. относятся: 1) использование ее в тонкоизмельченном виде как примесь (в количестве 19—26%) к обычному мылу; 2) использование в качестве порошка для чистки металлов и т. д., куда идет особо тонко измельченный материал (использование абразивных свойств); 3) в виде прибавки к зубному порошку, причем однако такие добавки П. должны рассматриваться как вредные (так как они портят зубную эмаль); 4) наконец в 1930 году стало известно о проводимых опытах по применению П. в составах для огнеупорителей. Методы оценки П., требования к сырью (стандартизация) окончательно еще не выработаны.

Месторождения. Образуются в результате вулканич. деятельности, П. встречаются почти всюду, где известны проявления вулканизма, однако промышленное значение приобрели лишь немногие, находящиеся недалеко от берега моря. Мировое значение имеют месторождения высокого качества П. на Липарских о-вах (единственные в мире, работающие на экспорт). Все остальные месторождения имеют подчиненное местное значение; так, в США П. добывается на тихоокеанском побережье; в Германии добывается П. идет для изготовления пемзобетонов. Главные месторождения П. в СССР находятся в Армении, все остальные — имеют подчиненное значение. Разработкой месторождений в Армении в настоящее время занят Гострест Арменпемза, эксплуатирующий рудники в районе селения Зага и карьеры в селении Маймуджук (оба Ленинанканского округа), Анийские рудники (селения Зага, Абдурахман и Еникеф), дающие круп-

нокусовой экспортный материал; последний залегают в массе пемзовых песков и пеплов, запасы которых очень значительны; к рудникам проложена ж.-д. ветвь от станции Ани Закавказской ж. д. Маймуджукское месторождение, дающее кусковой материал, имеет выходы П. на поверхность. К месторождению проводится ж.-д. ветвь от станции Артик Закавказской ж. д. Эти два месторождения пока являются основной сырьевой базой СССР. Из других месторождений П. в Армении, мало изученных, надо отметить: Капанакско-Чирахлинские (высокого качества сырье, небольшие запасы, месторождения испорчены хищнической разработкой), Эйларские (мелочь), Сухофонтанские и др. Вторым районом распространения пемзы в СССР является С. Кавказ, где промышленный интерес представляет пемзовые пеплы Кабардинских месторождений (под Нальчиком связаны с деятельностью Эльбруса), обнаружившие при технологич. испытаниях высокие гидравлические свойства. Запасы их очень велики. Карачаевские пемзовые залежи промышленного значения не имеют. Недавно открытые месторождения северной Осетии (у Эльхотова), очень выгодно расположенные в смысле транспорта, пока не разведаны. Кроме Кавказа в СССР имеются указания на П. на Мурмане, Камчатке и в Дальневосточной области.

Лит.: Микей И. Я., «МС», 1930, 5, 11—12; Иванчиш-Писарев А. А., там же, 1930, 10, 11—12; Михайлов Р. М., Теплый бетон, Москва, 1928; его же, Пемзовые строительные материалы, «СП», 1930, 6—7; Гришкова Н. П., «Миреальная сырьев», 1931, 1. **И. Микей.**

ПЕНЕЛИТ (Panelyte), слоистый изоляционный материал на бумажном основании и с асфальтовым цементирующим веществом; изобретен Сутерландом в Нью Йорке. П. характеризуется черно-коричневым цветом и уд. в. 1,19—1,27 (при комнатной t°). Тв. по склероскопу ≥ 55 . Прочность на разрыв в тангенциальном направлении в среднем не менее $141^{\text{кг}}/\text{см}^2$, а на сжатие не менее $387^{\text{кг}}/\text{см}^2$. Диэлектрич. коэф. при частоте ок. $6 \cdot 10^4$ пер/сек. составляет 4,1, а угол диэлектрич. потерь при той же частоте равен $2,0^\circ$. Удельное поверхностное электрич. сопротивление не менее $1,0 \cdot 10^{12} \Omega\text{-см}$, а уд. объемное электрич. сопротивление не менее $5,0 \cdot 10^{12} \Omega\text{-см}$. Электрич. крепость составляет около $21 \text{ кВ}/\text{мм}$, а пробойное напряжение при толщине 16 мм равно 131 кВ. П. отличается нейтральной реакцией. При погружении в воду влага поглощается в таких количествах:

По прошествии времени (в часах) . . .	1	3	5	7	24	72	120
Поглощенная влага (в вес. %)	0,03	0,03	0,05	0,05	0,15	0,20	0,25

П. обладает известной хемостойкостью, причем соляная кислота в средних концентрациях практически не оказывает действия на этот материал, как и серная до 20%, которая вызывает только появление вздутий на поверхности. Некрепкие растворы щелочей (например 10%-ный раствор едкого натра) тоже не оказывают разрушающего действия на пенецит. Трансформаторное масло слегка поглощается П. За 144 часа при комнатной t° увеличение веса П. достигает 0,3%. Выделяется П. из старых газет и

естественного *гильсонита* (см.) посредством горячей прессовки. Применяется как заменитель *вулканизированной фибры* (см.). П. выпускают на рынок в виде плит толщиной до 3 см, труб и т. д., причем подобные трубы применяются в частности для подземной прокладки телефонных проводов. П. Флоренский.

ПЕНЕТРОМЕТР, прибор, к-рым пользуются одно из направлений малакометрии для охарактеризования мягкости посредством значения так. наз. проицаемости (протыкаемости, или пенетрации), т. е. глубины вхождения в испытуемое тело стандартной иглы, нагруженной в течение определенного времени определенным грузом. Данные о П.—см. *Консистометр* и *Малакометрия*.

Лит.: см. *Консистометр* и *Малакометрия*.

ПЕНКА МОРСКАЯ, пенка, сепиолит, турецкая трубчатая глина, мягкий, белый, с оттенками от желтоватого до сероватого, легкий минеральный материал подолочной промышленности, применяемый гл. обр. для производства курительных принадлежностей. На рынке различаются сорта П. м.: настоящая П. м., масса из П. м. и искусственная П. м.

Настоящая П. м. минерал, относящийся к метасиликатам магния, из группы талька, называется также (у французов) *магнезитом*. Отличается мягкостью (тв. 2—2,5), тонкою пористостью и потому малым кажущимся уд. весом 0,8—1,5, тогда как истинный уд. в. сухой П. м. 2, а влажной 2,3; к языку сильно пристаёт и наощупь несколько жирна; излом плоско-раковинист и тонко-землист. Непрозрачна; цвет желтовато- или серовато-белый, блеском не обладает, но в черте несколько блестит. Сухая П. м. характеризуется приблизительно химич. ф-лой $H_4Mg_2Si_3O_{10}$ (содержит 60,8% SiO_2), а в естественном состоянии содержит около 2 молекул гигроскопич. воды, вполне выделяемой только при t° красного каления. Перед паяльной трубкой сжимается, приобретает большую твердость и плавится по краям в белую эмаль. Растворится в щелочах, разлагается соляной к-той с выделением лилового кремнезема, с раствором азотнокислого кобальта принимает бледно-розовый оттенок. В. И. Вернадский различал следующие две разновидности П. м.: α -сепиолит, состава $H_4Mg_2Si_3O_{10}$, дающий с к-тами геля кремнекислоты, и β -сепиолит, состава $H_4Mg_2Si_3O_{10}$, геля кремнекислоты не дающий. А. Е. Ферман отметил кристаллич. характер первой разновидности, названной им *парасепиолитом* и характеризующейся волокнистой структурой и содержанием четырех молекул воды, тогда как вторая разновидность геобразна (хотя, по Ф. Замбонини, в геле тоже содержатся кристаллич. образования).

П. м. встречается в сплошном виде и в виде почек, от небольших желваков до размера человека, головы и даже до 50 см в поперечнике, а в редких случаях—как псевдоморфоза по известковому шпату. Тонковолокнистая разновидность П. м., находящаяся на Ута в США, называется не только в минералогии, но и на рынке сепиолитом, а другая подобная разновидность из Лонгбангюзтана в Швеции—афродитом.

Существует также разновидность карминно-красного цвета, находящаяся в Кенси (Quincy), в Шере и называемая кенсиитом. П. м. находится гнездами и прожилками в *змеевиках* (см.), из к-рых она вероятно образовалась, но гораздо чаще попадаетесь отдельными желваками в осадочных пластах новейшего образования, откуда обычно и добывается. Главные месторождения П. м. находятся в равнине Эски-Шеер (Eski-Scheher) в М. Азии, в Валеказе близ Мадрида и Толедо в Испании, в Грубшице в Моравии, во многих местах Греции (напр. на о-ве Самосе в Негропонте), близ Феодосии (Крым АССР) и в других местах. Однако лишь очень немногие месторождения обладают промышленным значением.

Наибольшее количество П. м. добывается в Турции, в долине Эски-Шеер. Добыча здесь ведется колодцами глубиной 20—45 м и шахтами весьма первобытным способом. Желваки П. м. высобождаются из окружающих землестых отложений и еще во влажном состоянии скупаются местными турецкими мастерами. Эти последние сбивают плоскими топориками землестую кору, после чего желваки подвергаются просушке в холодных погребах; при этом требуется очень большая постепенность, т. к. в противном случае однородность материала легко нарушается. Просохшие желваки очищаются далее при помощи острого ножа, облагаиваются тряпкой и затем полируются воском и жиром. На рынке морская пенка сортируется по величине кусков, а в пределах каждого сорта—по качеству самого материала. Различаются следующие сорта: 1) куски на склад (Lagerstücke), содержащиеся по 25—40 штук в ящике 70×20×39 см размерами; 2) большая древесная шерсть (Grossbaumwolle), 75—100 штук в ящике 70×20×39 см размерами; 3) малая древесная шерсть (Kleinbaumwolle), 130—150 штук в ящике 70×20×39 см размерами; 4) полировальные ящики (Polierkasten), 130—150 штук в ящике размером несколько больше указанного; 5) неполованные ящики (Unpolierterkasten), более 400 штук в ящике размером несколько больше указанного выше. Вес каждого ящика 32—38 кг; упаковка делается тщательно, в хлопковой вате. Стоимость ящика 25—70 золотых марок.

Применение и переработка. Применяется П. м. преимущественно на курительные принадлежности—головки чубуков, мундштуки, сигарные наконечники и иногда еще на художественные поделки (чаши, вазы). Обработкою П. м. занимаются гл. обр. в Вене, Ругле, Нюрнберге, Париже, Генуе, Константинополе, а в последнее время также в США. П. м. обрабатывается после предварительной вымочки в воде, причем сперва распиливают на куски, а затем из них вырезают или вытачивают желаемые изделия. После этого изделия отделяют вручную, просушивают и проваривают в почечном жире или в расплавленном воске; наконеч изделия полируют трепелом или венскою известью и снабжают металлич. или янтарной оправой. Отверждение и вместе с тем отбелка П. м. достигается несколькократным покрытием изделий раствором щелочного бесцветного лака и затем после 12—24 ч. сушки нагреванием до 100°. Т. к. курильщиками ценятся старые трубки, пропитавшиеся продуктами сухой перегонки табака и получившие бурый цвет, то для подобной пропитываемости пенковые изделия д. б. специально подготовлены, а именно их проваривают в просоленном почечном жире; после охлаждения избыток жира счищают, затем изделия гладят влажным стеблем хвоста и полируют пемзой или мелом, после чего снова обрабатывают теплым жи-

ром, погружают в горячую смесь воска, спермацета и жира и вторично полируют. Необходимо иметь в виду, что необработанная П. м. табачным дымом не окрашивается. Искусственная коричневая окраска трубок м. б. достигнута посредством пропитки их водным раствором сахара. Карамелизуясь от нагрева углем, положенным внутрь головки, поглощенный сахар дает желеобразный тон. Другой способ тонировки головок состоит в протраве тинктурой из анакардиевых растений, причем получается цвет от темнокоричневого до черного. Применяют также тонировку в горячем льняном масле (непреренно высокого качества), к которому добавляют корень алканки, дракону кровь, малорастворимые каменноугольные краски или скипидарные протравы, а затем 0,1 часть сикатива. Смесь фильтруют сквозь редкую ткань и после погружения изделий из П. м. смесь нагревают, причем в кипении ее нет надобности. Изделия или охлаждают в масле или извлекают в горячем виде и переносят в согретую вату. После пребывания на воздухе, не менее 8-дневного, изделия слегка шлифуют пемзой и жиром и затем полируют жиром и венской известью. Иногда изделиям (головкам трубок) искусственно придают вид уже законченных; для этого их смазывают у шейки и с внутренней стороны раствором железного купороса, затем проваривают желтоватые изделия в жире или воске, окрашенном драконовой кровью или гуммигутом; места, к-рые при действительном закалчивании должны оставаться белыми, не должны смазываться раствором железного купороса, т. к. иначе приобретают нежелательный голубоватый тон.

Склейка П. м. с серебром производится теплым клеем из раствора 1 части свободного от щелочи казеина в 3 частях натриевого растворимого стекла крепостью 20—24° В_е; этот клей применяют в виде вязко-текучего теста после замешивания его непосредственно перед употреблением с жженою магниезией. Другое связующее средство получается из растворимого стекла с тонким порошком пемзы (см.) и жировика (см.). Наконец предложено (1917 г.) в качестве связующего состава тесто из тонкого порошка жировика с магниезией и отбеленным шеплаком.

Пеночная масса. Редкость месторождений хорошей П. м. повела к использованию отходов при обработке П. м. Мелкие кусочки и опилки при резке и обточке тщательно собирают, причем в них не должны попадать посторонние тела или пыль (особенно железа). Затем эти отходы разбираются каменным пестом в каменной ступке, просеиваются через волосяное сито, перемалываются с водою на каменной мельнице в тончайшую муку и отмучиваются с водою в чане до тех пор, пока в тесте уже нельзя будет видеть невооруженным глазом отдельных частиц. Полученное тесто связывается в твердую массу при помощи геля кремнекислого алюминия, из расчета 20—30 кг последнего на 100 кг сухого порошка П. м. Связующий гель получается вливанием при размешивании раствора из 25 кг свободных от железа аммониевых квасцов на 50 л воды в бесцветный (не содержащий

железа) раствор растворимого стекла (25 кг на 50 л воды); осадок кремнекислого алюминия многократно отмывается горячей водою для удаления сернокислого натрия. После весьма тщательного замешивания пенковой массы ее помещают в подвешенный полотняный мешок; когда вода «скапает», тесто переносят в медный котел, нагревают при размешивании массы для удаления воды и затем отливают в выложенные полотном формовочные ящики из твердой древесины, дно к-рых содержит множество тонких отверстий; внутренние размеры ящиков: длина около 30 см, ширина 15 см, высота 15 см. Когда вода стечет, то масса слегка утрамбовывается и дополняется до края. Через 24 ч. затвердевшую массу извлекают из ящиков и на решетках просушивают при комнатной t° или в особых сушильных шкафах, причем через каждые 12 ч. отливки переворачивают. От медленности сушки зависит красивый вид и достаточная твердость массы. После просыхания отливки распиливают и полученные куски окончательно просушивают при комнатной t°. Первичная масса по существу весьма близка к настоящей П. м. и трудно от нее отличима. Главным признаком для различения служит отсутствие пороков в пеночной массе, тогда как настоящая П. м. всегда содержит тонкие точки, прожилки и облака—неровности окраски. Все способы обработки, применимые к настоящей П. м., годны для пеночной массы.

Большая потребность рынка в П. м. повела к разработке многочисленных способов производства искусственной П. м. Отметим некоторые из них. 1) Искусственная П. м. состоит из кремнекислого магния с кремнекислым алюминием и получается из четырех заранее заготовленных растворов: а) растворимого стекла крепостью 28° В_е (50 кг на 200 кг воды); б) горькой соли, сернокислого магния (50 кг на 100 кг воды); в) аммонийных квасцов (5 кг на 50 кг воды); г) едкого натра (10 кг на 25 кг воды). Все примененные вещества д. б. весьма чисты, и в особенности—от соединений железа. Раствор (а) вливают в объемистый чан и затем в него при непрерывном помешивании вливают последовательно и быстро растворы (б), (в), (г); после 30—40-минутного размешивания осадку дают выпасть и, переся в чан, выложенный полотном и снабженный дном с отверстиями, подвергают весьма тщательной отмывке, контролируемой по отсутствию следов от выпариваемой на стеклянной пластинке капли промывной воды. Полезно добавлять к полученному тесту такие отходы настоящей П. м. Работа далее ведется так же, как и при изготовлении пенковой массы. 2) По О. Паркерту—раминается жженой магниезии 8 вес. ч., цинковых белил 2 ч., хлористого магния 4 ч., растворимого стекла 2 ч. и перед просушкою добавляется несколько охры; масса получается весьма легкой, упругой и пластичной. 3) Слоновоястная, хорошо обтачивающаяся и полирующаяся искусственная П. м. получается добавлением раствора клея к массе искусственной П. м. При добавлении янновари получается имитация коралла, при добавлении голубого ультрамарина и желтой слюды—имитация лазурита, а при добавлении зеленого ультрамарина—имитация малахита; если же предполагается пропитка воском, спермацетом или парафином, то клею следует добавить весьма немного. 4) Заготовляют водную известь (1 : 10) сернокислого кальция. Эту последнюю получают, осадая водный раствор хлористого кальция (1 : 15) при 15—20° с конц. раствором сернокислого натрия, прессуя осадок, просушивая и обезвоживая его в лузеном железном котле; при употреблении 9 ч. этого осадка размешивают при 40° в 15 ч. воды и добавляют в суспензию (в течение 10 минут) 3,5 ч. кремнекислого магния (получаемого из сернокислого), 1,5 ч. кремнекислого алюминия (изготавливаемого из квасцов) и 2,5 ч. кремнекислого кальция (изготавливаемого из хлористого) в виде растворов. Полученное жидкое тесто наливаются через латунное сито на гипсовую пластину около 10 см толщиной, покрытую полотном. После некоторого просыхания массы ее делят на части, окончательно просушивают и обрабатывают подобно естественной П. м. Обычный гипс для изготовления этой массы не

годится, т. н. дает мягкие и содержащие воздушные пузырьки продукты. 5) Углекислый магний (в виде рыхлых легких кусков) разрезает на определенного размера куски, которые выдерживают в течение нескольких дней в горячем растворе натриевого или кальциевого растворимого стекла и затем просушивают; этот процесс пропитывания горячим растворимым стеклом повторяется многократно, после чего обрабатываемые куски выдерживают на воздухе в течение нескольких месяцев, причем углекислый калий стекает; через 6—7 месяцев куски вполне затвердевают и тогда обладают свойствами, подобными П. м. 6) Венская П. м. получается 10-минутным кипячением смеси из воды, 10 ч. растворимого стекла крепостью 35° Вé и 60 ч. отходов П. м. или белого чистого каолина, после чего делается отливка в пористые формы. 7) По Л. Вагеманну размывается жженой магнезии 6 ч. и цинковых белил 1 ч. с достаточным количеством раствора казеина в аммиаке. 8) По Р. Вагнеру искусственная П. м. получается витрированием калиевой щелочи в смесь жженой магнезии и инфузальной земли, или растиранием углекислой магнезии, жженой магнезии, пережженного мрамора и раствора растворимого стекла. При проварке этой массы в воске получается желтая окраска, но она легко отмывается водой.

И м и т а ц и я П. м. Вышеприведенные процессы дают продукты либо почти тождественные с настоящей П. м. либо близкие к ней. Предлагаются кроме того следующие имитации П. м., подобные ей лишь по внешнему виду и идущие на поделку, но непригодные для табачных трубок. 1) Здоровые очищенные целые картофелины в течение 24—36 ч. обрабатываются водным раствором серной к-ты (крепость раствора 8° Вé), после чего кислота отмывается 6-часовой выдержкой в воде, сменяемой до полного устранения кислотной реакции картофелины на лакусовую бумагу; после этого картофелины просушиваются между толстыми гипсовыми пластинами под гнетом. 2) По Дн. С. Гигату (J. S. Hyatt) 90—92% отходов настоящей П. м. смешивается с 5% нитроцеллюлозы, 3—5% камфоры и смеси спирта и эфира (3 части эфира и 1 часть спирта); изделия получают формовкой и нагреванием до 100—110°. 3) Тонко отсеянную ацетицеллюлозу (целлит L) нагревают под давлением с жидкостью, мало или вовсе не растворяющей ацетицеллюлозу, от чего без каких-либо добавок получается непрозрачная, подобная П. м. или слоновой кости масса, механически легко обрабатываемая; в нее можно вводить также бронзовый порошок, слюду и т. п.

Лит.: Ферсман А. Е., Морская пена, «НИ», т. 1, стр. 384, Л., 1926; его же, Драгоценные и цветные камни России, т. 1, стр. 338, П., 1922; его же, Исследования в области магнезиальных силикатов, «Записки Академии наук», СПб, 1913, т. 32, стр. 136, 225, 238; Воробьев А., «Народное дело», Оренбург, 1918, 3, стр. 18; Лебедев Г., Учебник минералогии, 2 изд., стр. 433, СПб, 1907; Шульц Ф., Окрашивание и отделка дерева, металлов, камня, перламутра, слоновой кости, янтаря, рога, каменного ореха и морской пенки, пер. с нем., Л., 1924; Rauffer G., Meerschäum u. Bernsteinfabrikation, W., 1876; Ziegler, Zur Geschichte d. Meerschäums, 2 Aufl., Dresden, 1883; Dalmeyer В. u. Titze O., Die nutzbaren Mineralien, В. 2, p. 387—393, Stg., 1923; Fleck, «Bergbau», Gelsenkirchen, 1914, p. 623; Döfler С., Handb. d. Mineralchemie, В. 2, p. 374—384, Dresden—Lpz., 1914; «Petermanns Geograph. Mitteilungen», Gotha, 1911, В. 2, p. 251; «Kohle u. Erz», В., 1910, p. 309; «Mining Magazine», L., 1919, p. 79; Böschl V., Warenkunde, 2 Aufl., В. 1, p. 416, Stg., 1924; Lehner S., Die Imitationen, 4 Aufl., p. 237—241, Wien u. Leipzig, 1926; «Leipziger Drechsler-Ztg», Lpz., 1911, p. 82, 102; Parkert O., «Kunststoffe», München, 1917, p. 27, 227. П. Флоренский.

ПЕННОЕ ТУШЕНИЕ применяется главным образом при горении легко воспламеняющихся жидкостей: мазута, нефти, керосина, бензина, эфира, спирта и др. Сущность П. т. состоит в том, что горячая поверхность покрывается пеною толщиной 3—40 см в зависимости от величины площади горячей поверхности. Благодаря покрытию горячей поверхности пеной доступ воздуха к горящему месту прекращается, а следовательно прекращается и приток кислорода, необходимого для процесса горения. Пена, содержащая пузырьки, наполненные холодной углекислотой, понижает t° и изолирует горящую жидкость в воздухе, благодаря чему останавливается горение.

В зависимости от величины площади легко воспламеняющейся жидкости применяются различные аппараты для тушения. Так напр., при площади до 3 м² для тушения будет вполне достаточно двух-трех обыкновенных ручных пенных огнетушителей (см.) емкостью 10 л каждый, имея в виду, что пены получается на 6—8 объемов больше содержащего огнетушителя. Само содержимое огнетушителя состоит из щелочного раствора бикарбоната с примесью пенообразующих веществ (лакричный корень и др.) и 1—2 запаянных стеклянных колб, содержащих серную к-ту с примесью алюминиевых солей для придания компактности и огнестойкости пене. При больших же поверхностях горящих жидкостей тушение отдельными огнетушителями не всегда представляется удобным, т. к. приходится действовать каждым огнетушителем по отдельности, благодаря чему пена ложится отдельными кучками неравномерно по всей поверхности и слоем неодинаковой толщины. Прерывность тушения ведет к сгоранию пены, а вследствие этого к нерентабельности тушения пожара. Для успеха тушения требуется при увеличении горячей поверхности соответствующее увеличение объема, густота состава пены и непрерывность ее действия. В силу этого техника не остановилась на отдельных ручных огнетушителях, а пошла далее по пути введения более мощных аппаратов. Для средней величины горячей поверхности применяют батареи из отдельных огнетушителей, соединенных вместе. Как на типичную батарею подобного рода можно указать на батарею Марин (Marine), применяемую для тушения пожаров на пароходах. Каждая часть батареи состоит из отдельного баллона, наполненного щелочной жидкостью, а внутри жидкости находится стеклянная колба с к-тою. Все 6 баллонов соединены между собою, и выводные трубки для выхода пены соединены в одной общей трубе, к которой прикреплен рукав для выбрасывания пены. Для приведения батареи в действие ее следует только опрокинуть, что легко сделать, т. к. она укреплена на подставке. После опрокидывания баллоны начинают работать, давая 200—12 000 л пены при 20—1 200 л заряда.

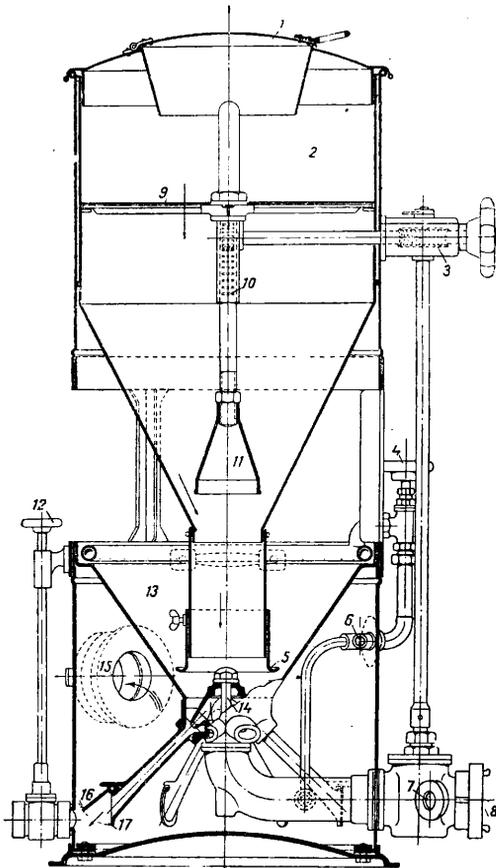
Для непрерывной работы пеною служит аппарат «Станко», состоящий из металлич. цилиндра длиной 80 см и шириной 20 см, посредине вертикально разделенного на две половины. Переднюю половину наполняют кислотными порошками, вторую половину—щелочными порошками. Сквозь весь цилиндр проходит водяная труба, к-рая в месте прохода через кислотный заряд окружена медной сеткой. В начале трубы в кислотном отделении имеется несколько ответвлений трубок, расположенных спирально. Назначение этих трубок при работе—усиленно смачивать порошок, к-рый содержит кислотный раствор, а центральной трубы—смачивать щелочной раствор. К одному концу цилиндра (где помещен кислотный раствор) присоединяют шланг, подводящий воду к аппарату под определенным (2—4 атм) давлением. С другой стороны прикрепляют шланг для выбрасывания пены к го-

рящему предмету. Действие аппарата обычное: кислотный раствор, смешиваясь со щелочным, содержащим пенообразующие вещества, дает густую пену. Заряд «Станко» состоит из 9 кг кислотного порошка и 9 кг щелочного и дает ~ 1 000 л, т. е. 1 м³ пены; необходимая скорость подачи воды 0,5 м/сек в рукаве диам. 44 мм,—при этих условиях получается струя длиной 12 м густой пены. Аппарат работает 4 минуты. Для бесперебойной работы в линию рукавов вводятся посредством трехходового крана два описанных аппарата. Имея третий баллон, можно работать неограниченное количество времени, т. к. один баллон расходуется в 4 мин., второй—тоже в 4 мин., а зарядка третьего потребует 5—6 мин., и включение его в систему—2 мин. (как заряды, так равным образом и камеры баллонов окрашиваются одним цветом; кислотные в зеленый, щелочные в красный).

Кроме аппарата «Станко» применяются и другие аппараты, также работающие непрерывной струей, напр. америк. пеногенератор «Фомайт», состоящий из подставки, на к-рой укреплена особая труба с инжектором, имеющим входное отверстие для воды—2'', а выходное для пены—3''. В верхней части трубы устраивают особую воронку для насыпания в нее порошка, содержащего одновременно щелочной и кислотный растворы. Имеется специальный регулирующий подачу пены к инжектору маховичок. В инжекторе порошок смачивается водой и выбрасывается в виде пены. Для этого требуется давление воды ок. 2 atm, аппарат дает пены ок. 3 000 л/мин при непрерывной работе. Кроме «Фомайта» имеются также аппараты «Минимакс» и «Минимакс-Перкео». Принцип работы их такой же, как и аппарата «Фомайт», но несколько более сложный, причем для засыпки порошка служит верхняя часть аппарата, из которой он через воронкообразное отверстие попадает в нижнюю часть аппарата, где под действием воды обращается в пену. В верхней части имеется специальная сетка для дробления комков порошка, а также особая трубка для предварительного смачивания последнего. При аппарате имеются кроме того отдельные приспособления, регулирующие подачу порошка, воды, пены и давление самой воды, что особенно важно при работе на пожарах. На фиг. 1 дана схема пенного генератора.

Порошок для перечисленных аппаратов состоит из сернистого алюминия (52,5%), бикарбоната натрия (42%), примеси сахаристых веществ и камеди (1%), а также воды (4,5%). Порошки для огнетушителей хранятся в отдельных запаянных банках, т. к. в большинстве случаев эти порошки гигроскопичны и при открытом хранении слеживаются. Вес каждой банки 8—16 кг. В СССР начали изготовлять весьма похожие на заграничные пеногенераторы. Их изготовляют Миусский завод в Москве, Промет в Ленинграде и Вуокарис на Украине. Пенные батареи применяют в качестве стационарного типа для тушения, а аппараты «Станко» и пеногенераторы применяют в качестве как стационарных, так и передвижных типов,

причем для этих пеногенераторов на пожарных повозках отводят специальные места, преимущественно на насосах; предусматривают также места и для помещения запаса пенообразующих веществ. Таким образом на пожарном обоze имеются постоянные передвижные пеногенераторные станции. Если в населенном пункте имеются склады легко воспламеняющихся жидкостей, то склады оборудуются специальными пенными уста-



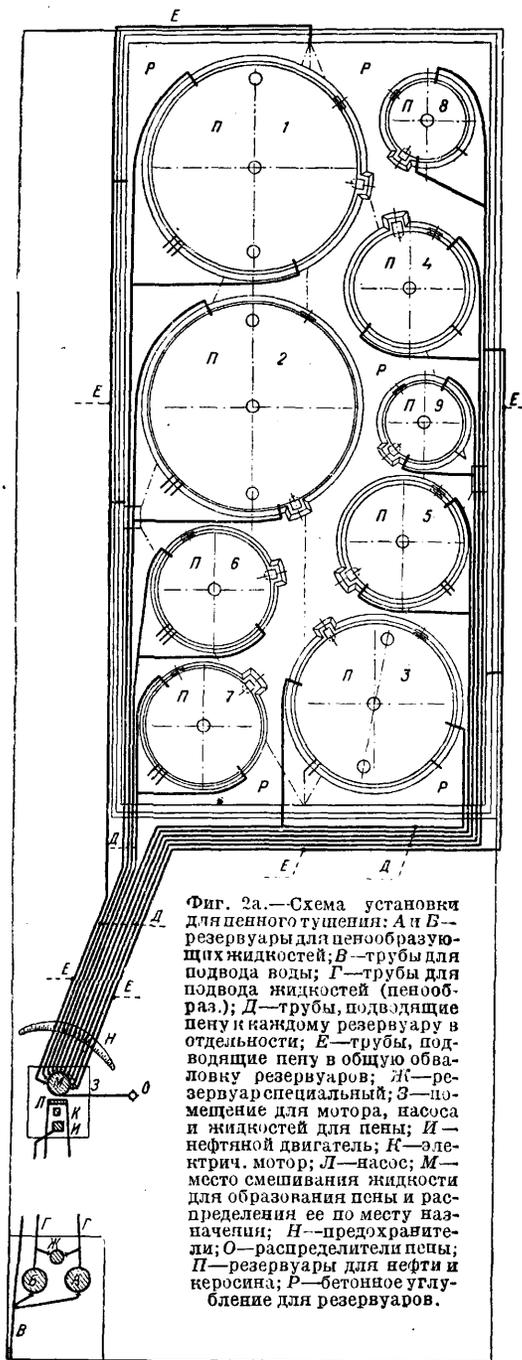
Фиг. 1.—Пеногенератор «Минимакс-Перкео»: 1—отверстие для засыпки порошка; 2—камера для откидывающейся крышки; 3—наера для порошка (железная или красная медь); 4—червячная зубчатка с маховичком; 5—регулирующий кран (водяной); 6—раздвижная труба; 7—отверстие для присоединения манометра (водяного давления); 8—кран для присоединения шланга (для обмытия извне); 9—сетка; 10—зубчатка; 11—регулятор подачи порошка; 12—спускное отверстие для воды; 13—кольцеобразная водопроводная трубка; 14—головка инжектора; 15—два выкидных отверстия для пены; 16—предохранительный клапан; 17—сопло (6 штук).

новками и при них создаются запасы порошка, а пеногенераторы остаются в пожарном обоze и доставляются к месту пожара пожарными командами. Кроме указанных аппаратов за границей применяют еще специальные автомашины с большими танками (резервуары), имеющими два отделения—одно для кислотного раствора, другое для щелочного. Танки снабжены специальными насосами для подачи этих растворов на

далекое расстояние уже в виде пены, которая смешивается в рукаве. Подобного рода устройство нерентабельно и в настоящее время устарело вследствие того, что объем пенообразующих жидкостей ограничен, от

чего большой емкости, то нет смысла возить в обозе пеногенераторы и особенно большие запасы порошка, необходимые для тушения пожара на складе, а предпочтительнее устраивать специальные стационарные установки на каждом складе. Установка состоит из баллонов, содержащих газ, под давлением которого в будущем должна поступать пена к месту пожара. Эти баллоны с газом соединены посредством трубы с двумя цилиндрами, содержащими растворы щелочи и к-ты, от к-рых идут трубопроводы к бакам, содержащим легко воспламеняющиеся жидкости (фиг. 2а и 2б). Тушение производят открытием баллонов с газом, к-рый давит на жидкостные растворы, а последние в свою очередь под давлением попадают в трубы, где смешиваясь образуют пену. Существуют установки другого типа, где газовый баллон исключается и вместо него ставятся специальные насосы, высасывающие из баллонов растворы кислотной и щелочной жидкости и посылающие их дальше по трубам, где они возле самых резервуаров смешиваются и образуют пену, необходимую для тушения пожара. Наконец на очень больших складах устраивают специальные помещения для склада порошка, насосов и пеногенераторов. В таких случаях при установках пеногенераторы соединяются трубопроводами с отдельными баками, содержащими горючие жидкости. Между пеногенератором и водосточником устанавливают специальные насосы, могущие подавать необходимую воду для пены под известным давлением и далее для перегонки пены к резервуарам с легко воспламеняющейся жидкостью; при этом все трубопроводы снабжаются вентилями, чтобы можно было открыть трубы, ведущие к баку, к-рый требуется покрыть пеной, выключив все остальные. Как общее правило к каждой цистерне трубопровод должен подходить с 2 сторон, и трубы должны быть рассчитаны на такую пропускную способность, чтобы пеной, поступающей через них, можно было покрыть всю поверхность цистерны в течение 5—10 мин., и тогда успех тушения будет обеспечен.

Нефтепродукты по своему составу делятся на два вида: черные и светлые. К первым относятся: мазут, нефть и другие, имеющие высокую вспышку. Ко 2-му виду относятся керосин, бензин и прочие, имеющие очень низкую точку вспышки. Тушение черных продуктов происходит весьма успешно при покрытии горячей поверхности слоем пены 5—10 мм даже на очень больших поверхностях. Светлые же продукты при вспышке развивают громадную t° и требуют поэтому более интенсивного покрытия горячей поверхности толстым слоем пены в зависимости от уд. в. жидкости. Чем меньше уд. в. жидкости, тем толще д. б. слой пены, т. к. при горении этих жидкостей получается выделение паров, к-рые в свою очередь горят, проходя через слой пены, не могущей их охладить в достаточной мере. Для успешного тушения бензина слой пены д. б. очень плотным и не тоньше 30 мм. Необходимо иметь в виду при проводке труб для пены к цистернам, содержащим бензин или эфи-

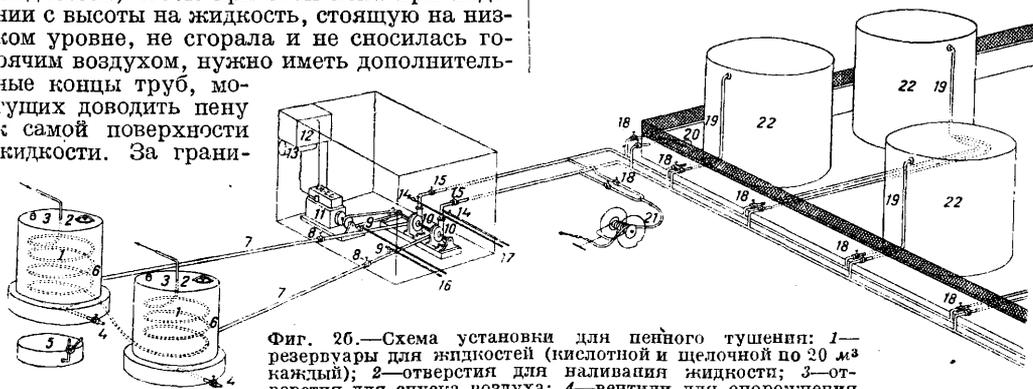


Фиг. 2а.—Схема установки для ценного тушения: А и В—резервуары для пенообразующих жидкостей; В—трубы для подвода воды; Г—трубы для подвода жидкостей (пенообраз.); Д—трубы, подводящие пену к каждому резервуару в отдельности; Е—трубы, подводящие пену в общую обваловку резервуаров; Ж—резервуар специальный; З—помещение для мотора, насоса и жидкостей для пены; И—нефтяной двигатель; К—электрич. мотор; Л—насос; М—место смешивания жидкости для образования пены и распределения ее по месту назначения; Н—предохратель; О—распределители пены; П—резервуары для нефти и керосина; Р—бетонное углубление для резервуаров.

долгого стояния в металлич. цистернах жидкости портятся, а кроме того добавление новых растворов во время пожара бывает иногда затруднительно, т. к. для этого должна иметься подогретая вода. Если в каком-либо населенном пункте имеются запасы горю-

ры, что поверхности этих жидкостей м. б. на разном уровне в зависимости от расхода жидкостей; чтобы при этом пена при падении с высоты на жидкость, стоящую на низком уровне, не сгорала и не сносилась горячим воздухом, нужно иметь дополнительные концы труб, могущих доводить пену к самой поверхности жидкости. За грани-

ротушения довольно сложно и ввиду этого пока имеет весьма малое распространение.



Фиг. 26.—Схема установки для пенного тушения: 1—резервуары для жидкостей (кислотной и щелочной по 20 м³ каждый); 2—отверстия для наливания жидкости; 3—отверстия для спуска воздуха; 4—вентили для опорожнения резервуаров; 5—бак для приготовления растворов; 6—эмсвик для подогревания жидкости; 7—трубопроводы; 8—вентили для закрывания; 9—вентили и трубы для спуска жидкости; 10—насос; 11—мотор; 12—бак для охлаждения мотора (вода); 13—бак с бензином (нефтью); 14—вентили для спуска жидкости; 15—вентили для перекрывания труб; 16—трубы для продувания; 17—трубы для пробы пены; 18—вентили для наружного тушения; 19—трубы, подводющие пену в резервуары с нефтью; 20—трубы для тушения разлившейся нефти в общем кювете; 21—резиновые рукава для наружного тушения; 22—резервуары с горючей жидкостью.

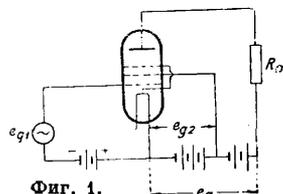
цей применяют плавающие баллоны с жидкостями (кислотную и щелочную); баллоны от действия огня при пожаре лопаются, и вытекающие жидкости смешиваясь образуют пену, покрывающую всю поверхность цистерны, после чего уже к этой пене добавляется еще пена, поступающая через трубопроводы. По окончании пожара пена остается на поверхности жидкости и легко может быть удалена, причем она отнюдь не портит товара.

С применением нефтяных продуктов как топлива для двигателей внутреннего сгорания на судах начали широко применять П. т., которое постепенно вытесняет применявшиеся ранее на судах тушение паром или заполнение трюмов углекислотой. Тушение паром может иметь весьма неблагоприятные последствия, особенно когда горят в трюме склады угля: пар, попадая в эти угольные ямы, под действием высокой т°, развизаемой горящим углем, диссоциируется, и тогда могут получаться взрывы от выделения водорода. Заполнение трюмов углекислотой во время пожаров хотя и дает хорошие результаты, но ведет к тому, что трюмы, где не было пожаров, заполняются также углекислотой, которую трудно потом удалить, и всегда возможны случаи отравления углекислотой.

П. т. развилось сравнительно недавно и в течение 10—15 лет сделало гигантские шаги. Пена получается в 10-кратном объеме, упаковка компактная и занимает очень мало места в пожарном обземе, что весьма важно при перегруженности пожарной автомашины. Пена легко удаляется после пожара и совершенно не портит вещей, на которые она попадает, состав ее весьма недорогой, а потому применение ее в пожарном деле сильно развивается. Единственным конкурентом пены в ближайшем будущем может пока явиться углекислый снег (см. Сухой снег), действие которого по эффекту тушения на огонь колоссальное, но добывание углекислого снега через приборы пожа-

Лит.: Михайлов Ф. М., Ручные химич. огнетушители, М., 1929; «Feuer u. Wasser», В., 1928, Mai; ibid., 1929, Juli.

ПЕНТОД, пятиэлектродная электронная лампа; имеет анод, катод (нить) и три сетки. Схема включения сеток дана на фиг. 1: первая сетка (считая от катода) является управляющей, к ней подводится переменное напряжение (e_{g1}); вторая сетка является защитной, она находится под положительным потенциалом, немного меньшим или равным потенциалу анода; третья сетка, расположенная около анода, имеет потенциал катода и соединяется накоротко с ним внутри лампы. Наружу выведены 4 электрода:

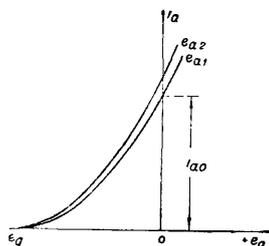


Фиг. 1.

анод (выведен сверху), управляющая и защитная сетки и катод. П. является лампой с экранированным анодом (защитной сеткой), приспособленной для конечного усиления низкой частоты.

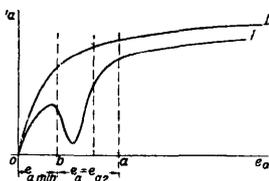
Экранированная лампа, т. е. лампа с одной защитной и одной управляющей сеткой, широко применяется в современных радиотехнич. аппаратах (приемники, усилители, передатчики). Два основных преимущества перед трехэлектродной лампой выдвинули такую лампу на первое место. 1) Емкость между управляющей сеткой и анодом сведена в этой лампе до минимума ($\sim 0,02 \mu F$, вместо 5—10 μF в обычной трехэлектродной лампе). Благодаря этому отпадает необходимость в нейтрализации, как в приемниках, так и в передатчиках. 2) Несмотря на высокий коэф. усиления ($\mu = 150 \div 1500$) экранированная лампа является «левой» лампой, т. е. вся прямолинейная часть ее сеточной характеристики (ток анода i_a в зависимости от напряжения на управляющей сетке e_{g1}), при сравнительно небольшом анодном напряжении (e_g) лежит слева от

оси ординат (фиг. 2), в области отрицательных напряжений на управляющей сетке и отсутствия токов сетки. Это преимущество (относительно целиком и к П.) делает лампу с экранированным анодом незаменимой в качестве усилителя не только высокой, но и низкой частоты. Однако четырехэлектродная лампа с экранированным анодом имеет весьма существенный недостаток. Характеристика такой лампы, дающая зависимость между напряжением на аноде (e_a) и током анода (i_a) при постоянном напряжении на управляющей сетке (e_{g1}) и на защитной сетке (e_{g2}) имеет вид, указанный на фиг. 3;



Фиг. 2.

при напряжении на аноде меньшем, чем напряжение на защитной сетке, ток анода резко уменьшается, в характеристике имеется провал. Происходит это благодаря вторичному испусканию электронов с анода (динаatronный эффект): электроны, летящие от катода к аноду, ударяясь об анод, выбивают из атомов анода электроны; эти последние под влиянием более высокого положительного потенциала защитной сетки летят от анода к ней. В области провала тока работать нельзя, так как лампа при этом вносит искажение в форму кривой усиленного тока. Рабочим участком является лишь участок, где e_a больше e_{g2} , т. е. от точки a вправо (фиг. 3). Для того чтобы сдвинуть характеристику лампы (в координатах i_a , e_{g1}) влево, надо на защитную сетку подать потенциал не меньше 60—100 В, поэтому в четырехэлектродной лампе с экранированным анодом анодное напряжение можно использовать лишь в очень небольших пределах, неискаженная мощность, которая м. б. снята с лампы, — мала.



Фиг. 3.

Для устранения указанного недостатка между анодом и защитной сеткой помещается третья сетка, имеющая потенциал катода. При этом явление вторичного испускания анода почти целиком прекращается. Такую лампу и называют П. Характеристика П. (i_a в зависимости от e_a) изображена на той же фиг. 3 (кривая II). В П. можно гораздо шире использовать анодное напряжение, ибо при e_a , меньшем чем e_{g2} , искажений не наступает. Рабочий участок в П. начинается от точки b (фиг. 3).

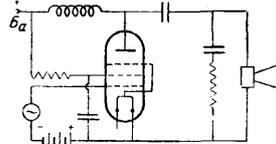
П. применяется гл. обр. как конечный усилитель низкой частоты в радиовещательных приемниках, питающих электродинамич. громкоговоритель, который потребляет значительную мощность порядка 0,5—6 Вт. Чтобы получить такую большую мощность на выходе при помощи обычной трехэлек-

тродной лампы, надо применять или лампу с высоким анодным напряжением (от 400 до 800 В), что трудно выполнимо в приемниках массового типа, или лампу с малым коэф. усиления (μ порядка 3—4). Такая лампа требует большого предварительного усиления, переменное напряжение, подводимое к ее сетке, д. б. порядка нескольких десятков В. П. же, имея большой коэф-т усиления (μ порядка 60—100), отдает в то же время при низком анодном напряжении (160—250 В) значительную неискаженную мощность (0,8—3 Вт и больше). При сравнении пентода с трехэлектродной лампой оказывается, что при одинаковых напряжениях на аноде и мощности, отдаваемой во внешнюю цепь, трехэлектродная лампа требует в 3,5—4 раза большего, чем П., переменного напряжения на сетку. Следовательно применение П. дает экономию в предварительном усилении. В современных приемниках применяют часто мощное детектирование, в таком случае непосредственно после детекторной лампы ставят П. Иногда П. служит одновременно и детектором (в одноламповых приемниках для местного приема).

П. имеет весьма существенный недостаток: наибольшую неискаженную мощность пентод отдает при внешнем сопротивлении (R_a), значительно меньшем (в 5—7 раз), чем внутреннее сопротивление П. R_i , определяемое по рабочему участку характеристики (i_a , e_a) (фиг. 3), как $\frac{de_a}{di_a}$. В трехэлектродной лампе наибольшую неискаженную мощность можно снять с лампы при $R_a = 2R_i$. Для П. оптимальное внешнее сопротивление R_{aopt} определяется из ф-лы:

$$R_{aopt} = \frac{2}{\frac{i_{a0}}{e_a - e_{amin}} \frac{1}{R_i}}$$

Здесь i_{a0} — анодный ток при потенциале на управляющей сетке равном нулю (фиг. 2); e_a — напряжение батарей; e_{amin} — минимальное допустимое напряжение на аноде; оно определяется из характеристики на фиг. 3. Благодаря указанному свойству П. необходимо работать при R_a , значительно меньшем, чем R_i , что влечет за собой при малейшем изменении внешней нагрузки резкое изменение напряжения на выходе. Сопротивление репродуктора меняется с частотой, поэтому П., работающий непосредственно на репродуктор, вносит сильные частотные искажения. При увеличении внешнего сопротивления (при одном и том же переменном напряжении на сетке) П. также вносит искажения в форму кривой усиленного тока благодаря тому, что амплитуда переменного напряжения на аноде становится больше, чем $e_a - e_{amin}$. В силу указанных обстоятельств пентод приходится нагружать на специальную искусственную нагрузку (фиг. 4), компенсирующую изменение сопротивления репродуктора по частоте. Отсюда видно, что несмотря на все



Фиг. 4.

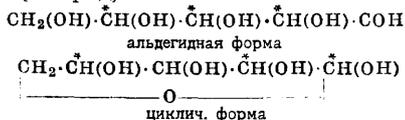
преимущества П., область его применения весьма ограничена. Так например, он совершенно неприменим в мощных усилителях низкой частоты, предназначенных для питания трансляционных узлов, в усилителях для звукового кино и др.

Наименование данных	Для постоянного тока	Для переменного тока
Анодное напряжение e_a	80—160 V	120—240 V
Неискаженная мощность на выходе W	—	1,5 W
Кривизна S	1—1,2 $\frac{\text{mA}}{\text{V}}$	2 $\frac{\text{mA}}{\text{V}}$
Коэф. усиления μ	40—60	100

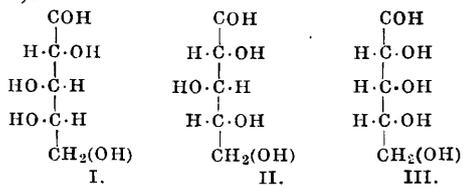
В Европе и США П. имеют довольно широкое распространение, например в Германии имеется свыше 8 типов различных П. мощностью 0,8—10 W. У нас в СССР стандартами на электронные лампы предусмотрены 2 П.: один для питания накала постоянным током, другой—переменным (катод с подогревом). Данные этих П. приведены выше.

Лит.: Куксенко П. Н., Нужен ли нам пентод? «Радио-любитель», М., 1930, т. 7, 6; его же, Еще о пентоде, там же, 8; его же, Экранированная лампа и пентод фирмы «Mazda», там же, 10; Tellege n, Endverstärkerprobleme, «Ztschr. f. Hochfrequenztechnik», В., 1928, В. 31, 6; Bulluntine S. a. Cobb H., Power Output Characteristics of the Pentode, «Proc. of the Institution of Radio Engineers», N. Y., 1930, v. 18, 3; Bartels, Ueber die Maximalleistung von Schütznetzleistungsröhren, «Elektrische Nachrichtentechnik», В., 1929, В. 6, 5. М. Марк.

ПЕНТОЗЫ, моносахариды с 5 углеродными атомами в молекуле, встречаются в природе в виде альдопентоз (С*—асимметрический углерод):



Вследствие присутствия 4 асимметрич. атомов углерода возможно существование $2^4 = 16$ стереоизомеров: 4 П., каждая в виде пары оптически антиподов d и l, каждый из них в α - и β -формах. В природе встречаются: l-арабиноза (I), l-ксилоза (II), d-рибоза (III):



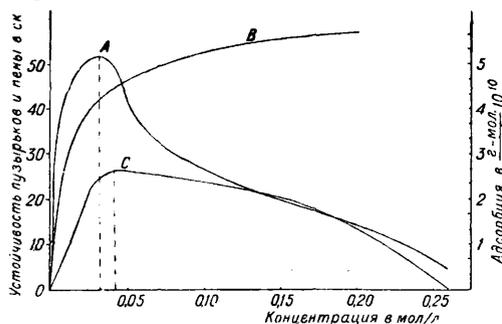
(I) и (II) содержится в растениях в виде высших полисахаридов—пентозанов, С₅Н₈О₄, принадлежащих к классу гemicеллюлоз; они дают при гидролизе l-арабинозу и l-ксилозу. Gemicеллюлозы эти входят в состав стенок растительных клеток наряду с целлюлозой: в древесине хвойных пород содержится 5—10%, в древесине лиственных—23—27% П.; П. входят также в состав растительных слизей—пектиновых веществ (см.) и камедей (см.). При гидролизе гуммиарабика и вишневого клея (кипячением с разбавленной серной к-той) получается l-арабиноза, а при гидролизе пшеничной соломы, белого трагаканта, кукурузных по-

чатков, хлопковых отрубей—l-ксилоза; она содержится также в организме человека и животных, получается при гидролизе печени, поджелудочной железы и других органов; d-рибоза входит в состав сложных белковых веществ, так назыв. нуклеопротеидов, которые состоят из собственно белковых веществ и нуклеиновых к-т; последние распадаются при гидролизе на d-рибозу, фосфорную к-ту и основную группу пурина и пиримидина. Эти П.—кристаллич. вещества, показывающие все реакции моносахаридов: они восстанавливают фелингову жидкость, показывают явление мутаротации, дают с фенилгидразином гидразоны (см.) и озазоны (см.) и т. д. П. не сбраживаются дрожжами и не усваиваются организмом человека и животных. См. также Моносахариды.

Лит.: Шорыгин П., Химия углеводов и ее применение в промышленности, стр. 56—64, 209—210. 213—216, М.—Л., 1926; Pringsheim H., Zuckerschemie, Lpz., 1925.

ПЕНЫ, пластинчато-ячеистые дисперсные системы, состоящие из пузырьков газа (воздуха), пронизывающих данную жидкость и отделенных друг от друга тонкими жидкими пленками. П. образуются обычно в водных растворах поверхностноактивных веществ, сильно понижающих поверхностное натяжение воды при встряхивании или при пропускании пузырей воздуха. При этом, пока пузырьки газа остаются внутри жидкости, окруженные со всех сторон сплошной жидкой средой, система является эмульсией (см.). Пеной система становится лишь после того, как пузырьки газа, поднимаясь на поверхность жидкости, образуют над нею сотоподобную структуру. Чистые жидкости не обладают вовсе способностью пениться, т. е. образование П. сопровождается увеличением поверхности, а поверхностное натяжение жидкости препятствует этому, заставляя образовавшиеся пузыри тотчас же лопаться, сливаться с общей массой жидкости. Соответственно этому время существования отдельного пузырька на поверхности любой чистой жидкости равно нулю. В растворах же поверхностноактивных веществ (спирты, органич. к-ты, фенолы, мыла и др.) последние, адсорбируясь у поверхности раствор—воздух, с понижением поверхностного натяжения образуют адсорбционный поверхностный слой ориентированных молекул, обладающий известной механич. прочностью. При этом время существования пузырька в растворах м. б. весьма значительно (достигая нескольких минут), служа чувствительным показателем наличия, например в воде, различных поверхностноактивных загрязнений. Т. о. пенообразование является процессом, происходящим вопреки поверхностному натяжению; всякая П. под действием поверхностного натяжения с течением времени разрушается. Пенообразование тем легче и П. тем устойчивее, чем меньше поверхностное натяжение (чем сильнее оно понижено) и чем прочнее адсорбционный слой поверхностноактивного пенообразователя. Устойчивость элемента П., т. е. время существования отдельного ее пузырька, сначала возрастает (фиг. 1, для амилвого спирта) с концентрацией поверхностноактивного вещества для растворов пенообразователей [1]

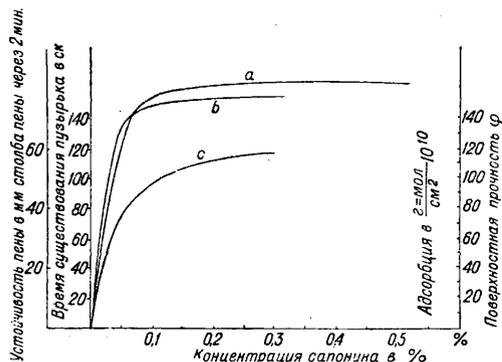
и для случая пленок нерастворимых—мало подобных веществ на поверхности воды [2]; при дальнейшем возрастании концентрации пенообразователя устойчивость пузырьков вновь падает в случае растворимых молекулярно-дисперсных поверхностноактивных веществ. Когда же пенообразователями являются защитные коллоиды или полуколлоиды (мыла, сапонин, красители), время существования пузырьков, достигнув максимума при насыщении адсорбционного слоя, остается далее постоянным (см. ниже фиг. 2, для сапонина кривая а). Дальнейшие исследования [3] показали, что устойчивость столба П., к-рую можно измерить временем разрушения этого столба (см. фиг. 1, кри-



Фиг. 1.

вая С), подчиняется в основном тем же закономерностям, что и устойчивость отдельных пузырьков на поверхности раствора. На фиг. 1 и 2 представлены также кривые роста адсорбции пенообразователя в зависимости от концентрации (фиг. 1, В и фиг. 2, б), к-рые показывают, что максимум пенообразования для обычных поверхностноактивных пенообразователей лежит до насыщения адсорбционного слоя, а для защитных коллоидов (сапонин) наибольшая устойчивость пены совпадает с пределом адсорбции и с наибольшей поверхностной прочностью слоя (кривая с, фиг. 2).

П. играют важную роль в разных областях техники (пивоварение, мыловарение); иногда требуется получение устойчивых П.,



Фиг. 2.

иногда же, наоборот, быстрое разрушение их; это достигается разрушением пенообразователя или введением в систему второго, более поверхностноактивного вещества (эфир, ами-

ловый спирт), вытесняющего пенообразователь из поверхностных слоев и не обладающего достаточной прочностью пленок (разрушение П. вытеснением). Особенно же важную роль устойчивые П. играют в пожарном деле (см. *Пенное тушение, Огнетушители*) и во флотационной технике при обогащении руд. Во флотационных процессах пенообразование необходимо для создания большой поверхности, увлекающей значительное количество частиц флотируемой руды (см. *Флотация*). Такая П., пленки которой покрыты твердыми нерастворимыми частицами, называется трехфазной П.; ее устойчивость обычно значительно повышается от присутствия твердых частиц.

Лит.: 1) Reh binder P. u. Wenström E., Stabilisierende Wirkung von Adsorptionsschichten, Stabilität von Blasen u. Tropfen an Trennungsoberflächen, «Kolloid-Zeitschrift», Dresden, 1930, В. 53, p. 145; 2) Талмуд Д. Л. и Суховольская С. Д., Стабильность элементарной пены, «Цветные металлы», Москва, 1930, 1; 3) Лубман Н. М., Пенообразование и флотирование порошков в растворах, там же, 1931.—Ребиндер П. А., Научные основы флотационных процессов, «Научное слово», Москва—Ленинград, 1929, 1; Талмуд Д. Л., Теоретич. взгляды на сущность флотационных процессов, «Цветные металлы», М., 1930, 1; Bartsch O., Kolloidchem. Beihefte, Dresden, 1924, В. 20, Н. 1; Ostwald W. und Meissner M., Membranometrische Untersuchungen, ibid., 1926, В. 26, Н. 1; Freundlich H., Kapillarchemie, 3 Aufl., Leipzig, 1930. П. Ребиндер.

ПЕНЬКА, волокно, добываемое из луба конопли, одного из основных, давно известных текстильных растений, легко акклиматизирующихся, с широким диапазоном распространения от юг. границ Италии до северной части СССР. В СССР главная масса посевов расположена в средней полосе южнее 55° с. ш. Родина конопли—центральная Азия, по нек-рым источникам Персия и Индия. Дикорастущая конопля попадает в большом количестве сейчас и в центральной Азии и на юге Европейской части СССР. Наиболее раннее упоминание о конопле встречаем в индусской литературе за 800—900 лет до нашей эры, где конопля употреблялась как лекарственное растение, и только на век позже—как текстильное. В России культивировалась издавна, была предметом экспорта и шла на переработку снастей для речного и морского флота.

Виды конопли. Конопля нек-рыми относится к семейству коноплевых (*Cannabis sativa*), м. б. также отнесена к семейству тутовых (*Moraceae*) или крапивовых (*Urticaceae*). Однолетнее растение представляется двумя видами (классификация Ин-та прикладной ботаники: *Cannabis sativa* L. охватывает Азию, к С. от Гималаев и Гиндукуша, Европу и Америку, *Cannabis indica* Lam. охватывает Азию южнее Гималаев и Гиндукуша). В зависимости от цели разведения разделяется на три группы. 1) Конопля на волокно (возделывается в Китае, Манчжурии, Японии, сев. Индии, Турции, СССР, Польше, Румынии, Чехо-Словакии, Югославии, Венгрии, Германии, Италии, США). Волокно идет для изготовления канатов, веревок, шпагата, сетей, парусины, тканей. 2) Конопля на семена; семя содержит до 30% масла, идущего как в пищу (гл. обр. в СССР), так и для технических целей на приготовление зеленого мыла, олифы, красок.

Уд. вес масла 0,928, коэф. омыления 193. Возделывается на масло в СССР, Манчжурии и Китае. 3) Конопля для получения гашиша и других наркотиков возделывается в жарких странах: Индии, Персии, Турции, Алжире, Тунисе, Марокко, Юж. и Центр. Америке.

Конопля—двудомное растение. П., получаемая из женских стеблей конопли, называется матеркой, мужские стебли дают посконь или замашку. Урожай конопли содержит по весу 75—80% матерки, поскони 20—25%; из матерки получается 13—16% волокна (иногда до 22%), из поскони—23—26%. Волокно поскони более слабо, чем из матерки, и идет на выработку тканей и шпагата. В стебле конопли имеется следующее соотношение составных частей: корень—8—10%, стебель—60—65%, листья—18—20%, семена—10—12%.

Добывание волокна. Районы произрастания в СССР: Орловский, Курский, Черниговский, Пензенский, Томский, Полтавский, Смоленский, Воронежский, Тамбовский, Калужский и другие. В этих районах площадь, занятая под коноплю, равна 540 000 га, по всему же СССР—964 000 га. Почвы—влажные, наносные, рыхлые и проницаемые. В последнее время ставится вопрос о болотистоторфяных почвах. Климат—теплый, влажноумеренный; культура боится засухе, в засуhy. Конопля на волокно требует 1 800—2 000° с вегетационным периодом 100—150 дней; конопля семенная 2 200—2 800° с вегетационным периодом 130—180 дней (по Маркарту). Повсеместно в Союзе выращивалась как усадебная культура, на 3. она введена в севооборот. Мы превращаем коноплю также в полевую культуру, заменяя навозные удобрения минеральными (что сильно повышает урожай). Уборка матерки и поскони разновременна. Посконь убирают в августе, матерку—в сентябре. Ранняя уборка конопли в зеленом виде на зеленец, не позволяя собрать семена, дает тонкое и нежное волокно; широко применяется в Италии, вводится у нас. Уборку конопли производят в настоящее время терелением, что требует 30—35 рабочих дней на 1 га; ее вполне можно косить, тем более, что при косьбе удаляется нижняя грубая часть стебля—лапа. Урожай с 1 га колеблется в зависимости от удобрения, сорта и т. д. Для наших условий в среднем 3 т с 1 га стеблей, доходит до 8 т. Волокна 400—600 кг. Уд. объем свободно сложенного стебля равен 60—90 кг в 1 м³ (Герцог). Урожай семян 600 и более кг с 1 га. Выделение семян из стебля производится двумя способами. Высушенные снопы молотят на току цепями. Указанный способ распространен в вост. части коноплеводческого района, дает П. молочку или молочанку. При другом способе—обрезают верхушки, получают сечку, значительно лучшее волокно, чем молочка.

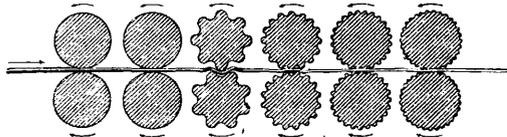
Первичная обработка. Издавна и в настоящее время в большей своей массе конопля обрабатывалась в крестьянских хозяйствах вручную. К концу пятилетки вся первичная обработка будет охвачена 3-дами целиком. Кустарная обработка. Ко-

нопля поступает в мочку повсеместно, лишь в Сибири и Америке поступает в стланье, у нас стелют лишь посконь. Продолжительность стланья 4—8 недель. Мочку различают в стоячей и проточной воде; распространена последняя. В «копанях» (ямах) емкостью в 5—6 т укладывают стебли вертикально (в лапу) или горизонтально. Продолжительность мочки зависит от погоды, колеблется 12—30 дней. Вымоченные стебли высушивают и сохраняют в скирдах до весны, когда они после подсушки поступают в мятые, давая волокно вешняк. В лесистых районах Союза применяют овинную сушку, ослабляющую волокно зимняк. Мятые производят на шелевой мялице, перебивающей и портящей волокно. Трепанье П. производят редко, мятая П. поступает в связках на рынок под наименованием сырца. В случае трепания (гл. обр. дядя себя) применяют кадку, т. е. чурбан и трепало, чепель и нож. Трепаное волокно связывают в пробойки весом в 10 кг, отходом служит пеньковая пакля. Ческу производят на металл. гребне, причем ей предшествует сортировка волокна. Механизированная обработка. Трудоемкость первичной обработки и появление на рынке новых лубяных волокон—джут, сизаль, манилла—повлекло за собой в довоенное время сокращение посевных площадей. Восстановление народного хозяйства после Октябрьской революции возродило культуру. Социалистич. реконструкция с. х-ва потребовала механизации процессов. В настоящее время количество заводов измеряется единицами. По плану на 1931 г. будет построено 84 завода, с пропускной способностью 2 400 т каждый. Технологич. процесс обусловлен следующими тремя видами сырья: 1) солома, идущая в мочку, 60% общей массы; 2) солома, идущая в стланье, 30% общей массы, 3) солома, идущая в декортикацию, 10% общей массы. Стебли, убранные сполы, складывают в скирды (влажность 18—20%). Мочка производится в заводских условиях с протоком при t° воды 31° в легнее время в баках, расположенных под открытым небом и представляющих собой деревянные смоленые ящики, врытые в землю и закрытые сверху щитами. Продолжительность мочки 72 ч., вместимость бака 5 т. Сушку производят на полях. Умочка, усушка и утриска 20—25% от веса стебля. Зимняя мочка и сушка в туннельных сушилках оставлена как чрезвычайно не рентабельная. Высушенные материалы складываются в скирды и по мере надобности поступают на 3-д, где, будучи подсушены в камерной сушилке до 8—10%, отлеживаются, делаются на горсти 600—800 г и поступают в мяльную машину (число подач горстей в мин. 20—25), представляющую собой два ряда рифленых вальцов (фиг. 1), которые заставляют изгибаться материал, отделяют луб от древесины и изламывают последнюю. Мощность и производительность мяльной машины зависят от числа и типа вальцов. Орловская мялка имеет 12 пар вальцов, производительность 2 500 кг в смену. Декортикатор ТР имеет 17 пар вальцов, производительность 7 000 кг в смену, мощность 12 НР.

Производительность мяльной машины определяется по следующей формуле:

$$P = \eta \frac{\pi d \cdot n \cdot g \cdot 60}{l},$$

где P —производительность в кг/ч, πd —периметр вальцов в см, n —число об/м., g —вес



Фиг. 1.

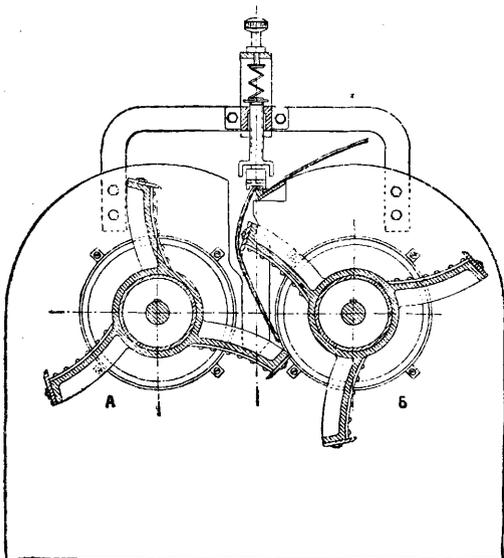
горсти в кг, l —длина горсти в см, η —коэф. использования машины = 0,8—0,85.

Промытый материал поступает в трепальную машину—швингтурбину (фиг. 2), где, продвигаясь вдоль машины, подвергается двустороннему действию 3-лопастных бил А и Б. Машина состоит из двух одинаковых частей, из коих первая предназначена для трепания верхушек, вторая — комлей. Турбина очищает волокно, сообщает ему делимость и отделяет более слабые и короткие волокна. Производительность 5 т тресты в смену, потребляемая мощность 10 НР. Выход волокна после турбины равен 13—16%, из коих 3,5% короткого и 9,5—12,5 длинного. Производительность турбины определяется по следующей ф-ле:

$$P = \eta \cdot g \cdot \delta \cdot 60 \text{ кг/ч},$$

где η —коэф. использования машины, g —вес п. м материала, δ —скорость ремня транспортера в м/мин.

Отходы из-под турбины выносятся механич. транспортером, протрясываются на трясилке (типа Грушвиц), поступают на

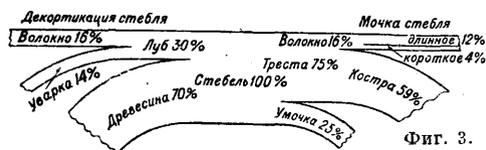


Фиг. 2.

подсушку, откуда идут на декортикационный агрегат, представляющий собой последовательное соединение мяльной машины с трясилкой. Производительность агрегата зависит от мощности мялки и колеблется в

пределах 2,5—7 т стеблей. Стланец и немоченые стебли после предварительной подсушки до 8—10% поступают непосредственно на декортикационный агрегат. Выход луба 26—30%. Нормальная засоренность длинного волокна 5—7%. Засоренность луба и пакли не должна превышать 10—15%. Нижеприводимый график показывает разработку конопляной соломы (фиг. 3). Костра из мяльно-трепального отделения поступает или на производство строительных и изоляционных материалов или на топливо. Теплотворная способность костры 4500 Cal.

Новые методы обработки. Сложность и длительность существующего процесса, представляющего собой скорее производство отходов (84%), чем волокна (16%), заставляет исследовательскую мысль искать новых форм обработки. 1) Ускорение процесса мочки. Интересно отметить аэробный процесс, предложенный проф. Росси (Италия); работу распада пектиновых веществ ведет «*Bacillus Comesi*». Продолжительность мочки сокращается в два раза и в Италии летом длится 36—48 час.; необходимость пневматич. установки для продувки воздуха затрудняет распространение этого способа, принятого во Франции. Для Италии имеет большое значение способ Кар-



Фиг. 3.

бона (Carbone), представляющий собой анаэробную мочку при t° воды 37° , где работу распада ведет «*Bacillus felsineus*». Продолжительность процесса 36 ч. 2) Мокрая обработка для устранения предварительной сушки стеблей. Мокрые стебли направляют на трепальный станок, где отделяют волокно, к-рое легко высушить (необходимо удалить на 100 кг стебля в обычных условиях 262 кг воды, по этому способу 36 кг воды). Мокрая костра, смешанная с паклей, отходит в машину. Получаемое волокно обладает более высокими качествами. Средний номер после чески 13 вместо 9. Невозможность использования короткого волокна дает понижение общего процента выхода, 13,8 вместо 17,9, что и является основным недостатком этого способа, предложенного Станцией лубяных волокон в Москве. 3) Сухая обработка, или декортикация, т. е. выделение луба без предварительной мочки стеблей, широко применяется при обработке новых лубяных волокон (кенаф, кендырь) в СССР, вводится также и для старых культур (лен, конопля). Декортикация была предложена в 60-х гг. 18 в. Христианом на франц. заводе Леони (в России Пузанов декортиковал коноплю в 1870 г.). До сих пор существовавшие декортикаторы, имея малую производительность, давали сильно засоренный полуфабрикат. Достижением в этой области является декортикатор ТР (Новлубтреста), мяльного типа, с 17-ю парами вальцов, из к-рых четыре пары плющильные, производительность их 7—8 т соломы за 8 ч. при тридца-

ти одной подаче в мин. Выход луба 32—38%, при засоренности 4—10%. Для дальнейшего обескострижения материал поступает на вальок, бреккер-карду или трясилку. Очищенный луб идет непосредственно в обработку, или для выработки сповязательного шпагата или мешковины, заменяющей джутовую ткань. При желании получить технич. волокно проводят химическую варку луба в горячем растворе NaOH, продолжительностью 15 мин. Получаемое волокно имеет высокий номер 12—14 вместо обычного 6—8.

4) *Котонизация* (см.) и получение комплексного котиона. Длина элементарных волокон конопли незначительна (средняя длина волокна 14 мм). Это обстоятельство заставляет получать комплексы, т. е. группы элементарных волокон, по длине соответствующие хлопку—27—30 мм (фиг. 4). Опыты прядения комплексного котиона, конопляной, в 50% смеси с хлопком проводились в Германии, в наст. время проводятся опыты Научным институтом новых



Фиг. 4.

лубяных волокон (Москва). Коноплин по крепости не уступает хлопку, но жестче последнего. Заслуживает внимания метод механич. котонизации (Гминдера — Германия) и проблема свежей декорткации конопли (Крагельский и Толлочко — Москва), где уборочно-декорткационная машина непосредственно в поле убирает стебель и выделяет луб, который далее обрабатывают при прядильных фабриках, чем устраняется перевозка стеблей, упраздняются э-ды первичной обработки и др.

Торговые виды и сорта. Пеньковое волокно по способу выделения разделяется на П.-моченку, П.-сланец (встречается редко) и П. заводской обработки. В зависимости от степени и рода обработки делится: длинное волокно на 1) П.-сырец, 2) П. трепаную, 3) П. чесаную; короткое волокно — на пеньковую паклю и пеньковый очес. На рынок поступает гл. обр. П.-сырец; ческу производили крестьяне раньше только для себя, но теперь с.-х. кооперация организовала трепку и частично ческу П. В СССР П. идет

главн. обр. на выработку крученых изделий, как то: канатов, веревок, шпагата, нитой, пряжи. №№ 10—12, редко 14, из очеса не выше № 8. Использован П. для ткачества и получение высоких номеров имеется за границей, где из пеньки выпраждают 20—25 номеров, а из высоких сортов итальянской конопли до 35 номера. П. по типу своего волокна делится на канатную (крепкое и грубое волокно) и шпагатную (тонкое и мягкое волокно). Встречаются еще следующие рыночные названия пеньки: П.-сечка (БССР и Зап. обл.), П.-молочка (Орел, Курск), П.-коловая (УССР). Лучшей является сечка, занимает в товарной массе 25—30%, молочка 70—75%, коловая — исключительно низкая по качеству пенька. Пакля бражная представляет собою короткое волокно, очищенное от костры, с прочесом на гребнях или гвоздях. Является лучшим сортом пакли, идет на шпагатное прядение. Пакля костылевка — самый низкий вид пакли, чрезвычайно засоренная крупной и мелкой кострой (костями). В сырьевой балансе на пеньковом рынке пеньковая пакля (заготавливается ок. 15%) и очес не входят, являясь отходами обработки. Стандартная таблица П.-сырца (утверждена Наркомторгом 29/IV 1926 г.) по существу является правилами сортировки, без цифрового выражения качества сортов.

По примеру льняного стандарта коноплеводные районы разбиты по качеству на четыре группы; в каждой группе имеются следующие сорта: отбор, первый, второй и третий. Каждый сорт делится на 2 типа — шпагатный и канатный. В настоящее время (1931 г.) пеньковый стандарт прорабатывается. Кроме этого есть таблица на украинскую П.-сырец, составленная по такой же схеме (утвержденная Наркомторгом 10/XII 1926 г.). Нормальная влажность волокна по Шапошникову 9,68—18,79%, в среднем 14,72%; по Туринским нормам влажность волокна — 12%. Качественными признаками считаются: крепость 35—40 км разрывн. длины, мягкость, маслянистость, тонина и цвет. Уд. вес 1,43. Мировое распределение площадей и сбора конопли видно из табл. 1 (по данным Международного аграрного института в Москве). СССР наиболее мощная страна по производству конопли. По экспорту Россия до 1914 г. немногим уступала Ита-

Табл. 1.—Посевная площадь и сбор конопли в Европе.

Страны	Посевная площадь						Сбор							
	В тыс. га			В % относительно 1909—1913гг.			В тыс. квнталов			В % относительно 1909—1913гг.				
	1909—1913 гг.	1924—1926 гг.	1928 г.	1909—1913 гг.	1924—1926 гг.	1928 г.	1909—1913 гг.	1924—1926 гг.	1928 г.	1909—1913 гг.	1924—1926 гг.	1928 г.		
Венгрия:														
нульт. обшн.	11,0	11,3	7,0	102,7	63,6	1,2	1,0	109,9	104,2	54,0	04,8	49,1	2,0	2,0
» ушлотн.	—	—	17,0	—	—	—	—	—	—	3,0	—	—	—	—
Италия	80,9	95,6	85,0	118,2	105,1	8,5	8,1	835,0	1 063,7	857,0	127,4	102,6	15,2	20,1
Польша	32,9	93,8	29,0	131,3	88,1	3,4	2,9	205,2	194,5	201,0	134,6	98,0	3,7	3,7
Румыния	6,0	41,0	37,0	68,3	616,7	0,6	3,5	20,0	148,6	163,0	743,0	815,0	0,4	2,8
Чехо-Словакия	—	11,6	11,0	—	—	—	1,0	—	86,7	71,0	—	—	—	1,8
Югославия	15,4	29,8	27,0	193,5	175,3	1,6	2,5	73,9	305,8	181,0	413,8	244,9	1,3	5,8
СССР (Европейск. и Азиатск. части)	686,6	897,4	965,0	130,7	140,6	71,9	75,7	3 290,0	2 917,0	3 311,0	88,7	106,6	59,9	55,0

лии (экспорт в 1913 г. 9 550 т). Экспортировалась пенька в Германию (50%) и в Англию (24%). Кроме волокон вывозятся веревки, канат, бечева. В 1928/29 г. из СССР было экспортировано 5 634 т, из коих 90% П. и 10% посконы, что равно 25% от общей заготовки. Посевная площадь под коноплей выражалась в 1913 г. в 687 тыс. га, а в 1928 г. в 965 тыс. га.

Лит.: Боголюбский П., Из практики работы, «Вестник льняного и пенькового дела», Москва, 1929, 12; Первичная обработка льна и конопли. Работа комиссии ВСНХ СССР по посеву в Америку, М., 1931; Казанский В. С., Сортоведение льна и пеньки, М., 1930; Крагельский И. В., Метод механического облагораживания льна конопли, «За новое волокно», Москва, 1931, 5; Лаповок И., Конопля, 2 изд., Москва, 1930; Мещерский А., Особенности коноплеводства в Сибири, «Вестник льняного и пенькового дела», М., 1929, 3; Матвеев А., К вопросу культуры моздокской конопли на «зеленцы», там же, 1930, 2; Пузанов, Конопля и ее продукты, М., 1871; Рябов И. И., Обработка пенькового волокна, М., 1919; Серебрякова Т. Я., Конопля, Л., 1929; Котт М. А., Культура и первая обработка конопли, Москва, 1921; Рябов И. И., Пеньковое дело в России, М., 1923; «Лен и конопля в крупных хозяйствах», М., 1930; Пеньковое дело в СССР, Приложение к журналу «Вестник льняного и пенькового дела», Москва; Фрибес В. А., Конопля и ее обработка в России, «Ежегодник Департамента земледелия», 1908; Carter H., Modern Flax Hemp a. Jute Spinning, 2 ed., London, 1925; Heuser O., Der deutsche Hanf, Lpz., 1924; Ruschmann, Grundlagen der Rüste, Lpz., 1923; Carbone u. Tabler, Die Rüste mit Bacillus felsineus, «Faserforschung», Lpz., 1922, В. 2, р. 163—184; Kränzlin, Prinzipien der Kotonisierung, ibid., 1921, р. 121—138; Carbone, La macerazione industriale delle piante tessili, «Bacillus felsineus», Milano, 1920; Yearbook of Dept. of Agricult., Wash., 1913; Herzog R. O., Der Hanf als Faserpflanze, р. 85, «Faserstoffe u. Spinnpflanzen», 1923; Heuser O., Die Hanfpflanze, Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. O. Herzog, В. 5, Т. 2, В., 1927; König P., Die Hanfwirtschaft, ibid., В. 5, Т. 2, В., 1927. И. Крагельский.

Экономика. Разведение конопли обнимает очень большой район. К числу производителей П. в европейских странах кроме СССР м. б. отнесены Италия, Югославия, Румыния и Польша, из внеевропейских—Филиппинские о-ва, Китай, относительно к-рого впрочем нет точных сведений. Сверх названных выше стран было вывезено в 1929 г. из Британской Индии 249 2 тыс. квинталов, из Бельгии 63,6 тыс. и из Норвегии 115,3 тыс. винталов.

К Импорт П. (вместе с паклей) направляется в следующие страны (см. табл. 2).

Табл. 2.—Импорт П. (в тыс. квинталов).

Страны	1909—1913 гг.	1926 г.	1929 г.
Германия	629,7	286,9	280,6
Австрия	145,7	78,8	70,9
Бельгия*1	398,6	194,8	170,9
Дания	33,5	27,8	26,3
Франция	234,7	342,9	322,8
Англия	1 322,7	792,2	857,8
Греция	61,9	67,1	98,2
Италия	67,3	32,7	39,4
Голландия	427,3	117,2	103,9
Швеция	36,8	67,1	69,2
США	1 376,1	727,2	747,7
Япония*2	129,8	479,6	658,3
Австралия	64,8	78,9	76,5

*1 Вместе со льном. *2 Вместе с джутом.

Статистика внешней торговли дает следующие цифры вывоза П. из СССР (табл. 3 и 4).

Табл. 3.—Вывоз из СССР.

Материал	1928/29 г.		1929/30 г.	
	т	тыс. р.	т	тыс. р.
Пенька	8 493	2 813	10 246	3 121
Пакля	4 004	1 021	6 501	1 500
Пеньковые отходы	1 043	122	2 261	304
Изделия льнопеньковые и джутовые	2 979	2 299	2 865	1 821
Концы пеньковые	6 988	1 038	5 345	727

Табл. 4.—Распределение экспорта П. в 1929/30 г. по странам назначения.

Страны назначения	Пенька		Пеньковые отходы	
	т	тыс. р.	т	тыс. р.
Бельгия	657	180	435	81
Германия	7 009	2 190	5 573	1 146
Латвия	2 355	692	2 442	520
Чехо-Словакия	91	24	171	26

Импорт джута и кенафа (из Индии, незначительное количество из Персии) в СССР за два последних года выразились сравнительно с экспортом довольно крупными величинами:

1928/29 г.	31 575 т	на 10 277 тыс. руб.
1929/30 »	37 581 »	» 10 607 »

Кроме того было ввезено пеньковых и льняных изделий:

1928/29 г.	5 976 т	на 4 969 тыс. руб.
1929/30 »	8 725 »	» 8 474 »

Статистика промышленности по переработке и обработке П. в большинстве стран дается вместе с производством по обработке льна или джута. Об относительных размерах обрабатывающей промышленности можно судить по числу рабочих, занятых в предприятиях по обработке и переработке этих материалов. Кроме того переработка П. имела место на большом числе предприятий, производивших вместе с пеньковыми хлопчатобумажные, льняные и другие изделия, где обработку П. выделить не представлялось возможным. Советская статистика промышленности, выделяя в самостоятельные группы производство по обработке хлопка, шерсти, льна и шелка, обработку П. учитывает вместе с прочими растительными волокнистыми веществами—джутом и др. Число промышленных заведений и их валовая продукция за последние пять лет:

Годы	Число промышл. завед.	Валовая пром-ция (тыс. р.)
1924/25	51	39 851
1925/26	55	61 428
1926/27	47	65 631
1927/28	55	78 263
1928/29	65	92 049

98% этой продукции вырабатывается на предприятиях, принадлежащих государству, ок. 2% — на кооперативных предприятиях; роль частной промышленности ничтожна. Было выработано:

	1927/28	1928/29
Пряжи пеньковой и льно-джутовой (т)	51 291	72 736
Холста разного (тыс. м ²)	52 225	76 342
Веревки, каната, шпатага (т)	32 773	33 942*
Мешков (тыс. штук)	38 352	48 460

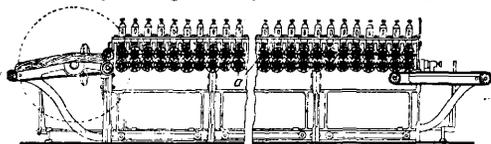
* В том числе шпатага в 1927/28 г.—10 501 т, в 1928/29 г.—10 032 т.

В 1927/28 г. пеньковой промышленностью было потреблено (в т):

Пеньки сырца и трепаной	36 879
» чесальной	6 705
» манильской	751
» очесов	3 244

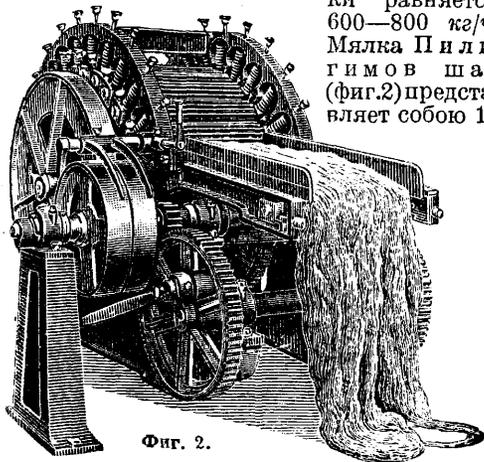
Лит.: Фабрично-заводская промышленность СССР 1927/28—1928/29 гг., М., 1930; «Внешняя торговля по европейской границе, 1929/30 г.», М., 1930, август—сентябрь; «Изв. текстильной промышленности и торговли», М., 1930, 1—2; *Annuaire international de statistique agricole*, 1929—30, Roma, 1930; *W o y t i n s k y W l.*, *Die Welt in Zahlen*, В. 3 и 4, В., 1926. В. Шарый.

ПЕНЬКОПРЯДЕНИЕ, прядение мягких и жестких волокон, т. е. собственно пеньки и суррогатов ее (маниллы, сизали, новозеландского льна, канатника, агавы, юкки, драцены и др.). Пеньковое производство обслуживает водный транспорт, лесной сплав, рыбную промышленность, сел. х-во, силовое хозяйство и ряд других отраслей промышленности. Пеньковая пряжа поступает на изготовление канатов (см. *Канатное производство*), веревок (см. *Веревочное производство*), тканей (рукава и паруса), снастей и сетей. Технологический процесс складывается из следующих операций: мягчение пеньки ставит своей целью смягчить, облагородить волокно, чем и облегчить последующую обработку. Мягчение произво-



Фиг. 1.

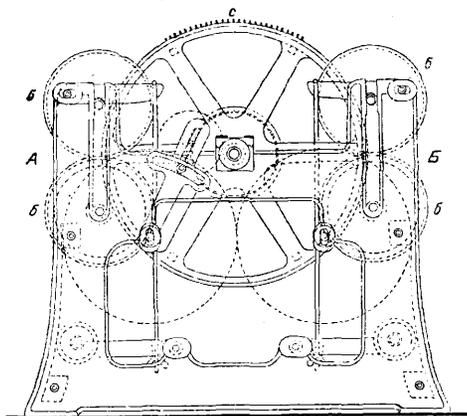
дится на мялках различных типов. Горизонтальная мялка (фиг. 1) имеет до 63 пар вальцов *a*. Материал проходит между вальцами, которые находятся под действием пружин, расплывается, расщепляется в продольном направлении, становится гибким и мягким; производительность мялки равняется 600—800 кг/ч. Мялка Пилигмов шаг (фиг. 2) представляет собою 12



Фиг. 2.

пар вальцов *a*, расположенных по цилиндрической поверхности, имеющих попеременно возвратно-поступательное движение. Материал продвигается в машине, делая два шага вперед, шаг назад. Производительность машины 110—130 кг/ч. Потребляемая мощность 5 НР. Далее, длинные сорта

пеньки (2—3 м) поступают в резку на части (величиной 600—700 мм). Волокно, будучи зажато двумя парами желобчатых шкивов (фиг. 3), подвергается действию быстро вращающегося режательного колеса с (до 1 000 об/мин.), расположенного между шки-



Фиг. 3.

вами *б, б*, снабженного тремя рядами ножей в виде шестигранных призм. Производительность машины 110—130 кг/ч при подаче материала с двух сторон (*A* и *B*). Потребная мощность 2 НР. Раньше вместо резки волокна рвали на части на разрывной машине, что сильно понижало качество его. В результате резки волокно разделяется на три сорта (вершина, комли, середина). Наибольшую ценность представляет середина. Резаное волокно поступает на ческу, производимую вручную или на геклинг-машине (чесальной машине). Операция чески является одновременно и сортировкой волокна: спутанное и слабое волокно уходит в очес, а длинное и крепкое, будучи расчесанным, приобретает большую делимость. Операция чески производится на геклинг-машинах—автоматах или полуавтоматах—и совершенно аналогична ческе льна (см. *Льнопрядение*). Машина имеет 8—16 секций при иглах от 8-го до 14-го №. Производительность машины 110—120 кг/ч. Потребляемая мощность 6 НР. Производительность определяется по следующей ф-ле:

$$P = n \cdot t \cdot g \cdot p,$$

где *n*—число подъемов каретки, *t*—время работы машины в мин., *g*—вес 1 горсти, заправляемой в машину, *p*—процентный выход чесаной пеньки (45%).

После разработки в чесальной машине получается два вида волокна—длинное и короткое (очес), к-рые оцениваются по номеру (для длинного волокна №№ 6—8—10, в Европе до № 35) и затем поступают в прядение, разделяемое на две части. Ответственное прядение, или прядение длинного волокна, и неответственное, или прядение короткого волокна. Указанные виды прядения м. б. сокращенными, где банкаброш и ватер заменены одной машиной—гиллспиннером (гиллспинингом), или полными. По сокращенному прядению вырабатывается канатная и шпагатная пряжа. Полное прядение дает

возможность вырабатывать более высокие номера пряжи (№ 5 и выше по англ. нумерации, идущие на крученые изделия и в ткачество). Полное прядение совершенно аналогично льняному, отличаясь от такового утяжелением машин и увеличением разводов (расстояний), и складывается из следующих операций: длинное волокно поступает на раскладочную машину, где из несвязанных между собою горстей формируется лента определенной ширины и толщины, представляющая собой поток волокон, ориентированных по длине. Лента проходит несколько ленточных машин (2 или 3), где дублируется и вытягивается, поступает на банкаброш и ватер (сухой, полумокрый и мокрый). Полумокрое прядение встречается исключительно за границей. Короткое волокно проходит карду, ленточные машины, банкаброш и ватер. Описание работы пенькопрядильных машин и схемы см. *Льнопрядение*.

Раскладочная машина имеет обыкновенно от 4 до 6 гребней, таким образом образует от 4 до 6 ручьев. Вытяжка равна окружной скорости вытяжного цилиндра, деленной на окружную скорость приемного цилиндра, и не превышает 24. Разводка цилиндров, т. е. расстояние между осями приемного цилиндра и осью вытяжного, называемая также длиной вытяжного поля, определяется длиной волокна и равна для короткой резаной пеньки 36", для длинной 65".

Ленточные машины. Для среднеровной пеньки применяются трехленточные машины, при прядении тонкой пеньки 4 и прядении ровной (толстой) пряжи 2. Число сложений на грубой ленточной от 8—12, на средней и тонкой от 12—16. Расстояние между осями вытяжного и приемного цилиндров в зависимости от длины волокна: для пряжи № 1½: I ленточная—28", II—26", III—24", для канатной пряжи: I—65", II—60", III—54". Банкаброши строят на 5—10 головок, по 8—10 веретен в головке. Размеры катушек 10×5"; 9×4½"; 8×4". Число оборотов веретен от 550—700 в мин. Вытяжка изменяется в зависимости от № ровницы от 5,0—12,0, доходя для особенно тонких №№ (№ 10 метрич.) до 20. Крутка в зависимости от № ровницы может быть определена по формуле $0,45—0,55 \sqrt{N}$ ровницы, что составляет от 0,5 до 1,5 кручения на 1". Теоретическая производительность банкаброша, а также и других прядильных машин (гиллспиннера и ватера) за 8 часов может быть вычислена по формуле $0,02016 \frac{n}{\alpha \sqrt{N_{англ.}} \cdot N_{англ.}}$ кг или при №

русском = $1,36 \frac{n}{\alpha \sqrt{N_{русс.}} \cdot N_{русс.}}$.

Практич. производительность (для пряжи № 5—8) за 8 ч. 700—800 кг. Ватер двухсторонний имеет число веретен 112—160, расстояние между веретенами 3½—5", разводка между вытяжными цилиндрами для сухого ватера 10—20", для мокрого 4—8". Число оборотов веретен 1 600—3 500 об/м. Вытяжка 4—7. Коэффициенты крутки (по Либшеру) следующие:

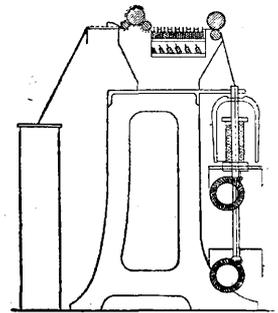
Пряжа	Длинное волокно	Паля:
Шпагатная и парусиная . . .	2,25	2,75
Дратвенная	2,125	2,50
Ткацкая пряжа (основа)	2,0	2,50
Ткацкая пряжа (уток)	1,85	2,25

Для определения крутки приведенные коэффициенты надлежит умножать на $\sqrt{N_{англ.}}$.

Табл. 1.—Примерные планы прядения пеньки по данным Решетихинской фабрики.

№ пряжи	6 оч.	8 ч. п.	10 ч. п.	0,85 ч. п.
Вытяжка на ватере	4,65	6,06	7,1	—
№ ровницы	1,27	1,32	1,32	0,85
Вес ровницы 100 мвэ	130	125	105	176
Вес таза (250) в кг.	5	10,6	1,8	8,50
1 ленточн. вытяж.	5,5	8,3	5,15	6,85
» » слож.	3	6	6	6
2 ленточн. вытяж.	5,85	9	6,9	7,05
» » слож.	3	6	3	4
3 ленточн. вытяж.	—	9,9	7,8	—
» » слож.	—	4	4	—
Банкаброш. вытяж.	6	8,2	9	8,1
Крутка на 1"	1,02	0,75	0,78	1,75
Коэф. крутки	0,9	0,65	0,65	2

Примерные планы прядения приведены в табл. 1. При сокращенном способе прядения материал с ленточной машины поступает на гиллспиннер, где лента в вытяжном аппарате вытягивается в 10—20 раз, выпускаемая мычка получает крутку (0,9—4 на 1") и продукция наматывается на катушку (число оборотов веретен 1 000 об/м.). №№ вырабатываемой пряжи до 1½—2 по метрической нумерации, канатной пряжи выше № 24 (по русской канатной нумерации). Схема гиллспиннера показывает полную аналогию с банкаброшем (фиг. 4). Гиллспиннер для тонких №№ пряжи имеет 2 ряда катушки и веретена приводятся в движение шнуром или ремешком от жестяного барабанчика. Теоретическая производительность 1 веретена гиллспиннера определяется по следующей формуле: $g = \frac{n}{\alpha \sqrt{N \cdot N}}$, где g —производитель-



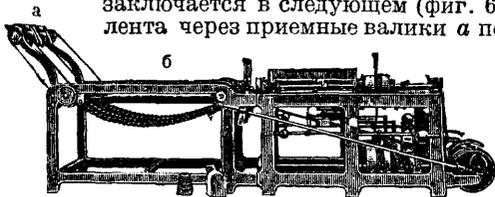
Фиг. 4.

ность (в зависимости от системы нумерации в кг для метрической, в английск. фн.—для английской), n —число оборотов веретена, α —коэф. крутки, N —№ пряжи. Число веретен и размеры катушек колеблются в зависимости от системы. Так напр., гиллспиннер Комб-Барбура (Англия) имеет 48 веретен, размеры катушки $10 \times 6\frac{1}{2}$ ", разводка 36", число оборотов веретен—1 300 об/м. Описанный выше гиллспиннер принадлежит к так наз. банкаброшному типу, где вытяжка происходит за счет разности скоростей приемной и выпускной пары; второй тип гиллспиннера, т. н. гиллспиннер—автомат или полуавтомат, представляет собою машину для получения грубых сортов пряжи.

имеющую несколько веретен (1—2—4—6), где вытяжка происходит за счет протягивания ленты через одну пару валиков, имеющих определенную скорость.

Большой интерес представляет электрогиллспиннер системы Шнейдера, имеющий неподвижное веретено (фиг. 5), над к-рым расположен индивидуальный электромотор *a*, на полом валу которого прикреплена рогулька. Мычка проходит через полый вал в рогульку и наматывается на катушку *b*, к-рая увлекается ниткой. Для торможения ее, что необходимо для наматывания пряжи, нижний торец катушки укреплен на эбонитовой тарелке, трущейся своим основанием о брус машины. По мере увеличения веса катушки увеличивается затормаживающая сила, уменьшается число оборотов ее, чем достигается правильная намотка нити на катушку. Каждый мотор имеет индивидуальный бескирковый выключатель. Выключение отдельных рогулек, в случае обрыва нити, повышает коэф. использования машины. На указанных машинах применяется также автоматич. смена катушек, т. е. при парботке съема работница механически удаляет наполненные катушки и подводит под рогульки пустые катушки. Широкий диапазон вытяжки от 3 до 7 и крутки от 0,9 до 4 (на 1''), при большем числе оборотов рогульки, до 2 000, большой коэф. использования машины и потребное для обслуживания меньшее число работниц делает ее чрезвычайно рентабельной в производстве.

Изготовление указанных машин производится также и в СССР (з-д К. Маркса, Ленинград). Более грубые № пряжи, бечева и шпагат, а также изделия из жестких волокон прядутся на горизонтальных автоматах или полуавтоматах—гиллспиннерах (введенных Джоном Гудом в Америке). Автоматы имеют 2 веретена для низких № пряжи (до № 32 русской канатной нумерации), 4 веретена для более высоких и 6 для прядения более нежного сырья. Работа автомата заключается в следующем (фиг. 6): лента через приемные валки *a* по-

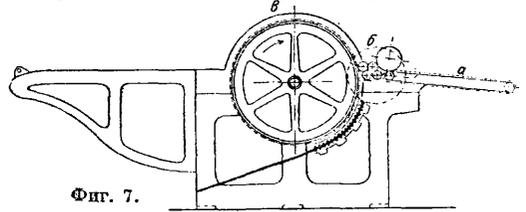


Фиг. 6.

ступает на бесконечное полотно *b*, подающее ее через особый механизм—конденсор—в крутильную трубку. Скручивание происходит на участке между концами трубки и рогулькой благодаря вращению последней. Назначение конденсора регулировать толщину подаваемой ленты, не допускать расширения крутки на игольном поле и приглаживать поступающую в крутку ленту.

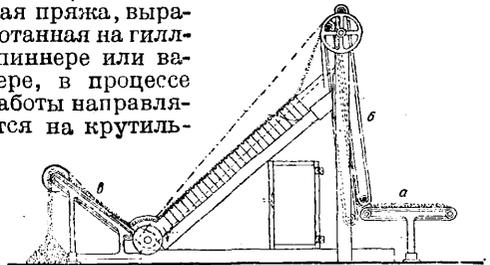
Крутка на автомате колеблется в пределах от 0,86 до 1,38 (на 1''), вытяжка—от 3 до 7. Число оборотов веретена 1 200—2 000 об/м. Для прядения канатной пряжи также употребляют полуавтоматы, имеющие 1 веретено, подача волокна к к-рому производится вручную, что ставит качество пряжи в полную зависимость от навыка рабочего.

Дальнейшие операции П. Выработанная для ткачества и сетевязания пряжа поступает на мотовила, где перематывается



Фиг. 7.

в мотки и высушивается (если получена по мокрому прядению). Дратвенная пряжа, которая прядется мокрым или полумокрым способом (№ 5—10 англ. нумерации) из длинного волокна, перематывается на клубочных машинах в клубки весом 25—50 г и пакуется в пачки до 1 кг весом. Канатная пряжа для предохранения ее от разрушения под действием влаги подвергается осмолке, для чего пряжа, полученная с автомата или гиллспиннера, поступает на перемотку в вицу или бухтину, состоящую из 300—400 отдельных нитей. Бухтина поступает в осмолку, проводимую обычно последовательно в 2 котлах. Осмолка возможна и без перемотки пряжи. После осмолки пряжа перематывается на катушки, которые поступают на скручивание бечевы или канатов (см. *Веревочное производство, Канатное производство*). Шпагатная пряжа, выработанная на гиллспиннере или ватере, в процессе работы направляется на крутиль-

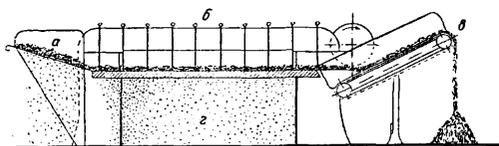


Фиг. 8.

ный ватер (см. *Шпагат*), где она и скручивается в 2—3 нити.

Обработка угаров. Отходы производства, также как и увязочный шпагат, веревка, канат, после их использования поступают в угарный цех фабрики, где перерабатываются на грубые номера веревочной и шпагатной пряжи. Технологич. процесс складывается из следующих операций. Щипальный волчок, назначение к-рого размельчить канаты, шпагат, веревки. Материал подводится (фиг. 7) транспортером *a* к питательным валкам *b* и, будучи ими зажат, подвергается действию быстро вращающегося барабана *в*, снабженного иглами, размельчающими материал на куски. Угары и пакля для очистки от костры поступают на наклонную трясилку (фиг. 8, где *a*—подаю-

щий стол, б—подающие полотна с поперечными планками, в—отводящий стол или горизонтальную трясилку (фиг. 9, где а—загрузка материала, б—трясильные иглы, в—выход материала и г—угары). Материал на трясилках продвигается иглами, имеющими качательное движение. После волч-



Фиг. 9.

ка и трясилки волокно поступает на кардную машину, где формируется лента, идущая на выработку грубых № обычным прядением. Изделия из угаров, будучи сделаны из короткого поврежденного волокна, имеют пониженную крепость. Нумерация пеньковых изделий, см. *Нумерацию пряжи*. Ниже приводится табл. 2 для перевода одной системы нумерации в другую.

(делей) и ахан, на их посадку и шворку (ОСТ 462), работают из № 8—12 скручиванием в 3, 4, 5, 6, 8, 14 нитей; дратвенные нити идут в обувное производство. Д. Шпагат, в зависимости от назначения, делится на обыкновенный, идущий на вязку, упаковку и шивку (ОСТ 1669), снопьяльный шпагат и грубый шпагат—сахарник. Е. Крученая пряжа—крученка—идет на производство рукавов и парусов. Ж. Ткацкая пряжа идет гл. обр. на изготовление тканей для технич. целей.

Прядение жестких волокон. Недостаток сырья включил в текстильную промышленность ряд новых лубяных растений, б. ч. тропич. происхождения, дающих жесткое волокно. К ним принадлежит: манильская пенька (см. *Банановое волокно*), сизаль, маврикийская пенька, новозеландский лени др. (см. *Волокна прядильные*), в СССР—кенаф и канатник. Технологиц. процесс для грубых лубяных, заканчивающийся прядением волокна на гиллспиннере или автомате, имеет несколько иной подготовительный процесс,

Табл. 2.—Планы прядения для пряжи от № 0,65 до № 16 по способу длинного прядения.

№ пряжи		Вес ленты с расчл. в 500 ярдов, кг	Вытяжка на машинах					Сложение на машинах			№ ровницы		Вес ровницы в г		
англ.	метрич.		ленточных			гиллспиннер	банк-брок	ватерах	ленточных			англ.	метрич.	в 300 ярд.	в 230 м
			I	II	III				I	II	III				
0,65—1,0	0,39—0,60	16	12	12	—	11,5—17,5	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,25—2,0	0,75—1,25	16	12	12	—	11,1—17,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
2,25—5,0	1,35—3,0	16	12	12	12	10,0—22,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
5,0—6,67	3,0—4,0	16	12	12	12	—	15	5,0—6,7	12	12	10	1,0	0,6	453	418
7,5—8,25	4,5—5,0	16	12	12	12	—	11	6,0—6,6	12	12	6	1,25	0,75	362	333
10,0—11,7	6,0—7,0	13,5	12	12	12	—	15	6,7—7,8	12	12	8	1,5	0,9	302	278
13,3—16,0	8,0—10,0	13,5	12	12	12	—	20	6,7—8,0	12	12	8	2,0	1,2	226	208

Изделия из пеньки. А. Пеньковые канаты (хозяйственные), скрученные не менее чем из 3 прядей, делятся по 3 признакам: 1) по способу изготовления—обыкновенные (тросовые) и отворотные (кабельные); 2) по роду пряжи—бельные (суровые) и смольные; 3) по крепости—1-й и 2-й сорта (ОСТ 96). Пеньковые канаты приводные, т. е. предназначенные для передачи работы на расстоянии, 3- и 4-прядные крепостью от 3 900 до 19 000 кг. Номера каболок, составляющих их, колеблются от 30 до 20 (ОСТ 392). Б. Пеньковые канаты морские. Веревки пеньковые (ОСТ 430); различают следующие виды их: хозяйственные (ОСТ 432), рыболовные (ОСТ 431), технические, идущие на ловцакий такелаж (ОСТ 433), морские. Все веревки делятся на два вида: простые и ки, т. е. полученные простым скручиванием 3 и более нитей пряжи, и крученые, полученные обратным скручиванием нескольких простовиков. Правила приемки, отбор проб и метод испытаний—ОСТ 434. В. Сети рыболовные разделяются по назначению на жаберные и неводные (дели). Последние вырабатываются из № 8—10 пеньковой пряжи. Г. Нитки пеньковые различают рыболовные и дратвенные. Первые идут на починку сетей

складывающийся из следующей операции: волокно без предварительного расчесывания поступает на комбинированную раскладочно-чесальную машину системы Гуда, особенностью которой является наличие двух цепей гребней, имеющих различную скорость, где пенька, выпускаемая питательным цилиндром, несомая медленно движущейся первой цепью, постепенно, начиная с конца, расчесывается при переходе на вторую цепь, движущуюся со скоростью в 5—10—15 раз больше. Машина дает возможность совмещать процесс вытяжки с расчесыванием. Вытяжка на машине в 10—20 раз. Производительность машины 60—70 м/мин. Большая хрупкость волокна требует эмульгирования (замасливание волокна), производимого или заранее, когда волокно выдерживается 1—2 дня, или непосредственно в момент настилки волокна на машину. Часто вместо горизонтально-чесальной машины применяется раскладочно-ленточная машина, представляющая собою как бы соединение раскладочной машины и нескольких ленточных. Волокно выходит из машины в виде уже несколько раз дублированной и вытянутой ленты и поступает непосредственно в прядение. Указанная машина работает хуже,

чем горизонтально-чесальная, т. к. не производит интенсивного расчесывания, происходящего в машине Гуда при переходе волокна с первого гребенного полотна на второе.

Лит.: Крашенинников Ф. Е., Прядение пеньки и производство крученных изделий, пер. с нем., Справочник герм. машиностроительного з-да Оствальд Либшер, М., 1929; Кульпин И., Механика обработки льна, пеньки и др. волоконистых материалов в пряжку, нитку и шпагат, Изд.-Вознесенск, 1913; Герцог Р. О., Пенька и льбяные волокна, пер. с нем., Москва, 1931; Крашенинников Ф. Е., Система машин пенькового и джутового производства, «Вестник льняного и пенькового дела», М., 1929, кн. 10; Carter H., Modern Flax, Hemp and Jute, Spinning and Twisting, L., 1925; Schilling E., Die Faserstoffe des Pflanzenreiches, Lpz., 1924; Herzog A., Die Unterscheidung d. Flachs- u. Hanffasern, B., 1926; Carter H., The Spinning and Twisting of Long Vegetable Fibres, L., 1919; «Ztschr. für d. ges. Text. Ind.», Lpz., 1927, 50.

И. Нрагельский.

ПЕПЕЛ вулканический, белая или серая пыль, состоящая из частиц минералов, входящих в состав лавы. Во время вулканич. извержения П. вместе с газами и парами поднимается на значительную высоту и падает гл. обр. на склоны вулкана; некая же часть П. увлекается воздушными течениями и переносится иногда на значительные расстояния (2 000 км и более). П. имеет важное значение при отложении осадков: он уносится водой рек в низкие области суши и в моря, где отлагается в виде вулканич. туфов, перемежаясь с отложениями обломочного характера или с химическими осадками.

ПЕРГАМЕНТ животный, высушенное и подвергнутое специальной обработке *голье* (см.). Для П. употребляют шкуры телят, коз, овец, ослов и свиней. Предварительные операции отделки шкур такие же, как и при выработке дубленых кож (см. *Кожевенное производство*). После зolenия шкуры, предназначенные для выработки П., мездрят, натягивают на раму и чистят с лицевой и мясной стороны. Тщательно очищенную кожу посыпают с мясной стороны мелом, втирая его пемзой. Эту операцию производят несколько раз. Сушат кожу на рамах в тени. Чем П. тоньше и белее, тем он выше ценится. Производство П. в настоящее время для письма и переплетных работ чрезвычайно ограничено. По тому же способу выработывают и барabanную кожу.

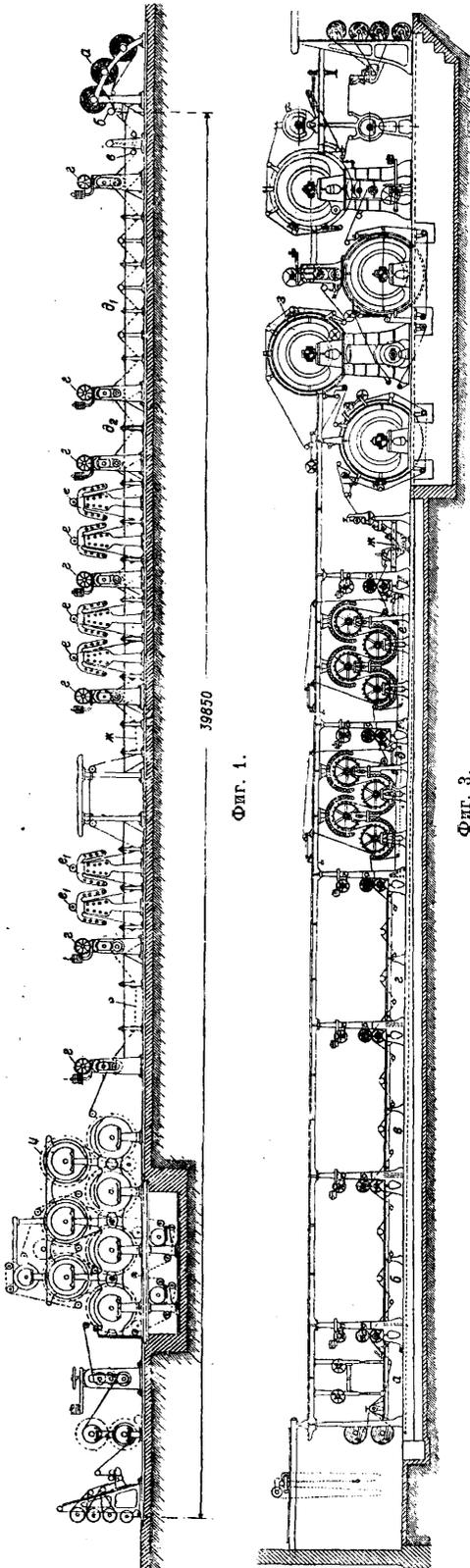
Пергамент растительный, или настоящая пергаментная бумага (см. *Пергамин*), бумажный фабрикат, для которого полуфабрикатом является готовая бумага, изготовляемая (без клея и наполняющих веществ) из тряпичной полумассы или сульфатной беленой и небеленой целлюлозы (30—50%). Требования, предъявляемые к этому сорту бумаги, чрезвычайно высоки: она должна иметь хороший просвет, обладать одинаковой и притом невысокой степенью влажности, значительной впитываемостью и иметь рулоны без срывов. Производство растительного П. основывается на свойстве клетчатки под действием H_2SO_4 набухать и превращаться в *амилоид* (см.). Набухшие волокна целлюлозы (при толстой бумаге по всей толщине, а при тонкой в поверхностных слоях) заполняют поры между волокнами листа, образуя т. о. сплошной и плотный слой, непроницаемый

для жиров, воды, воздуха. Растительный П. применяется главн. образом для обертки влажных и жирных веществ (см. *Бумажная тара*), для укупорки материалов с целью предохранения их от сырости и высыхания; поэтому он должен обладать водо-, воздухо-, масло- и жиронепроницаемостью.

Испытание на плотность П. растительного производится: 1) по образованию на листе пузырей при держании его в течение некоторого времени над некопящим пламенем, вследствие парообразования внутри листа и трудности испарения через плотную поверхность бумаги (чем плотнее бумага, тем сильнее, в большинстве случаев, пузырьчатость нагретой бумаги); 2) по большему или меньшему пропусканию скипидара при растирании его пальцем на поверхности листа П. в течение 30 сек. Наблюдение ведется по подложному под П. листу писчей бумаги; П. очень хорошей плотности при этих условиях совершенно не пропускает скипидара; 3) по прохождению жира через лист растительного П.: кусок свиного сала заворачивают в испытуемый лист П. и кладут между двумя стеклянными пластинками, обернутыми писчей бумагой; испытание ведется под грузом в течение нескольких часов; непоявление жирных пятен на писчей бумаге или же образование на ней незначительного количества хлопьевидных жирных пятен указывают на хорошую плотность П. Плотность растительного П. должна соответствовать следующим нормам: 22—200 г/м². Разрывная длина его в среднем 6 300 м, растяжение 3,8—2,1%. Изобретен растительный П. в Англии в конце 19 в.; производство в фабричном масштабе впервые было поставлено в Германии и Бельгии.

Производство растительного П. можно подразделить на две основные операции: 1) производство собственно бумаги, 2) пергаментирование ее. Производство бумаги для растительного П. в основном ничем не отличается от получения бумаги других сортов (см. *Бумажное производство*). В данном случае в процессе производства особое внимание уделяют получению тощего разлома массы, абсолютному выделению песка и других минеральных частичек из массы и образованию хорошего просвета; это вызывается качественными требованиями этого сорта бумаги: хорошей впитываемости, равномерной толщины и минимальной зольности.

Пергаментирование, т. е. обработка готовой бумаги H_2SO_4 с последующей промывкой, нейтрализацией и сушкой, является второй стадией производства П. и ведется на особых, для этого предназначенных, машинах (фиг. 1). Бумага со станины *a*, несущей рулон бумаги через ведущий пресс *b*, поступает в выложенную свинцом и наполненную серной к-той ванну *c*. Крепость к-ты этой ванны 52—58° Вё. Лента бумаги находится в этой ванне в течение 1½—15 сек. На конце ванны находится орзенинный пресс со стеклянным шабером *g*, к-рым отжимают и отводят в ванну излишнюю серную к-ту с проходящей через него бумаги. Этой операцией кончается процесс пергаментации бумаги. Следующая отмывка от к-ты производится сначала в двух, рас-

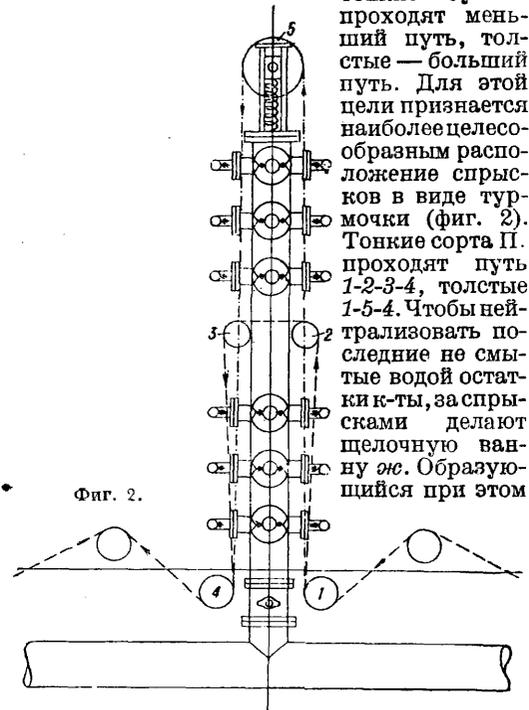


Фиг. 1.

Фиг. 3.

положенных одна за другой, ваннах d_1 и d_2 , также выложенных свинцом и наполненных первоначально водой. Каждая ванна также кончается прессом со стеклянным шабером g . Вследствие прохождения через ванны ленты бумаги, покрытой k -той, концентрация содержимого их постепенно повышается, доходя в первой до $25^\circ \text{В} \acute{e}$ и во второй до $12^\circ \text{В} \acute{e}$. K -ту $25^\circ \text{В} \acute{e}$ из первой промывной ванны направляют на регенерацию — выпарку в открытых свинцовых сковородах до $45^\circ \text{В} \acute{e}$. Последняя, смешиваясь с продажной кислотой $66^\circ \text{В} \acute{e}$, поступает в ванну рабочей кислоты крепостью $52-58^\circ \text{В} \acute{e}$. По освобождении первой промывной ванны в нее перепускают кислоту из второй крепостью $12^\circ \text{В} \acute{e}$. Вторую ванну при этом наполняют водой. После промывки в ваннах бумага проходит для дальнейшей отмывки кислоты между водяными $с$ $п$ $р$ $ы$ $с$ $к$ $а$ $м$ $и$ $е$. Путь охлаждения бумаги между $с$ $п$ $р$ $ы$ $с$ $к$ $а$ $м$ $и$ $е$ зависит от плотности бумаги:

тонкие бумаги проходят меньший путь, толстые — больший путь. Для этой цели признается наиболее целесообразным расположение $с$ $п$ $р$ $ы$ $с$ $к$ $а$ $м$ $и$ $е$ в виде турмочки (фиг. 2). Тонкие сорта $П$ проходят путь 1-2-3-4, толстые 1-5-4. Чтобы нейтрализовать последние не смытые водой остатки k -ты, за $с$ $п$ $р$ $ы$ $с$ $к$ $а$ $м$ $и$ $е$ делают щелочную ванну $жс$. Образующийся при этом



Фиг. 2.

на поверхности бумаги сульфат легко смывается $с$ $п$ $р$ $ы$ $с$ $к$ $а$ $м$ $и$ $е$. Отмытая таким образом от кислоты бумага перед сушкой проходит, для придания окончательному продукту гибкости и эластичности, ванну $з$, наполненную гигроскопическими веществами, например глицерином $3^\circ \text{В} \acute{e}$. После этого $П$ поступает в сушильную часть $и$, аналогичную сушильной части $б$ $у$ $м$ $а$ $ж$ $н$ $о$ $й$ $м$ $а$ $ш$ $и$ $н$ $ы$. Особенностью этой сушильной части является устройство первых двух-трех цилиндров из кислотоупорного материала (бронзовые или покрытые медной рубашкой) и отсутствие на первых цилиндрах $с$ $у$ $к$ $о$ $н$, вследствие загрязняемости их глицерином. Цилиндры делают d $и$ $а$ $м$ $.$ $н$ $е$ $б$ $о$ $л$ $е$ $е$ $1\ 250$ $м$ $м$ с целью предоставления возможности луч-

шего удаления паров воды из бумаги при частой перемене сушильной поверхности, т. к. плотная пергаментная бумага, обтягивая сушильный цилиндр, не пропускает паров.

Существуют, кроме описанной выше машины, для изготовления П. другие, позволяющие избежать регенерацию серной к-ты как отдельного процесса (фиг. 3). Основное отличие этих последних машин состоит в том, что они имеют 4 кислотных ванны а, б, в, г, с к-той крепостью 52—54° Вё, 30—38° Вё, 20—25° Вё и 8—12° Вё. Все эти ванны взаимно соединены одна с другой. Далее следует окончательная промывка при помощи спрысков д и е, после чего бумагу пропускают через липериную ванну жс и наконец через сушильную часть з. В первую ванну рабочей к-ты добавляется свежая продажная серная к-та 66° Вё, в последнюю—вода. Перепуск к-ты производится из ванн меньшей крепости в ванны большей крепости. Все кислотные ванны снабжены устройством для охлаждения кислоты. Все валы заключены в резиновые рубашки. Валики, направляющие бумагу,—свинцовые. Скорость этих машин невелика: при П. 60 г/м²—50 м/мин, нагрузка всей сушильной части 150—160 кг/м² в 24 ч. Расход серной к-ты 66° Вё составляет 0,5—1 кг на 1 кг П. Усадка П. при сушке составляет до 10%. Готовый продукт имеет больший вес 1 м² (в г), чем поступающая для его изготовления бумага. Так, вес в 1 м² бумаги для пергаментации 50, 65, 125 г, вес в 1 м² полученного из нее пергаменты ~57, ~74, ~145 г.

Брак, получаемый при изготовлении П., как сухой, так и в особенности мокрый (кислотный), не возвращается в производство благодаря трудности его переработки и поэтому является прямой потерей производства. Этим и объясняется тихходность машин, изготавливающих П., т. к. потери при быстродности м. б. больше, чем полученная от этого экономия.

Лит.: «Бумажник-практик», М., 1928, 4; «Бумажная промышленность», М., 1928, 1 и 2; «Wochenblatt f. Papierfabrikation», Biberach, 1928, 1 и 3; Müller F., «Die Papierfabrikation u. deren Maschinen», Biberach, 1928, B. 2; Herzberg W., «Papierprüfung», 5 Aufl., В., 1928; Sutermeister E., «Chemistry of Pulp a. Paper Making», N. Y., 1920. В. Макошин.

ПЕРГАМИН, бумага, по своей более низкой стоимости употребляемая вместо растительного пергаменты при упаковке преимущественно жирных веществ. Пергамин обладает в общем свойствами растительного пергаменты, однако менее устойчив по отношению к воде. Полуфабрикатом для этого сорта бумаги является сульфитная целлюлоза. Бумага изготавливается клееной, иногда с добавлением наполняющих веществ (каолин, мел), сообщающих бумаге гладкость и делающих ее похожей на растительный пергамент. Сущность получения П. из этого обычного для изготовления большинства бумаг полуфабриката состоит в длительной обработке волокон целлюлозы в роллах с ножовым барабаном при широких ножках или предпочтительнее с базальтовыми шарами до состояния т. н. особо жирного помола (см. *Бумажное производство*), следствием к-рого является гидратация клетчатки и образование декстрина на поверх-

ности отдельных волокон, благодаря чему происходит при неизбежном сильном набухании волокон склеивание и заполнение пор между волокнами листа. П., сходящий с бумажной машины, полупрозрачен (в этом случае он называется подпергаментом). Переработка его в прозрачную бумагу производится на каландрах с обогреваемыми паром валами после хорошей отлежки в сырлке (см. *Бумажное производство*). Благодаря действию сильного давления, высокой температуры в присутствии воды и гидролиза бумага из полупрозрачной становится прозрачной.

Окрашенный преимущественно в яркие цвета прозрачный П. находит большое применение в фармацевтической и кондитерской промышленности. Вес этого сорта бумаги 35—50 г/м². Разрывная длина в среднем 6 000 м, растяжение ок. 2%. Полученный таким образом П. по внешнему виду и наощупь не отличается от естественного растительного пергаменты; поэтому для распознавания жиро- и водонепроницаемых бумаг прибегают к следующим методам исследования. 1) Напрямейший из них—способ разжевывания. П. при этом разжевывается в кашу, а растительный пергамент остается неразжеванным, а только изорванным на кусочки. 2) Кипятят листочки пергаменты и П. в 2—3%-ном растворе NaOH при помешивании. При этом П. распадается на волокна, а пергамент остается неизменным. 3) Размачивают листочки пергаменты и П. в горячей воде. При этом пергамент, вынутый из воды, остается гибким, прочным, поддается растяжению и разрывается только при большом усилии; по месту разрыва или совсем не имеет волокон или имеет их очень мало. П. после обработки горячей водой теряет прочность, разрывается и по месту разрыва показывает большое количество волокон. Определение по наличию волокон при разрыве не надежно, т. к. пергамент толстый и плохо обработанный H₂SO₄ при разрыве также показывает большое количество волокон. 4) Обработывают листочки испытуемых сортов этих бумаг раствором хлорцинкида или иода и иодистого калия, затем промывают водой. Если появляющиеся на листочках синие пятна держатся продолжительное время, это указывает на пергамент, а быстрое исчезновение их указывает на П. Реакция эта не совсем надежна, т. к. в случае очень хорошего размола эти пятна и на П. долго не пропадают.

Лит.: «Бумажник-практик», М., 1928, 4, 10—11; «Бумажная промышленность», М., 1928, 1; «Wochenblatt f. Papierfabrikation», Biberach, 1928; Herzberg W., «Papierprüfung», 5 Aufl., В., 1928. В. Макошин.

ПЕРЕГНОЙ, гумус, одна из важнейших составных частей почвы. От его содержания в почве и качества в значительной мере зависит степень плодородия почвы. Старая химия считала П. промежуточным продуктом распада растительных остатков. Но перегнойные вещества принадлежат к наиболее сложным органич. веществам; они гораздо сложнее белков, углеводов и жиров и следовательно не м. б. продуктами их распада. Все перегнойные вещества содержат азот, но могут образовываться и из безазотистых углеводов; промежуточные про-

дукты не могут накапливаться в природных условиях, а перегной скопится на земной поверхности в колоссальных количествах. В настоящее время П. рассматривают как продукт биологич. синтеза незеленых микроорганизмов, разрушающих органич. вещество, продукт порядка экзоэнзимов (см. *Энзимы*), выделяемых микроорганизмами с целью разрушения органич. вещества, служащего источником энергии или пищи для организма. Огромное большинство работ и исследований с П. произведено над щелочными вытяжками из почвы, торфа, природных углей, навоза и других содержащих П. природных веществ. При таком способе извлечения получается чрезвычайно сложная и разнообразная смесь коллоидных растворов перегнойных кислот с продуктами воздействия щелочей на растительные и животные вещества и на минеральный субстрат. Пользование результатами этих работ затрудняется в виду их несравнимости.

При трех типах природного биологич. разрушения органич. веществ образуются три перегнойные к-ты: а) г у м и н о в а я, или черная перегнойная, к-та (см. *Гуминовые кислоты*)—при аэробном бактериальном разрушении, б) у л ь м и н о в а я, или бурая перегнойная, кислота—при анаэробном разрушении и в) к р е н о в а я, или бесцветная перегнойная, кислота—при грибном разрушении. При действии на соли креновой к-ты анаэробных бактерий или при действии на креновую к-ту водорода, в момент выделения, креновая к-та восстанавливается в а п о к р е н о в у ю к-ту. Гуминовая, ульминовая и апокреновая к-ты имеют много общего: все они окрашены; гуминовая к-та при ее выделении аэробными бактериями растворяется в воде, образуя вишнево-красный раствор; ульминовая к-та при ее выделении анаэробными бактериями образует раствор золотистожелтого цвета; апокреновая кислота в состоянии, растворимом в воде, неизвестна. Креновая кислота, выделяемая грибами, бесцветна. Все три перегнойные к-ты ядовиты по отношению к тем организмам, к-рые их выделили, и при их накоплении в среде, где происходит биологич. разрушение органич. веществ, последнее затухает. При аэробном бактериальном разложении органич. веществ всегда выделяется аммиак, к-рый нейтрализует гуминовую к-ту, и поэтому аэробный бактериальный процесс протекает быстро, а органическое вещество при нем разрушается нацело. При анаэробном и грибном процессе разложения свободный аммиак не выделяется, и потому эти процессы неминуемо затухают, если нет условий удаления перегнойных к-т из среды или их перевода в безвредное нерастворимое состояние. Гуминовая и ульминовая к-ты обладают способностью денатурироваться, т. е. переходить без изменения состава в абсолютно нерастворимое в воде состояние, в котором они называются гумином и у л ь м и н о м. Этот переход происходит под влиянием замедления их растворов, нагревания выше 60° или под влиянием времени. В этих случаях гумин образует черный или красный аморфный порошок, у л ь м и н - к о р и ч н е в ы й. При всяком

выделении из растворимых солей обе к-ты выпадают в форме хлопьевидных объемистых осадков черного или коричневого цвета. Апокреновая к-та известна только в нерастворимой в воде форме; креновая к-та ни при каких условиях нерастворимой формы не образует. Гуминовая, ульминовая и апокреновая к-ты образуют растворимые в воде соли только с одновалентными металлами. Соли их с многовалентными металлами нерастворимы в воде; исключение составляют только легко растворимая апокреновая сольдвухвалентного железа и заметно растворимая апокреновая соль кальция. При прокаливании апокреновой соли трехвалентного железа она образует черную магнитную окись железа; те же соли ульминовой и гуминовой к-т магнитной окиси не образуют. Все без исключения соли креновой кислоты легко растворимы в воде. Растворимые соли перегнойных кислот диффундируют через коллоидную перепонку, и при условии полного освобождения их растворов от следов растворимых кремневой, титановой и кремнетитановой к-т они кристаллизуются из водных растворов. Апокреновая соль трехвалентного железа кристаллизуется из 30%-ной HCl. Специфич. запахом обладает только креновая кислота.

Химич. состав и структурные ф-лы перегнойных к-т еще не установлены. Все перегнойные к-ты содержат значительное количество азота, конституционно с ними связанного. Содержание в них азота выше, чем в белках, и возрастает в следующем порядке: гуминовая, ульминовая, креновая, апокреновая к-ты. Азот перегнойных к-т представляет одну из лучших форм содержания его как пищи для растений в почве, вследствие легкости и равномерности перехода из формы органич. азота, абсолютно нерастворимого в воде, в форму легко усвояемых нитратов. Нерастворимые в воде формы гуминовой, ульминовой и апокреновой к-т и их нерастворимые соли играют огромную роль в с.-х. производстве, т. к. они служат цементом, склеивающим механич. элементы почвы в комки, и следовательно определяют основное свойство культурной почвы—ее структурность. П. представляет типичный коллоид. Свойство коллоидов—их способность адсорбировать катионы ионизированных растворов—выражено в П. очень ярко. Поглощенные П. катионы не входят в какие бы то ни было химич. взаимодействия с веществом П. и комплекс П. с поглощенными основаниями—катионами—нельзя рассматривать как органоминеральное соединение. Основания удерживаются массой коллоида лишь по причине огромного развития удельной поверхности П.—следствия его коллоидального измельчения. Поглощенные П. основания не м. б. усвоены растениями, т. к. энергия, с которой поглощенные основания удерживаются на поверхности гранул П., значительно больше той, к-рую может развить растение в процессе осмотич. поглощения пищи.

Большая роль П. в определении степени плодородия почвы зависит от тех свойств, к-рые он приобретает в зависимости от поглощения тех или иных катионов. Если

гранулы П. содержат в поглощенном состоянии катионы одновалентных металлов, то они приобретают способность равномерно рассеиваться во всем объеме воды, который их окружает, т. е. образуют коллоидный раствор. Очевидно, что комки почвы, склеенные в сухом состоянии таким П., мгновенно распыляются в однородную массу, как только они будут смочены водой, и почва обратится в плотную бесструктурную массу. В такой почве наиболее ярко выраженным свойством будет связность; передвижение воды в ней будет исключительно капиллярное, и она не будет способна удерживать большого и прочного запаса воды, т. е. вода и воздух будут всегда играть роль антагонистов. Такая почва будет неплодородна; на производственном языке комки такой почвы называются непорочными, способными сопротивляться размывающему действию воды, и вся почва также называется непорочной. Поглощенные П. катионы одновалентных металлов м. б. вытеснены эквивалентным количеством катионов любого другого металла. При таком замещении вытесненные катионы м. б. усвоены в качестве пищи растениями. На этом явлении основано действие *к о с в е н н ы х у д о б р е н и й* (см.). Если одновалентные катионы будут замещены катионами многовалентного металла (в природе чаще всего кальцием, реже трехвалентным железом, еще реже алюминием), то П. приобретает свойства т. наз. *д е я т е л ь н о г о П.* Гранулы П. в таком состоянии теряют способность распыляться в воде, и П. переходит из состояния клея в форму цемента, придавая комкам почвы свойство прочности: масса почвы приобретает характер культурной почвы, становится прочноструктурной, достигающей максимального плодородия и максимальной отзывчивости на все применяемые к ней с.-х. мероприятия.

В. Вильямс.

Лит.: см. Почва.

ПЕРЕГОНКА, д и с т и л л а ц и я, процесс, имеющий целью отделение жидкостей от нелетучего остатка или же разделение смеси жидкостей путем их испарения; в тех же случаях, когда этот процесс применяется для отделения растворенного вещества от растворителя, он носит название *выпаривания* (см.). Разделение смеси нескольких жидкостей, б. или м. отличных по $t_{кип}^{\circ}$, основывается на различной их летучести при определенных условиях t° и давления; в общем степень летучести жидкостей возрастает с повышением упругости их паров, но это справедливо только для смесей жидкостей, представляющих т. наз. идеальные растворы (табл. 1, 4 группа); в других случаях иногда более летучими являются вещества и с меньшей упругостью паров (так наз. *н е н о р м а л ь н а я л е т у ч е с т ь*). Основным руководящим принципом при разделении смеси жидкостей является факт относительно большего содержания более летучих веществ в паровой фазе, по сравнению с жидкой фазой, находящейся с ней в равновесии, причем общим приемом разделения такой смеси—для получения ее компонентов в практически чистом состоянии—является дробная перегонка, или *ректификация* (см.). Рек-

тификация представляет собою совмещение двух самостоятельно проводимых процессов многократного частичного испарения жидкости и многократной частичной же ее конденсации, или дефлегмации, причем выполнение этого процесса производится в *колонных аппаратах* (см.). При соответственно производимом процессе ректификации и при учете индивидуальных особенностей разделяемых веществ последние почти всегда м. б. выделены в практически чистом виде, но при условии б. или м. значительного расхода топлива или пара, обусловленного необходимостью повторного испарения и обратной конденсации разделяемых веществ. Этот факт усиленного расхода топлива при ректификации и является характерной особенностью последней, ограничивающей возможность ее широкого применения. С другой стороны, в технике имеется целый ряд производств, где не требуется особо тщательного разделения веществ и где достаточно только грубое, но по возможности простое их выделение при наименьшей затрате топлива; в таких именно случаях и находит себе широкое применение простая П., напр. в нефтяной, каменноугольной, лесохимической, жировой и других отраслях промышленности.

Общий физико-химический характер процесса перегонки смеси жидкостей м. б. усилен из рассмотрения свойств б и н а р ы х с м е с е й, которые в настоящее время являются наиболее изученными, причем классифицирующим признаком для них является взаимная растворимость между компонентами. Смеси из трех и более компонентов, не представляя собою ничего принципиально отличного от бинарных смесей, проявляют только значительно большую сложность в своих отношениях, с которыми приходится считаться гл. образом при ректификации. В приведенных в табл. 1 диаграммах наглядно изображены свойства бинарных смесей при их перегонке, причем все абсциссы диаграммы указывают состав жидкой фазы смеси, выраженный в молекулярных процентах легкокипящего компонента, ординаты же означают соответственно: парциальную или общую упругость паров (p), состав паровой фазы (x) и температуру (t). Наиболее типичные комбинации смесей, в зависимости от степени взаимной растворимости компонентов, представлены пятью вертикальными группами (1—5), причем в нижней части диаграмм приведены примеры, соответствующие этим группам. Наиболее простые отношения наблюдаются в 1 группе (при взаимной нерастворимости жидкостей): здесь парциальные упругости паров каждого из компонентов, при условии постоянной t° , остаются неизменными, что и выражается прямыми, параллельными оси абсцисс, общая же упругость паров всегда больше упругости пара нижекипящего компонента, чем и обуславливается то обстоятельство, что $t_{кип}^{\circ}$ такой смеси всегда ниже $t_{кип}^{\circ}$ нижекипящей жидкости. Так напр., при $69,2^{\circ}$ парциальные упругости паров бензола и воды, составляющие 225 мм и 535 мм, дают общую упругость 760 мм, почему такая

Табл. 1.—Свойства бинарных смесей при перегонке в зависимости от содержания легкокипящего компонента в жидкой фазе.

Свойство смеси Значения ординат	1	2	3	4	5
	Отсутствие или следы растворимости	Частичная растворимость	Полная растворимость с критич. точкой. Max. упруг. паров Min. $t^{\circ}_{крит.}$	Полн. растворимость без критич. точки. Предельный случай—идеальн. раствор	Полная растворимость с критич. точкой. Min. упруг. паров Max. $t^{\circ}_{крит.}$
I. Парциальная упругость паров. При постоянной t° ; L—легкокипящий комп., W—тяжелокипящий комп.					
II. Общая упругость паров. При постоянной t°					
III. Содержание в парах легкокипящего компонента при постоянном давлении (кривая равновесия или состава)					
IV. Температура при постоянном давлении (кривая $t^{\circ}_{крит.}$)					
V. Температура при постоянном давлении. Пунктирная кривая—кривая конденсации					
Примеры L—W	Бензол—вода Вода—стеарин, к-та Сероуглерод—вода	Вода—изобутил. алкоголь Вода—фенол Вода—изоамилов. алкоголь	Этилов. алкоголь—вода Этил. алкоголь—бензол Ацетон—метил. алкоголь	Метил. алкоголь—вода Бензол—исобутил. спирт Аммиак—вода	Ацетон—хлороформ Азотная кислота—вода Вода—муравьиная к-та

смесь и будет кипеть при $69,2^{\circ}$ при давлении 760 мм , т. е. ниже $t^{\circ}_{крит.}$ бензола ($80,2^{\circ}$). Равным образом смесь бензола и воды может кипеть при $80,2^{\circ}$ только под общим давлением 1115 мм , что соответствует сумме парциальных упругостей паров бензола— 760 мм и воды— 355 мм при указанной t° ; в IV ряду диаграмм приведен ряд кривых, соответствующих $t^{\circ}_{крит.}$ при различных, но постоянных давлениях. Состав паров перегоняемой смеси для случая несмешивающихся жидкостей, определяется ф о р м у л о й В а н К л и н а:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{M_1 p_1}{M_2 p_2},$$

где A_1 и A_2 —весовые количества компонентов, составляющих паровую фазу, M_1 и M_2 —их молекулярные веса, p_1 , p_2 —их парциальные упругости, соответствующие упругостям пара перегоняемых веществ при данных t° и давлении. Поскольку парциальные упругости паров при перегонке нерастворимых жидкостей остаются неизменными, постольку, согласно приведенной формуле, остается постоянным и состав отгоняемого пара; в III ряду диаграмм это выражается прямой, параллельной оси абсцисс. Диагональ на диаграмме кривой состава пересекает последнюю в т. н. к р и т и ч е с к о й т о ч к е, и смеси, соответствующие этой точке, носят название а з е о т р о п и ч е с к и х, или нераздельнокипящих, смесей—для них состав пара соответствует составу перегоняе-

мой смеси; положение критич. точки изменяется вообще с t° и давлением. В случае несмешивающихся жидкостей, состав пара всегда соответствует критич. точке, независимо от состава перегоняемой смеси; так, в случае перегонки бензола и воды при 760 мм критич. точка соответствует составу $70,2\%$ (молекулярных) бензола; поэтому до тех пор, пока перегоняемая смесь содержит хотя незначительные количества бензола или воды, пары имеют указанный состав впрямую до отгонки какого-либо из компонентов, и только смесь, соответствующая составу критической точки, перегоняется до конца полностью. Обратное, при конденсации смеси насыщенных паров несмешивающихся жидкостей, состав конденсата будет постепенно меняться по мере понижения t° конденсации. В V ряду диаграмм пунктирными линиями обозначены кривые конденсации, ординатами к-рых являются t° , а абсциссами—состав паров, находящихся в равновесии с жидкой фазой; критическая точка в данном случае должна соответствовать пересечению кривой конденсации с кривой t° . В случае полной нерастворимости компонентов кривые давления, t° и состава имеют вид прямых, параллельных оси абсцисс; но уже при следах растворимости, которая становится ощутимой при большом избытке одного из компонентов, указанные кривые б. или м. резко изгибаются вблизи конечных ординат, что и отмечено на приведенных диаграм-

маж (табл. 1). Этот изгиб кривых особенно резко выражен во 2 группе смесей—для частично растворимых друг в друге жидкостей. Здесь кривые сильно отходят от боков диаграмм, где имеет место наличие взаимной растворимости компонентов в силу избытка одного из них, тогда как средняя часть диаграмм остается параллельной оси абсцисс, как и в 1 группе. Равным образом поскольку растворимость вообще повышается с t° , кривые IV ряда даже для 1 группы имеют более резкий изгиб прямых при повышении t° и обратно, почти теряют его при понижении последней; 2 группа, подобно 1 группе, также имеет критич. точку. Последние три группы смесей, 3, 4 и 5, относятся к совершенно растворимым (смешивающимся в любых отношениях) жидкостям. По виду кривых для t° или упругостей пара они классифицируются: отсутствием критич. точки для 4 группы или наличием последней для 3 и 5 групп. Из них 3 группа отличается наличием максимума на кривой упругости пара (или соответствующего минимума на кривой t°), а 5 группа, наоборот, имеет минимум для упругостей пара (или соответственно, максимум для t°).

Химич. отличие трех последних групп проявляется в том, что компоненты 4 группы представляют собою сходные по составу жидкости и при смешивании ни объем ни t° смеси не изменяются: подобные растворы называются идеальными растворами. Компоненты 3 и 5 групп, наоборот, по химич. строению б. или м. отличны и обладают способностью ассоциировать или вступать в соединение между собою, результатом чего является изменение и объема и темп-ры при смешении их. Кривые упругостей пара для идеальных растворов (или близких к ним) согласно диаграммам выражаются прямыми линиями и м. б. достаточно точно вычислены из упругостей паров чистых компонентов, исходя из законов Дальтона и Рауля, т. к. последний приложим к идеальным растворам для всех концентраций. Состав паров для подобных растворов выражается ф-лой Брауна:

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{X_1 P_1}{X_2 P_2}$$

где X_1 и X_2 —молекулярные % компонентов в жидкости, Y_1 и Y_2 —то же в парах, P_1 и P_2 —упругости пара чистых компонентов при данных t° и давлении. При приближении идеальных растворов к 3 или 5 группам применимость этой формулы ограничивается, т. к. отношения между компонентами изменяются в силу проявления интрамолекулярных сил в случае 3 или 1 групп настолько усложняются, что м. б. выражены лишь в дифференциальной форме. Как пример можно привести ур-не, предложенное Розановым и выражающее общую зависимость между упругостями пара чистых компонентов и парциальными упругостями паровой фазы:

$$\frac{dP}{dm} = \left(\frac{P_1 - P_2}{\lg P_1 - \lg P_2} \right) \lg \frac{p_1(1-m)}{p_2 m}$$

здесь P —общая упругость пара, P_1 и P_2 —упругости пара чистых компонентов, p_1 и p_2 —парциальные упругости, m —количество

одного из компонентов жидкой смеси в молярных долях. Практически же состав паров для смешивающихся жидкостей определяется экспериментально и выражается в форме специальных таблиц. По общему характеру кривых 4 группа, которая соответствует идеальным растворам, является как бы переходной к 5 группе, представляющей по своим характеристикам противоположность 3 группе. Наибольшее значение имеют в последних группах критические точки, связанные с максимумами и минимумами упругостей пара и $t^{\circ}_{крит.}$, т. к. наличие последних иногда чрезвычайно затрудняет процесс П. и ректификации таких растворов. Значение максимума и минимума $t^{\circ}_{крит.}$ можно уяснить из рассмотрения V ряда диаграмм. Для 4 группы при всех возможных t° состав пара всегда богаче легкокипящим компонентом, так как абсциссы, соответствующие составу паровой фазы, всегда больше, нежели для равновесной с ней жидкой фазы. Для 3 группы подобное соотношение наблюдается только до критич. точки; пройдя же последнюю, картина меняется, и пары обогащаются тяжелокипящим компонентом, к-рый т. о. обладает здесь ненормальной легучестью по сравнению с таковой в чистом состоянии. В 5 группе эти явления протекают в обратном порядке. В критических точках в обоих случаях состав паров соответствует составу смеси, причем подобные азеотропические, или нераздельнокипящие, смеси в условиях перегонки можно рассматривать как чистые компоненты. Поэтому при Прразбавленных растворах 3 группы, напр. водного раствора этилового спирта, из последнего м. б. получен спирт крепостью не выше 95,6%, соответствующий нераздельнокипящей смеси; в качестве примера 5 группы можно указать слабые растворы азотной кислоты, допускающие концентрацию лишь до 68% крепости. С другой стороны, при дробной П. растворов спирта крепче 95,6% или азотной к-ты выше 68% в конечном результате м. б. получены жидкости с пределами крепости для спирта—95,6—100%, для азотной кислоты 68—100%. Методы разложения нераздельнокипящих смесей см. Ректификация; примеры таких же смесей приведены ниже (см. табл. 2), причем состав

Табл. 2.—Примеры азеотропических смесей.

Компоненты	$t^{\circ}_{крит.}$			Сост. смеси в %
	1-го комп.	2-го комп.	смеси	
Смеси с минимальн. $t^{\circ}_{крит.}$:				
Этиловый алкоголь—вода	78,3	100	78,15	95,6
Бутилов. алкоголь—вода	82,6	100	79,9	88,2
Этиловый алкоголь—бензол	78,3	80,2	60,2	32,4
Хлороформ — этиловый алкоголь	61,2	78,3	59,4	93,0
Вода—масляная к-та	100	163,5	99,4	81,6
Смеси с максимальн. $t^{\circ}_{крит.}$:				
Азотная к-та—вода	86,0	100	120,5	68,0
Хлористый водород—вода	84,0	100	110,0	20,2
Муравьиная к-та—вода	99,9	100	107,1	77,5
Фенол—анилин	181,5	184,4	186,2	42,0
Ацетон—хлороформ	56,4	61,2	64,7	20,0

нераздельнокипящей смеси выражен в % 1-го легкокипящего компонента. Об общих условиях разделения компонентов бинарных смесей см. *Колонные аппараты*.

Технологические и конструктивные формы, в которых осуществляется в технике процесс П., крайне разнообразны и определяются, с одной стороны, свойствами веществ, подвергаемых П., с другой, — способами испарения и разделения этих веществ. Независимо от этого выбор того или иного метода диктуется еще и размерами производства. В зависимости от свойства перегоняемых жидкостей П. может быть производима либо при атмосферном давлении либо под уменьшенным и в редких случаях под повышенным. В тех случаях, когда жидкости выдерживают необходимые для П. t° без разложения, П. при атмосферном давлении является обычным, наиболее распространенным приемом. В зависимости от t° , требуемой процессом, испарение жидкостей производится либо глухим паром, когда приходится иметь дело с t° не выше 180—190°, легко достигаемыми паром (в 10—12 *atm*), либо огневым нагревом, когда требуются высшие t° , напр. при П. нефти, каменноугольной смолы и т. п. В нек-рых случаях, при необходимости пользоваться высокой t° (до 300°), с возможностью ее регулирования, пользуются перегретой водой при давлении 50—80 *atm*. П. под уменьшенным давлением обыкновенно применяется в тех случаях, когда необходимо понизить t° П. из опасности разложения веществ при более высоких t° , напр. при П. эфирных масел, скипидара и т. п., или же при тяжелокипящих жидкостях, когда по соображениям, например пожарной безопасности или необходимости тщательно регулировать процесс, является необходимым понизить температуру процесса, чтобы осуществлять обогрев паром, а не огнем. Но независимо от этого, даже при возможности вести процесс при атмосферном давлении, как напр. при огневой П. каменноугольной смолы, современные установки предпочитают строить для работы при пониженном давлении, так как при этом ускоряется процесс, уменьшается расход топлива, облегчается регулирование, увеличивается теплоотдача и обеспечивается сохранность аппаратов в силу пониженной t° .

Понижение давления при П. может быть осуществлено двумя путями: или непосредственно — путем создания вакуума насосом или эжектором или же косвенно — П. с водяным паром. Второй путь по самому существу своему м. б. применяем лишь для несмешивающихся с водой жидкостей, напр. при П. нефтяных и каменноугольных погонов, эфирных масел, скипидара, высших жирных к-т и т. п. Степень понижения давления при П. с острым паром и количество потребного для этого пара м. б. подсчитаны по вышеприведенной ф-ле Ванклина, причем практич. цифры расхода пара всегда несколько выше, нежели вычисленные по приведенной ф-ле, в силу неполноты насыщения водяных паров парами перегоняемой жидкости. Температура кипения смеси двух несмешивающихся жидкостей в случае насыщенного состояния их паров всегда ниже, нежели

$t^\circ_{\text{кит}}$ нижекипящей жидкости; в случае же перегретого водяного пара, t° П. соответствует t° перегрева. П. с водяным насыщенным паром экономически не всегда м. б. оправдана благодаря значительному расходу пара, требуемого для такой П., особенно при тяжелокипящих жидкостях. Уменьшение расхода пара м. б. достигнуто перегревом острого пара до 200—350° и одновременным повышением t° перегоняемой жидкости, если это допускают ее свойства. Эффект понижения расхода пара при повышении его t° перегрева можно видеть из следующих данных для П. с перегретым паром высших жирных к-т (стеариновой и т. п.), где нижняя строка дает отношение к-ты и пара при различных t° при атмосферном давлении.

	200—230°	230—260°	230—300°	325—356°
К-та : пар	1:7	1:3	1:2	1:1

Еще больший эффект в смысле понижения расхода пара дает П. с перегретым водяным паром в вакууме. Влияние обоих факторов иллюстрируется следующими данными для П. анилина с водяным паром при разных t° и давлениях, где нижняя строка указывает отношение перегоняемого анилина к пару.

	46°	98,4°	141°	141°	150°	183,9°
Давл., мм	76	760	760	400	400	760
Анилин : пар . . .	0,1	0,3	2,1	6,3	13,4	∞

Хотя вместо водяного пара для П. можно применять пары и любой другой несмешивающейся жидкости, но водяной пар получил исключительное применение для этой цели в технике благодаря его доступности, безопасности в пожарном отношении, а также согласно ф-ле Ванклина и наименьшему его расходу при П. в силу наиболее низкого мол. в. Ту же самую роль, какую выполняет острый пар при П. несмешивающихся с водой жидкостей, может выполнять и любой инертный газ, например CO_2 , N_2 , SO и т. п., но этот метод не получил особо широкого применения в технике. П. при повышенном давлении применяется при наличии фракций, настолько низко кипящих, что они не м. б. охлаждены обычными средствами без опасения их улетучивания, напр. при отгонке ацетальдегида из растворов. Можно отметить еще применение П. под давлением в случае крекинга нефти (см. *Крекинг-процесс*). В зависимости от методов испарения и фракционирования П. может быть произведена путем либо постепенного либо одновременного испарения жидкости; равным образом охлаждение дистиллата м. б. осуществлено при помощи полной или же дробной конденсации. Независимо от этого самый процесс П. во времени может быть выполнен либо в периодической либо в непрерывной форме.

Основными, существенными элементами всякой перегонной установки являются: 1) перегонный куб в случае постепенного испарения или испарительная камера при одновременном испарении жидкости; 2) приспособления для нагрева жидкости; 3) *золотильники* (см.) для охлаждения паров и приемники для сбора дистиллата; кроме того всякая установка д. б. обеспечена соответствующими контролирующими и регулирующими приборами и обслуживающей армату-

рой. Материал для перегонного куба является важнейшим фактором, обуславливающим надежность работы установки. Медь благодаря ее прочности, хорошей сопротивляемости и пластичности, допускающей изготовление самых разнообразных конструктивных форм, широко применяется для П. таких жидкостей, как спирты, эфиры, эфирные масла, жирные к-ты, глицерин. В тех случаях, когда требуется бесцветность и отсутствие запаха, как напр. при П. пищевых продуктов, применяется луженая медь. В этом отношении еще большими преимуществами обладает алюминий. Для перегонки нефтяных погонов, бензола и его гомологов, аммиака, всякого рода смол и т. п. применяется железо, причем при перегонке кислых смол, особенно при огневом нагреве, если это позволяют размеры перегонного куба, предпочитается чугун. Для разбавленных растворов серной кислоты, винной кислоты и т. п.—свинец. Для особо деликатных жидкостей, как напр. для нек-рых душистых веществ, гваякола, применяется серебро. В случае П. жидкостей, разрушающие действующих на стенки куба, применяется керамиковая футеровка.

Подведение тепла к испаряемой жидкости, в случае огневого нагрева, осуществляется через днище и стенки куба из непосредственно расположенной топки. Здесь д. б. обращено большое внимание на правильное распределение тепла, т. к. при неравномерном нагреве стенки куба деформируются, а при чугунных кубах лопаются. Во избежание этого днищам вертикальных железных кубов придают выпуклую вверх форму, так как механическое сопротивление днища при этом повышается, возможность деформаций ослабляется, и куб легко опорожняется от остатков перегонки. В случае горизонтальных железных кубов, последним придают форму ланкаширского или же трубчатого парового котла, направляя первый жар из топок в трубы. При кубах из меди, последнюю иногда защищают от непосредственного действия пламени железной обкладкой. Часто применявшиеся в прежнее время системы огневого обогрева с устройством промежуточных обогревающих приспособлений, напр. водяных, песчаных, масляных, металлических и других бань для поддержания t° в определенных границах, в современных установках встречаются как исключение. При паровом обогреве, при невысоком давлении пара, до 6 atm, особенно при работе под вакуумом в кубах небольшого размера, подача тепла очень часто производится через двойное сферич. формы днище; при больших кубах или при повышенном давлении пара—до 12 atm—или при необходимости развить большую поверхность нагрева, последняя выполняется обычно в трубчатой форме. При нагреве перегретой водой обогревающая система работает по принципу водяного отопления, для чего трубчатый перегреватель устанавливается ниже перегонного куба, куда вводится трубчатая же система с циркулирующей в ней перегретой водой. В последнее время предложены системы, работающие смесью перегретой воды и пара, основанные на том принципе, что эвакуирован-

ная система вертикальных или наклонных запаянных труб, частично заполненная водой, энергично обогревается в нижней части, благодаря чему смесь паров и перегретой воды вскидывается в верхнюю часть, где, отдав свою теплоту испаряющейся жидкости, спадает обратно вниз. В новейших непрерывно действующих системах, применяющих принцип одновременного испарения жидкости при помощи перегретого пара, предварительный нагрев жидкости производится в отдельно расположенных подогревателях трубчатой конструкции, обогреваемых огнем. Преимущество подобной системы испарения заключается в незначительных количествах циркулирующей в подогревателе жидкости и в изолированности подогревателя от перегонного отделения, благодаря чему даже при пожаре последствия его проявляются в незначительной степени. Материалы и конструкция холодильников назначаются согласно свойствам получаемого дистиллата. В случае если дистиллат способен образовывать засорение, напр. нафталин при П. каменноугольной смолы, или если имеется возможность перекидывания смолы в холодильник при ее вспенивании и т. п., то все эти обстоятельства д. б. учтены при назначении конструкции холодильника. Примеры промышленного выполнения различных методов П. можно видеть в тех отраслях промышленности, где эти методы получили особо широкое развитие,—в нефтяной, коксобензолной, лесохимической, жировой и т. п. Здесь можно будет только отметить основные, типичные формы выполнения этих методов в случае простой П., исключая те, которые основаны на принципе ректификации.

Простейшей формой является периодич. П. с последовательным отбором желаемого числа фракций путем их полной конденсации. Установки подобного рода, состоящие из перегонного куба, обогреваемого огнем или паром, холодильника и ряда приемников для сбора фракций, применяются преимущественно в небольших предприятиях для разгонки смол, скипидара, дистиллатов сухой П. дерева и т. п. Не более сложные установки для получения эфирных масел, где обычно П. ведется при помощи водяного пара при атмосферном давлении и лишь при особо нежных маслах—под вакуумом. При переработке всякого рода смол, нефти и аналогичных веществ периодич. П. с огневым обогревом и с применением перегретого пара и вакуума, благодаря своей простоте и достигаемому эффекту, получила весьма широкое распространение. При периодической П. смол и других вязких жидкостей, содержащих в себе примесь воды, имеет большое значение предварительное удаление последней, т. к. в противном случае при достижении t° испарения воды смола получает способность пениться и выкидывается из куба; кроме того отгонка воды из куба требует добавочного расхода топлива. Поэтому в новейших установках предварительное обезвоживание смолы является обязательной операцией и выполняется при помощи специальных приспособлений (см. *Коксобензолное производство*). Примером

периодич. П. с одновременным отбором целого ряда фракций могут служить установками для получения глицерина.

В крупных предприятиях такая постепенная П. с одновременной фракционировкой осуществляется в форме т. н. багаторийной непрерывно действующей системы, нашедшей себе преимущественное применение при П. нефти и каменноугольной смолы, напр. сист. Хирда. Системы эти характеризуются возможностью *рекуперации* (см.) теплоты испарения, чем достигается экономия топлива. Дальнейшим развитием непрерывной П. являются системы, основанные на быстром одновременном испарении всей перегоняемой жидкости, причем отбор необходимых фракций осуществляется путем дробной конденсации паров, благодаря чему получается возможность более тонкой и резкой фракционировки. В качестве примеров подобных установок можно указать на систему Абдергальдена, нашедшую себе применение при переработке каменноугольной смолы, или систему Трембля для П. нефти. Несмотря на целый ряд преимуществ подобного метода П., к-рые выражаются гл. обр. в четком разделении фракций, простоте ухода, экономном расходовании топлива, пожарной безопасности и компактности устройства, метод этот нашел себе беспорное применение лишь в нефтяной промышленности. Сложность подобных установок требует и значительной их производительности, чтобы быть рентабельными, а с другой стороны, они требуют достаточно постоянного состава перегоняемой жидкости, каковые условия легче всего и осуществляются в случае П. нефти. Для П. же каменноугольной и других смол, с значительным иногда колебанием в их составе, при относительно меньших размерах производства и при специфич. особенностях этих смол, обуславливающих опасность разведения и засорения деликатных частей установки, очень серьезным конкурентом является периодич. П. под вакуумом, дающая при соответствующем выполнении не меньший эффект, но более доступная и простая в осуществлении.

Лит.: Ullm. Eng., В. 3, 2 Aufl.; см. также *Колонные аппараты*. А. Деревягин.

ПЕРЕДАТЧИК в радиотехнике, часть передающей (отправительной) радиостанции, предназначенная для получения энергии высокой частоты и передачи ее в излучающую часть, *антенну* (см.). В основном П. состоит из генератора, преобразующего подводимую энергию в энергию высокой частоты, и колебательных контуров (см. *Колебания электрические*). Иногда к П. относят часть источников питания, непосредственно связанных с генератором. В зависимости от рода генератора П. делятся на искровые, дуговые, машинные и ламповые. Наиболее распространенными являются в настоящее время ламповые П. Радиопередатчики ламповые. По характеру своей работы П. делятся на телеграфные и телефонные; к последним следует отнести П., предназначенные для телевидения и передачи изображений (телефотография). В зависимости от мощности различают маломощ-

ные (до 1 kW), средней мощности (1—10 kW) и мощные П. В зависимости от излучаемой длины волны П. делятся на длинноволновые (волныдлиннее 100 м), коротковолновые (10—100 м) и ультракоротковолновые (короче 10 м).

В настоящее время к П. предъявляется требование строгого поддержания постоянства излучаемой длины волны. Поэтому современные ламповые П. работают всегда по схеме независимого возбуждения. Стабилизации волны достигают применением магнитного стабилизатора, использованием пьезоэлектрич. эффекта кристаллов (см. *Пьезокварц*) или магнетострикционного эффекта металлов (см. *Магнетострикция*) или же применением специальных схем возбуждающего генератора. В виду необходимости поддержания постоянства частоты П., независимо от его длины волны, трудность стабилизации П. возрастает с укорочением волны. Так напр., пусть допустимое отклонение частоты П. будет 300 пер/ск., т. е. при частоте 300 000 пер/ск. точность поддержания частоты определится в 0,1%; при работе передатчика на 15 м, т. е. при частоте 20 000 000 пер/ск., потребная точность поддержания частоты будет 0,0015%. Наиболее распространенным методом стабилизации колебаний является возбуждение от кварца. Наиболее короткая волна, которую стабилизируют кварцем, есть волна порядка 100 м. Поэтому в коротковолновых П., стабилизированных кварцем, применяется умножение частоты, что приводит к многокаскадным схемам, независимо от мощности П. В мощных, стабилизированных кварцем передатчиках также приходится применять значительное усиление, т. к. возбуждающий генератор, стабилизированный кварцем, имеет незначительную мощность (порядка одного или нескольких W). Поэтому как правило П. большой и средней мощности независимо от длины волны также имеют много каскадов. Т. о. высокая степень стабилизации частоты достигается при небольших мощностях, и длинноволновые П. большой и средней мощности также имеют много каскадов, в к-рых производится усиление высокочастотных колебаний до требуемой мощности. Однако такая многокаскадная схема предвдляет опасность обратной реакции мощных каскадов на предыдущие, гл. обр. на маломощный возбудитель, что приводит к неустойчивой работе П., в частности к отсутствию должной стабильности волны и искажениям при телефонии. Для устранения этого принимают ряд мер: экранирование каскадов друг от друга, нейтрализация их по схеме анодного или сеточного моста (при трехэлектродных лампах). Кроме того вслед за возбудительным каскадом обычно помещают т. н. буферный каскад, режим которого выбирается таким образом, чтобы всякие изменения, происходящие в последующих каскадах, ни в какой степени не отражались на работе возбудителя.

Телеграфная работа П. осуществляется путем прерывания колебаний в одном из усилительных каскадов, чаще всего благодаря воздействию на его сеточную цепь, в

соответствии с чем прерываются колебания в антенне. Для телефонной работы колебания в одном из усилительных каскадов модулируются (см. *Модуляция*): соответственно с изменениями тока в микрофоне изменяется анодное (анодная модуляция) или сеточное напряжение (сеточная модуляция) этого каскада, что вызывает такие же изменения колебаний тока этого каскада, всех последующих и в антенне. В П. большой мощности, к-рые предназначены для передачи телефонии, изображений и телевидения, модуляция производится на один из промежуточных каскадов. Таким образом по отношению к мощному каскаду модуляция производится по схеме модуляции на сетку. В П. же маломощных модуляция как правило производится на анод последнего каскада. В П. средней мощности применяются как те, так и другие схемы. Для правильной неискаженной передачи к радиотелефонному П. предъявляются требования пропорциональности между током антенны и колебаниями тока микрофона (линейность модуляционной характеристики), равномерного воспроизведения всего спектра требуемых частот (горизонтальность частотной характеристики) и отсутствия при модуляции на амплитуду одновременной модуляции по частоте или фазе. Полоса частотной характеристики в радиотелефонных П. зависит от назначения П. Для коммерческой телефонии (разговорная речь) считается достаточной ширина полосы частот от 300 до 2 500 пер/сек. Для концертной передачи требуется полоса от 50 до 5 000 пер/сек. и для передачи, требующей исключительной чистоты, от 30 до 10 000 пер/сек. При передаче изображений или телевидения полоса частот зависит от скорости передачи. При модуляции П. каким-либо тоном антенна излучает несущую (см. *Несущая волна*) и две боковые частоты (см.), отличающиеся от несущей на \pm частоту модуляции, причем энергия каждой боковой частоты равна $\frac{1}{4}$ несущей при коэф-те глубины модуляции, равном 1. В целях экономии энергии существуют способы телефонной передачи только двумя боковыми полосами с исключением несущей частоты или телефонной передачи одной боковой полосой. В обоих случаях прием ведется с наложением несущей частоты на месте приема от местного источника, где е т е р о д и н а (см. *Гетеродинный прием*), причем в случае передачи двумя боковыми полосами требуется синхронизация гетеродина с приходящими колебаниями не только частоты, но и фазы. Уничтожение несущей частоты достигается применением балансной схемы, а при излучении одной боковой полосой вторая полоса боковых частот кроме того отфильтровывается.

В целях освобождения эфира от большого количества работающих станций и более рационального использования мощности станций в последнее время стали применять одно волновую передачу, т. е. заставляют работать ряд передающих станций, расположенных в разных точках на одной волне, к-рая задается из одного места. Для повышения скорости передачи и для возможности одновременной связи с несколь-

кими корреспондентами в П. на коротких волнах применена т. н. многократная передача, заключающаяся в модулировании П. несколькими каналами низкой частоты, причем телеграфная манипуляция ведется по каждому из этих каналов. При передаче изображений и телевидения на передающей и приемной станциях ставится специальное синхронизирующее устройство для одновременного и правильного приведения в движение соответствующей аппаратуры.

Лит.: см. *Беспроволочная связь, Высокой частоты машина, Дуговой генератор, Искровой передатчик, Ламповый генератор.* Г. Зейтленок.

ПЕРЕДАЧИ. Для передачи вращательного движения от одного вала другому служат П., к-рые в основном м. б. разделены на: 1) П. непосредственным соприкосновением рабочих элементов, каковы например зубчатые, червячные (см. *Зубчатые колеса*), фрикционные П., и 2) П. гибким телом (нитью), напр. ременная, стальная лентой (см. *Ременная передача*), канатная (см. *Канатная передача*), цепная П. Ниже разобраны варианты фрикционной П.

1. Фрикционная П. цилиндрическими колесами между параллельными валами (фиг. 1). Передаточное число:

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2},$$

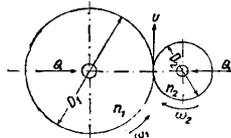
где ω_1, ω_2 —угловые скорости колес, n_1, n_2 —числа оборотов колес, D_1, D_2 —диам. колес. Для того чтобы было обеспечено сцепление колес силой трения, необходимо удовлетворить условию:

$$Q \cdot \mu \geq U, \text{ откуда } Q = \frac{U}{\mu},$$

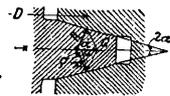
где U кг—окружная сила на поверхности шкива, определяемая из след. ур-ния:

$$U = \frac{75 \cdot N}{v}.$$

Здесь Q кг—сила нажатия одного шкива на другой, μ —коэф. трения между шкивами, v м/сек—окружная скорость, принимаемая ≤ 7 м/сек; $\mu = 0,1 - 0,15$ для чугуна



Фиг. 1.



Фиг. 2.

по чугуну, 0,15—0,2 для чугуна по бумаге, 0,2—0,3 для чугуна по коже или дереву. Ширина шкива $B = \frac{U}{U_1}$ см, где $U_1 = 7$ кг/см для чугуна по чугуну, 5 кг/см для чугуна по твердому дереву, 3 кг/см для чугуна по мягкому дереву, 2—3 кг/см для чугуна по коже. Для уменьшения силы нажатия шкивов применяют клиновидную форму обода (фиг. 2). Из чертежа имеем:

$$U = 2R \cdot \cos \varrho \cdot \mu,$$

где $\mu = \operatorname{tg} \varrho$; следовательно $U = 2R \sin \varrho$, откуда

$$R = \frac{U}{2 \sin \varrho}.$$

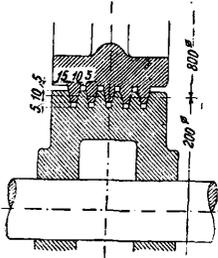
Сила нажатия:

$$Q' = U \cdot \frac{\sin(\alpha + \epsilon)}{\sin \epsilon} = \frac{U}{\mu'}$$

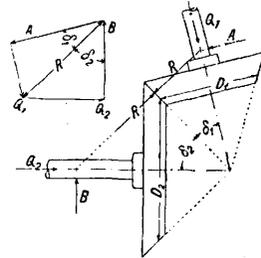
где

$$\mu' = \frac{\sin \epsilon}{\sin(\alpha + \epsilon)} = \frac{\mu}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

Для сравнения приводим величины сил Q и Q' при $2\alpha = 30^\circ$; цилиндрич. колеса: $\mu = 0,1$; $Q = 10U$; клиновидные колеса: $\mu' =$



Фиг. 3.



Фиг. 4.

$= 0,28$; $Q' = 3,6U$. Приведенные цифры указывают на значительное уменьшение силы нажатия Q' в связи с применением клиновидного обода. Кпд такой передачи $\eta = 0,88 - 0,90$; на фиг. 3 показана конструкция передачи.

2. Фрикционная П. коническими колесами (фиг. 4). Здесь передаточное число выражается так же, как и в предыдущем случае, т. е.:

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

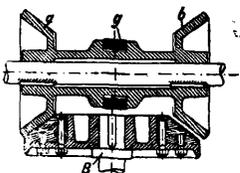
Нормальная сила нажатия колес $R = \frac{U}{\mu}$; осевые усилия Q_1 и Q_2 определяются из силового мн-ка (фиг. 4).

$$Q_1 = R \cdot \sin \delta_1 = \frac{U}{\mu} \cdot \sin \delta_1;$$

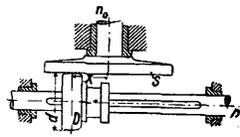
$$Q_2 = \frac{U}{\mu} \cdot \sin \delta_2.$$

На фиг. 5 представлена фрикционная П. конич. колесами с переменной направления вращения. Поочередно включая колеса a и b посредством кольца g , получим соответствующие движения колеса B .

3. На фиг. 6 представлена П. м е ж д у взаимно перпендикулярными валами, при этом шкив S работает торцевой частью. Передаточное число в этой П.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

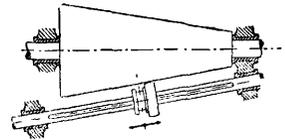
имеет выражение: $n:n_0 = x:d/2$ (см. фиг. 6), отсюда $n = n_0(x:d/2)$, т. е. имеем переменное n с изменением x ; но т. к. с приближением шкива D к оси вертикального вала скольжение быстро возрастает, то примене-

ние этой П. для перемены направления вращения весьма ограничено.

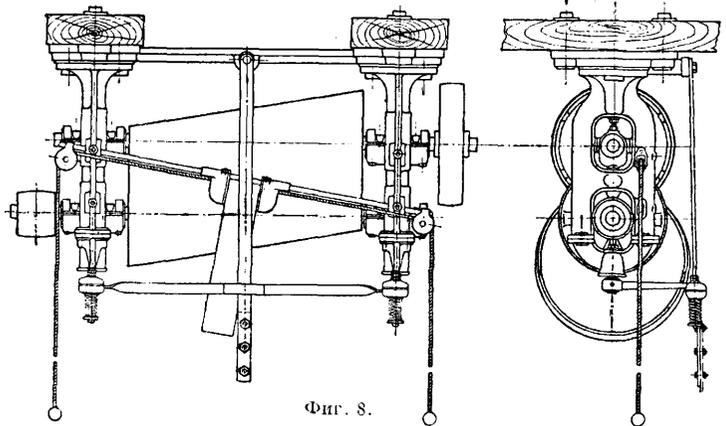
4. На фиг. 7 представлена схема П. с переменным передаточным числом; цилиндрич. колесо, перемещаемое вдоль вала, работает с конусом, так что при постоянном числе оборотов ведущего вала ведомый получает переменное число оборотов в зависимости от положения ролика на валу

5. На фиг. 8 представлена П. Stevens'a. Перемещением ремня достигается изменение передаточного числа.

6. Недостаток П. цилиндрич. колесами, заключающийся в относительно больших усилиях, передаваемых на подшипники, совершенно устранен в передаче Гаррарда (фиг. 9). Устройство передачи состоит в том, что на ведущий шкив a , ведомый b и вспомогательный c надето кольцо d из специальной стали с относительной рассточкой. Когда П. не работает, кольцо занимает положение, указанное на фигуре. При вращении ведущего шкива a кольцо



Фиг. 7.



Фиг. 8.

занимает положение, показанное пунктиром, повернувшись на некоторый угол относительно точки E как полюса поворота. Шкивы и кольцо П. работают в закрытой коробке, наполненной маслом. Кпд П. $\eta = 0,98$ и больше, чем в ранее рассмотренных П. Передаточное число в этих П. делают от 1:2 до 1:15.

7. Одной из П., дающей возможность разгрузить валы от поперечных сил, является передача, представленная на фиг. 10. Устройство передачи состоит в следующем: в диске D , наглухо посаженном на валу 2, закреплены три или четыре оси A , на к-рых вольно сидят колеса U , приходящие в соприкосновение с кольцом R ; это кольцо снаружи обработано на конус. Кольцо O , внутренняя поверхность которого коническая, перемещают установительными болтами S ; в результате такого перемещения кольца O достигается необходимое нажатие между U и 1 и R и U . На ось A давление не передается. Передаточное число от вала 1 к валу 2 определяется из следующего

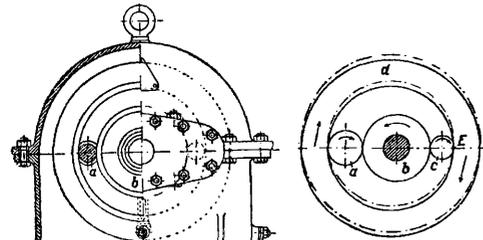
рассуждения: колеса U катятся без скольжения по кольцу K , а потому центры колес U имеют линейную скорость меньшую в два раза, чем скорость точки соприкосновения кольца U с 1 ; на основании изложенного имеем:

$$v_k = 2 \cdot v_A; v_k = \frac{\pi d n_1}{60}; v_A = \frac{\pi l \cdot n_2}{60};$$

$$\frac{\pi d n_1}{60} = 2 \frac{\pi \cdot l \cdot n_2}{60}, \text{ отсюда } i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d}{2l},$$

где l — диам. окружности, на которой расположены центры колес U .

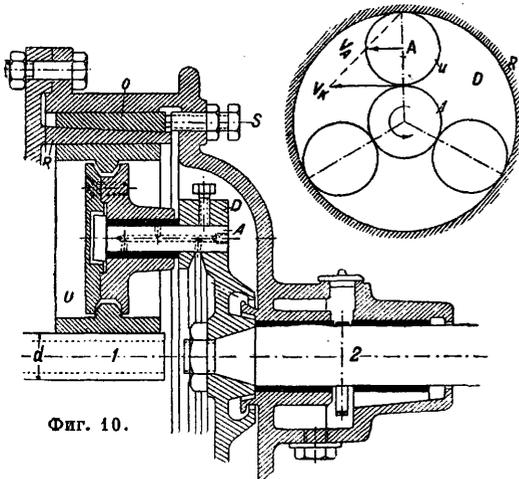
8. Π . с переменным передаточным числом (фиг. 11) состоит из полового конуса, соединенного малым основанием



Фиг. 9.

с валом посредством универсальной муфты (см. Гужа шарнир) т. обр., что образующая конуса остается параллельной оси вала. Конус приводит во вращение фрикционное цилиндрич. колесо; от него посредством

терпи движение передается зубчатому колесу. Конус может быть перемещаем вдоль оси вала, благодаря чему в соприкосновение



Фиг. 10.

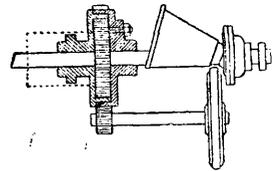
с фрикционным колесом приходят различные диаметры его.

9. Комбинация конусов с прямой и кривой образующими (фиг. 12). Конус A имеет образующую прямую, конус B — кривую. Перемещением пластинок (с

ре же к) C и D , связанных шарнирно с подшипниками вала конуса B , в соприкосновении приводятся различные части конусов, в результате чего меняется передаточное число, выражаемое равенствами:

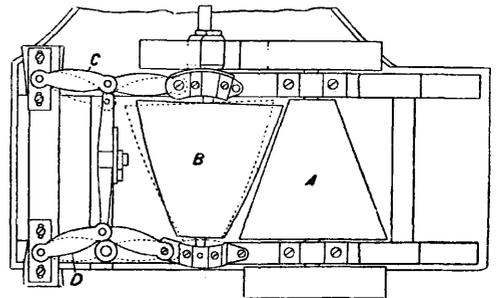
$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{r_1}{r_2}.$$

10. Фрикционная Π . с переменным передаточным числом (фиг. 13). На концах валов насажены фрикционные колеса A и B ; их м. радиальные сечения представляют дуги одной окружности. При этом относительное расположение колес таково, что одна дуга является продолжением другой.



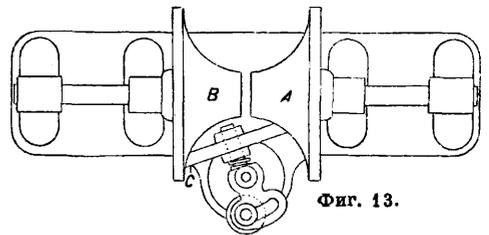
Фиг. 11.

Промежуточное фрикционное колесо C ставится в контакт с каждым из колес A и B , и в соответствии с его положением меняется передаточное число между A и B .



Фиг. 12.

11. Фрикционная Π . с конусами и промежуточными роликами для перемены передаточного числа (фиг. 14). Π . состоит из конусов A и B с одной геометрич. осью, при этом один из конусов — ведущий, другой — ведомый. Движение от

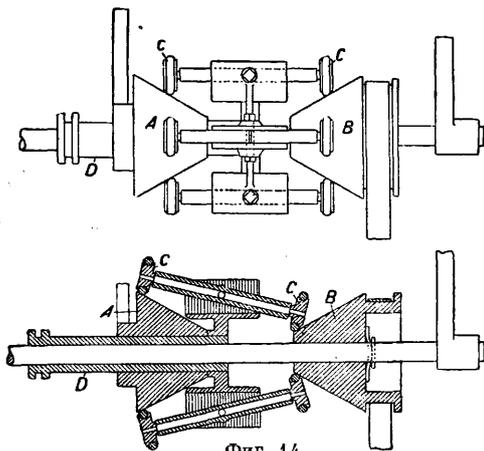


Фиг. 13.

одного конуса другому передается посредством группы фрикционных роликов C , расположенных по окружности. Эти ролики соединены валами, лежащими в подшипниках, к-рые в свою очередь могут поворачиваться на шпях на требуемый угол в зависимости от положения муфты D . Перемещающая муфту D вдоль оси вала, получаем соответствующее положение фрикционных роликов и таким образом изменяем передаточное число.

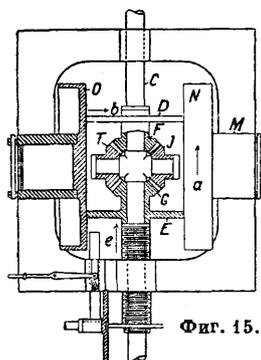
12. Комбинированная Π , состоящая из фрикционной Π . и дифференциала (фиг. 15). Устройство Π . состоит в следующем: две конич. шестерни F и G вольно (свободно)

сидят на оси *C*; между ними посажены две другие конические шестерни *T* и *J*, сидящие вольно на оси, перпендикулярной к оси *C* и составляющей одно целое с этой последней. Шестерни *F* и *G* составляют одно целое



Фиг. 14.

с фрикционными дисками *D* и *E*, приходящими в контакт с дисками *N* и *O*. Приведем диск *N* во вращение посредством ремня в направлении, указанном стрелкой *a*, и поставим диски *E* и *D* на одинаковом расстоянии от центра; тогда диск *D* придет во вращение по стрелке *b*, а диск *E* в направлении обратном; оба диска будут вращаться с одной и той же скоростью. Шестерни *F* и *G*, вращаясь с одним и тем же числом оборотов, но в противоположном направлении, приведут во вращение шестерни *T* и *J*, причем их ось останется неподвижной. Если ось *C* передвинуть по стрелке *e*, то диски *D* и *E* будут вращаться, как и раньше, в направлениях взаимно противоположных; однако теперь диск *D* будет вращаться быстрее, чем раньше, а диск *E* медленнее. Вследствие этого ось шестерен *T* и *J* вращается вместе с осью *C* в направлении вращения диска *D*; скорость вращения оси зависит от разности скоростей шестерен *F* и *G*. Передача дает возможность изменять скорость вращения на весьма незначительную величину. В зависимости от перемещения дисков в ту или другую сторону

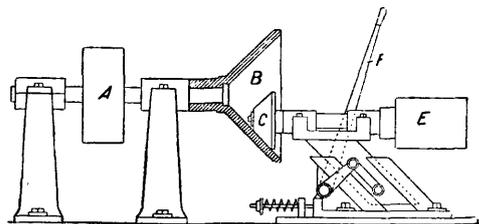


Фиг. 15.

вдоль оси можно менять направление ее вращения. Момент, вращающий вал *C*, зависит от коэф-та трения дисков *D* и *E*, а потому эта П. неприменима для передачи больших мощностей.

13. П. полым конусом и коническим колесом для изменения передаточного числа (фиг. 16). Полый конус *B* передает вращение конич. колесу *C*. На фиг. 16 видно приспособление, позволяющее менять относительное положение конуса *B* и ко-

леса *C* и так. обр. изменять передаточное число между шкивами *A* и *E*. Движением рычага *F* влево перемещается параллельно самой себе опора колеса *C*. Одним из интересных моментов является тот, когда гео-



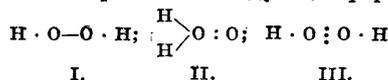
Фиг. 16.

метрические оси конуса и колеса совпадают; тогда оба вала вращаются с одной и той же скоростью, и П. обращается в коническую муфту.

Лит.: Худяков П. К. и Сидоров А. И., Детали машин, ч. 1, М., 1907; Берлов М. Н., Детали машин, вып. 4, ч. 1, 4 изд., М., 1929; Ратновский Л., Подъемные краны, лебедки, домкраты и т. п. подъемные приспособления, т. 2, вып. 4, СПб., 1915; Бетман Г., Грузоподъемные машины, пер. с нем., М., 1930; Laudien K., Die Maschinenelemente, 4 Aufl., B. 2, Lpz., 1925; Röttscher F., Die Maschinenelemente, B. 2, Berlin, 1929; Machinery's Encyclopedia, v. 6, N. Y., 1925; Kindner G., Die Maschinenelemente, Stg., 1910. С. Мочергин.

ПЕРЕКАТЫ, подводные гребни, косы или перегибы русла (в сторону обмеления), пересекающие фарватер и отделяющие более глубокие его места от перемелей. Вопросы о регулировании мест, где имеются перекаты, являются чрезвычайно серьезными и рассматриваются в связи с вопросом о *вы-* *правлении рек* (см.).

ПЕРЕКИСИ, пероксиды, химические соединения, характеризующиеся группировкой —O—O—, состоящей из двух взаимно соединенных атомов кислорода. Выяснению строения перекисных соединений были посвящены многочисленные исследования, т. к. простейшему веществу этого ряда, П. водорода, от которого м. б. произведены все существующие перекисные соединения в результате замены одного или обоих атомов водорода, можно приписать следующие формулы:



Несмотря на тщательное изучение различных форм превращения П. водорода и ее производных, вопрос о строении П. до сих пор не разрешен, хотя ф-ла I является химически наиболее обоснованной. Эта ф-ла находит себе ряд подтверждений со стороны изучения физич. свойств (рефракции, спектров поглощения, парахора) и поэтому может считаться если не вполне доказанной, то наиболее вероятной. В зависимости от числа замещенных атомов водорода в П. водорода минеральными или органич. остатками, различают: 1) однозамещенные производные П. водорода, или гидроперекиси (гидропероксиды), $\text{R} \cdot \text{O} \cdot \text{OH}$, и 2) двузамещенные, или собственно перекиси (пероксиды), $\text{RO} \cdot \text{OR}$.

Общим свойством всех перекисных соединений является их способность отдавать один из атомов кислорода перекисной груп-

пировки в активной форме и тем самым оказывать окислительное действие. Эта способность как правило у гидроперекисей развита сильнее, чем у P_2 , хотя в общем степень окислительного действия в значительной мере зависит от условий среды, t° и природы окисляющегося вещества. Устойчивость перекисных соединений также весьма различна и в сильной степени подвержена влиянию разнообразных посторонних веществ (в особенности тяжелых металлов, их окисей и солей), оказывающих каталитич. действие. Многие минеральные P_2 в чистом виде переносят значительное нагревание, тогда как некоторые органич. P_2 и гидроперекиси разлагаются со взрывом при относительно низких t° или при незначительном ударе или растирании. Значение перекисных соединений при изучении явлений окисления весьма велико, т. к. процессы окисления молекулярным кислородом тесным образом связаны с образованием перекисных соединений. Во многих случаях с полной очевидностью было доказано, что образование перекисных соединений является промежуточной стадией окислительного процесса, в других случаях подобный механизм является наиболее вероятным. Практич. значение P_2 также весьма велико, и многие минеральные P_2 находят широкое применение в различных промышленных областях.

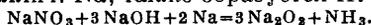
Минеральные перекисные соединения. Все неорганич. P_2 , имеющие практич. значение, за исключением P_2 водорода (см. *Водорода перекись*), м. б. отнесены к двум основным группам: 1) перекисным соединениям металлов и 2) ацильным перекисным соединениям или т. н. перкислотам (надкислотам).

I. P_2 металлов. Соединения этой группы P_2 можно рассматривать как соли H_2O_2 , которая, являясь двухосновной k -той, может образовывать два типа солей: $MeOON$ и Me_2O_2 (где Me —одновалентный металл). Несмотря на то, что соединения, отвечающие по своему составу ф-ле MeO_2H , были выделены в твердом виде, однако с полной достоверностью установить не удалось, являются ли они действительными солями этого типа или представляют собою молекулярные соединения Me_2O_2 и H_2O_2 . Существование этих солей в состоянии раствора однако было доказано измерением электропроводности растворов. Будучи весьма неустойчивыми веществами, соединения этого типа не имеют технич. значения, тогда как соединения типа Me_2O_2 играют весьма значительную роль как в технике отбеливания, так и в приготовлении других перекисных соединений.

1) P_2 щелочных металлов. Из них наиболее важными являются перекиси натрия и калия.

P_2 натрия Na_2O_2 получается непосредственным действием кислорода на металлический натрий: $2Na + O_2 = Na_2O_2$. Технич. интерес к Na_2O_2 стал проявляться после того, как был разработан непрерывный способ ее приготовления. По этому способу металлич. Na загружают в алюминиевые сосуды, находящиеся на небольших вагонетках, и подвергают действию воздуха, нагретого до 300° . Вагонетки непрерывно движутся против направления тока воздуха т. о., что дей-

ствию газа с наибольшим содержанием кислорода подвергаются продукты, содержащие большое количество P_2 , тогда как свежий металлич. Na приходит во взаимодействие с газами, относительно бедными кислородом. Этим устраняются местные перегревы и связанное с ними разложение P_2 . Воздух, идущий на окисление, предварительно освобождают от влаги и углекислоты. На принципе противотока основан другой способ получения Na_2O_2 , отличающийся более простой аппаратурой. Металлич. Na находится в камерах, соединений между собою последовательно. Воздух поступает т. о., что свежий газ входит в соприкосновение с частично прореагировавшим Na . Противоток осуществляется периодич. переключением направления тока воздуха. На поверхности расплавленного Na образуется корка из P_2 , препятствующая дальнейшему окислению. Поэтому массу перемешивают, а затем вновь подвергают действию кислорода. Для того чтобы по возможности уменьшить разделение алюминиевых сосудов, нагревание массы до нужной t° (300 — 400°) производят не путем наружного обогрева, а посредством электрич. нагрева сверху (лучистой теплотой). Операцию окисления ведут в плоской железной реторте, разделенной горизонтальной перегородкой на две камеры; нагретый воздух сначала пропускается в верхнюю часть, отсюда он проходит ее вдоль, а затем поступает в нижнюю камеру. Na_2O_2 м. б. также получена при нагревании Na_2O , $NaOH$ или NaN_3 в атмосфере кислорода или воздуха. При нагревании смеси, состоящей из NaN_3 , $NaOH$ и металлич. Na , также образуется P_2 .



В технике эти способы однако не применяются, и вся поступающая в продажу P_2 натрия получается непосредственным окислением металлического Na .

Продажная Na_2O_2 — желтоватый порошок, притягивающий из воздуха влагу и углекислоту. Она содержит 90—92% чистой Na_2O_2 , т. е. ок. 19% активного кислорода. В ней всегда находится $NaOH$ и Na_2CO_3 , а иногда также небольшие количества глинозема и даже следы железа, попадающие из аппаратуры. Присутствие железа особенно вредно вследствие сильного каталитич. влияния на реакцию разложения P_2 . Ни при нагревании ни при ударе Na_2O_2 не взрывает, но в смеси с легко окисляющимися веществами образует сильно взрывчатые смеси, иногда взрывающие только от тепла, выделяющегося при поглощении влаги воздуха. С водой Na_2O_2 образует ряд гидратов, из которых наиболее интересным является октогидрат $Na_2O_2 \cdot 8H_2O$, бесцветные кристаллы с перламутровым блеском. Теплота его растворения составляет 14 000 cal, т. е. приблизительно в два с половиной раза меньше, чем теплота растворения безводной Na_2O_2 (34 000 cal). Это является значительным преимуществом, так как большие тепловые эффекты при растворении вызывают сильный распад P_2 . С твердой или вязкой углекислотой гидрат образует перкарбонаты состава $Na_2CO_3 \cdot 8H_2O$ или, в случае избытка углекислоты, кислый перкарбонат $4Na_2CO_3 \cdot H_2CO_3$.

Технич. значение P. натрия заключается в сравнительно высоком содержании активного кислорода, достигающем почти 20%. Поэтому Na_2O_2 широко применяют для приготовления персеолей, а также для отбелки, для дезинфекции и как окислитель при приготовлении химич. продуктов. Ею пользуются или в виде порошка или в прессованном виде; Na_2O_2 можно также плавить и выливать в формы (брикеты). Na_2O_2 применяется также для регенерирования содержащего CO_2 воздуха (испорченного) в закрытых помещениях, например в подводных лодках, а также в водолазных аппаратах, пожарных шлемах и т. п. Большую известность получил препарат, состоящий из Na_2O_2 и хлорной извести, под названием *оксилита* (см.), применяющийся для получения чистого кислорода.

P. калия и K_2O_2 , получающаяся так же, как Na_2O_2 , технич. значения не имеет. Теоретически интересно вышеперечисленное соединение калия K_2O_2 , получающееся при окислении металлич. K чистым кислородом, селитрой или при пропускании кислорода над смесью нитрата калия и окиси кальция или окиси магния при t° красного каления. K_2O_2 получается также при действии кислорода на раствор металлического K в жидком аммиаке при -50° . Эта P. весьма неустойчива, бурно реагирует с водой и при этом распадается на K_2O_2 и O_2 . Ей приписывают строение $\text{K}\cdot\text{O}\cdot\text{O}\cdot\text{O}\cdot\text{K}$, которое однако мало доказано.

P. рубидия, цезия и лития были получены в сравнительно чистом виде; в технике однако эти P. не применяются.

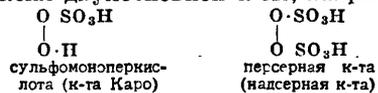
2) P. щелочноземельных металлов. Приготовление их отличается от приготовления P. щелочных металлов тем, что исходным продуктом является не самый металл, а его окись. Из этой группы наибольший интерес представляет P. бария, долго служившая главным источником получения P. водорода.

P. бария BaO_2 легко получается при нагревании окиси бария в токе кислорода или воздуха при $400-500^\circ$. Самой ответственной операцией при промышленном получении перекиси бария является приготовление окиси бария в пористой форме и тем самым наиболее подверженной действию кислорода. Поэтому все способы приготовления BaO_2 теснейшим образом связаны со способами переработки природных и искусственных бариевых соединений на окись бария. Выделение газа из перерабатываемого материала способствует увеличению пористости, тогда как высокая t° , при которой наступает плавление или спекание, уменьшает пористость. Поэтому особенно пригодным исходным продуктом является природный витерит или карбонат Ba , получающийся в сахарном производстве. Менее пригодны сульфаты Ba , к-рые предварительно восстанавливают в сульфиды. Нитрат бария, получающийся обменным разложением между BaCl_2 и селитрой, слишком дорог и не может служить исходным продуктом для получения BaO_2 . Было предложено с целью увеличения пористости получаемой BaO при обжиге вводить различные добавки. Так на-

зываемый способ Монда состоит в том, что брикеты из карбоната бария с пеком, углем и окисью магния помещают в вертикальную печь, которую в верхней части нагревают до 1200° , а снизу выпускают воздух, нагретый до $400-500^\circ$. BaO , образующаяся в верхней части печи, опускается вниз, где t° ниже, и превращается в BaO_2 , к-рую выбирают. Вместе с тем были сделаны наблюдения, что карбонат бария м. б. количественно превращен в окись только при полном отсутствии влаги. Поэтому обжиг рекомендуют вести в закрытых муфелях, обогреваемых снаружи генераторным газом. Обжиг продолжается около 12 час.; расход угля составляет 125% от веса карбоната. 100 кг карбоната дают 70 кг 95%-ной BaO , которая превращается в 90%-ную BaO_2 . Иногда к карбонату прибавляют 1-2% железа или его окиси, к-рые каталитически способствуют процессу обжига (так же влияют Ni , Co , Cu , Cr и уголь). Операцию окисления окиси бария в P. ведут в чугунных плоских сосудах, находящихся внутри горизонтальных цилиндрич. печей. Продолжительность реакции ($t^\circ = 500^\circ$) зависит от величины загрузки. Большая часть массы после реакции представляет собою куски зеленоватого цвета, которые отбирают, измельчают и в таком виде пускают в продажу. Продажная BaO_2 содержит около 90% чистой BaO_2 . Прежде она применялась для получения кислорода (при высокой t° происходит распад: $2\text{BaO}_2 = 2\text{BaO} + \text{O}_2$); в настоящее время этот способ совершенно оставлен. Главное применение BaO_2 — приготовление P. водорода (этим способом пользуются только на небольших установках, т. к. существуют более рациональные способы) (см. *Водорода перекиси*).

P. кальция и магния CaO_2 и MgO_2 имеют некое практич. значение. Они получаются из окисей (или гидрата окиси в случае $\text{Ca}(\text{OH})_2$) соответствующих металлов и из P. натрия. Применяются как дезинфицирующие порошки и мази (в медицине, в качестве зубного порошка и т. д.).

P. перкислоты (надкислоты). Соединения этой группы можно рассматривать как P. водорода, в к-рой один или два атома водорода заменены апилами (т. е. кислотными остатками). Соответственно наличию двух атомов водорода у P. водорода, здесь также возможны соединения типа $\text{Ac}\cdot\text{OON}$ (гидроперекиси) и типа $\text{Ac}\cdot\text{OO}\cdot\text{Ac}$ (P.); Ac — остаток минеральной к-ты. В случае двухосновных к-т образуются соединения как перекисного, так и гидроперекисного типа с функцией сильных к-т, причем носителем кислых свойств является не гидроперекисная группа $\text{O}\cdot\text{O}\cdot\text{H}$, а второй гидроксил двухосновной к-ты, например

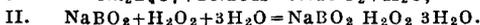


Из перкислот и их солей техническое значение имеют: а) пербораты, б) перкарбонаты и в) персульфаты.

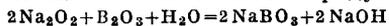
а) Пербораты. Вопрос о строении перборной кислоты и ее солей до сих пор еще не выяснен в полной мере. Некоторые исследователи приписывают перборатам строение

Ме—О—О—ВО. Вместе с тем ряд свойств перборатов заставляет видеть в них не истинные перкислоты, а молекулярные соединения. Из известных солей перборных к-т наиболее важной является перборат натрия.

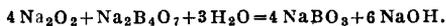
Перборат натрия $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, бесцветное кристаллич. вещество, содержит 10,4% активного кислорода, при обыкновенной t° растворяется в 40 ч. воды; теплота растворения 11 654 cal. Перборат натрия впервые был получен при взаимодействии молекулярных количеств NaOH , H_2BO_3 и H_2O_2 . Из водного раствора перборат натрия высаживается спиртом, в к-ром он нерастворим. Для получения пербората натрия в технике пользуются борной к-той (или B_2O_3) или бурой. Существуют три группы методов превращения этих веществ в перборат: 1) действием П. водорода в растворе, 2) действием П. натрия и 3) электролитич. путем. В технике при приготовлении обращают тщательное внимание на отсутствие загрязнений, могущих вызвать разложение, и на поддержание возможно низкой t° . Кроме того стремятся получить перборат в крупнокристаллич. форме, в к-рой он значительно устойчивее, чем в виде порошка или мелких кристаллов. При работе по первому способу сначала готовят раствор метабората натрия растворением буры с небольшим избытком едкого натра. После охлаждения к нему прибавляют раствор П. водорода. Реакцию ведут в деревянных чанах. Через некоторое время перборат выделяется в виде больших кристаллов, к-рые отделяют центрифугированием и быстро высушивают при 40° . Выход составляет 90—94% от теории. Пример: 105 кг буры растворяют в 36,3 кг раствора NaOH (36° Вё) и при охлаждении добавляют 1 100 кг 3%-ного раствора П. водорода; t° поддерживают ниже 10° . Выход 145—150 кг пербората. Процесс протекает по уравнениям:



При работе по второму способу после реакции остается избыток щелочи, вредно влияющий на стабильность продукта:



или



Для удаления этого избытка раствор нейтрализуют HCl или CO_2 ; последняя имеет то преимущество, что можно пользоваться большим избытком к-ты.

Кроме этих способов, базирующихся на растворах, получение пербората можно вести сплавлением. Напр. смесь буры и Na_2O_2 с добавлением воды или без нее нагревают до плавления или же вносят Na_2O_2 небольшими порциями в расплавленную бурю. Полученная масса содержит перборат. Эти препараты значительно беднее активным кислородом и применяются в качестве моющих и отбеливающих средств в мелких производствах или в домашнем обиходе. Перборат натрия м. б. также получен не из перекисных соединений, а непосредственным окислением (вдуванием кислорода под давлением 50 atm) расплавленного едкого натра в присутствии боратов и катализаторов—соедине-

ний железа, марганца или ванадия. Способы электрохимического получения пербората начали применять лишь недавно.

Существуют два метода третьего способа—электрохимич. приготовления пербората: 1) перборат образуется на аноде, 2) активный кислород получают на катоде. Механизм анодного превращения состоит по видимому в том, что первично образованный перкарбонат (из карбоната, намеренно прибавляемого к раствору) разлагается на карбонат и П. водорода, к-рый затем присоединяется к метаборату. Вещества, повышающие величину анодного напряжения, напр. хроматы, флуориды, увеличивают выход тока. Электролиз проводится в ваннах высотой ок. 95 см и диам. 55 см с конусным дном при $t^\circ 12—15^\circ$. Анод—платиновая сетка; расстояние между электродами 7,2 см. Рецепт ванны: 45 ч. буры, 130 ч. карбоната натрия, 45 ч. бикарбоната, 2 ч. бихромата калия, 2 ч. силиката натрия. Электролиз ведут при 7 V с плотностью тока 3 000 A/м². Полезный выход тока составляет около 50%. Основанием для катодного способа послужило наблюдение, что водород, образующийся на катоде, при известных условиях может соединиться с растворенным в электролите кислородом в П. водорода: $2\text{H} + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}_2$. Этим путем, применяя повышенное давление кислорода (около 50 atm), можно получить 3%-ный раствор H_2O_2 . Если электролиз вести в щелочной среде и при обыкновенном давлении, то H_2O_2 можно получить в количестве, вполне достаточном для технич. использования. Катодом служит ртуть; $t^\circ = 10^\circ$. В течение электролиза на катод пропускают кислород или воздух. Перборат натрия по этому способу получается с выходом в 70%. Из электролитич. способов получения пербората натрия наибольшим распространением пользуется метод анодного окисления (проводится в широких размерах фирмой Scheideanstalt), хотя и этот способ, вследствие больших затрат на платину, менее рентабелен, чем способ с П. натрия.

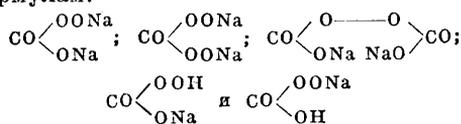
Водные растворы пербората натрия ведут себя как свободная борная кислота, свободная П. водорода и едкий натр. Щелочные растворы пербората натрия—сильные окислители; в кислых растворах, наоборот, он действует как восстановитель. Перборат обладает одновременно отбеливающими и моющими свойствами, почему применяется для белины шерсти, шелка, соломы, фетра, рога, жиров, кости, губок, воска и для приготовления различных препаратов, из к-рых наибольшее распространение получил персилъ—смесь из мыла, кальцинированной соды, силиката натрия и пербората; озонит—те же составные части только в другом соотношении; перборин—состоит из мыла, пербората и едкого натра.

Пербораты калия и аммония практич. значения не имеют.

Пербораты кальция и магния обладают большой термостабильностью и потому часто применяются при отбелке в кипящей ванне. Содержание активного кислорода в них колеблется от 9 до 12%, в зависимости от способа приготовления. Их готовят обменным разложением пербората

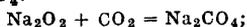
натрия с растворимыми солями кальция или магния.

б) Перкарбонаты. Известны соли надугольных к-т, отвечающих следующим формулам:

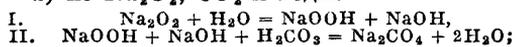


а также кислые соли. Строение их однако не доказано. Вполне вероятно, что они, аналогично многим перборатам, представляют собою молекулярные соединения карбонатов с П. водорода. Первый перкарбонат был выделен путем электролиза карбоната калия при $t^{\circ} - 15^{\circ}$ в виде соли состава $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_6$. Перкарбонаты получают согласно следующим реакциям:

1) из твердой Na_2O_2 и CO_2 получается соль Na_2CO_4 :



2) из Na_2O_2 , CO_2 и воды:



3) из Na_2CO_4 при избытке CO_2 получается $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_6$;

4) из NaOOH и CO_2 образуются соли NaHCO_4 и Na_2CO_5 .

Вследствие неустойчивости перкарбонаты в технике не нашли применения.

в) Персульфаты — соли надсерной кислоты $\text{HO}\cdot\text{SO}_3\cdot\text{O}\cdot\text{O}\cdot\text{SO}_3\cdot\text{OH}$. Свободная к-та плавится при 60° . Ее водные растворы устойчивы. При высоких t° или в присутствии серной к-ты распадается на H_2SO_4 и H_2O_2 ; распад протекает через стадию образования сульфомоноперкислоты (к-ты Каро) H_2SO_5 . Надсерная к-та — сильный окислитель: соли окиси хрома переводит в хроматы, из растворов марганцевых солей выделяет MnO_2 , но в отличие от П. водорода не обесцвечивает раствор перманганата, не окрашивает титановой к-ты в желтый цвет и не дает реакции на надхромовую к-ту. Обесцвечивает растворы индиго, окисляет спирт в альдегид и переводит анилин в черный анилин. В чистом виде надсерную к-ту готовят действием хлорсульфоновой к-ты на П. водорода. Она образуется также при электролизе конц. серной к-ты. Электролиз ведут со свинцовым катодом и платиновым анодом, плотность тока 500 A/дм^2 , при 4 V и $t^{\circ} 5-6^{\circ}$, уд. вес серной к-ты $1,35-1,5$, выход 67% . Охлаждение анода повышает выход. Этим путем можно получить 40% -ный раствор надсерной кислоты с выходом (по току) $\sim 50\%$. Надсерная кислота отделяется от серной через хорошо растворимые в воде бариевые соли.

Соли надсерной к-ты, персульфаты, обладают теми же свойствами, как и свободная к-та. Они дают характерные реакции: окрашивают *n*-фенилендиамин, *n*-аминофенол, 2, 4-диаминофенол и α -нафтол в щелочных растворах в темнофиолетовый цвет, а β -нафтол — в желтый. Соли аммония, калия, натрия кристаллизуются без воды. В безводном состоянии они устойчивы, в присутствии влаги медленно разлагаются с выделением озона. При нагревании персульфаты

распадаются: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 + \text{O}$. Персульфат калия трудно растворим в воде; остальные, особенно соль натрия, легко растворимы. При растворении персульфатов в воде, подкисленной серной к-той, они распадаются сначала на к-ту Каро, к-рая затем разлагается на H_2SO_4 и H_2O_2 . Персульфаты обычно получают электролизом кислых растворов соответствующих сульфатов. Важнейшими соединениями надсерной кислоты являются персульфаты аммония, калия и натрия.

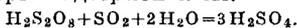
Персульфат калия $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, большие пластинчатые кристаллы или длинные призмы. В 100 г воды при 0° растворяется $1,76 \text{ г}$ соли, при комнатной t° — около 20 г . Водные растворы медленно разлагаются с выделением кислорода и образованием бисульфата калия. Приготавливается из персульфата аммония и сульфата калия или электролизом насыщенного раствора бисульфата калия в качестве анодной жидкости и разбавленной серной к-ты в качестве катодной. Применяется как окислитель.

Персульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, бесцветн. моноклинные кристаллы. В 100 г воды при 0° растворяется 58 г персульфата, при комнатной $t^{\circ} - 65 \text{ ч}$; является наиболее легко получаемым персульфатом. При диафрагменном способе электролиза в качестве анодной жидкости берут насыщенный раствор Na_2SO_4 в разбавленной серной кислоте (8 объемов H_2O на 1 объем конц. H_2SO_4). Катодной жидкостью служит раствор серной кислоты (1 объем H_2O на 1 объем H_2SO_4). Катод — свинец, анод — платина, сила тока $2-3 \text{ A}$, напряжение 8 V , $t^{\circ} 10-20^{\circ}$. Плотность тока 20 A/дм^2 . Выход тока при $50 \text{ A} - 50\%$, при $150 \text{ A} - 60\%$, при $300 \text{ A} - 70\%$. Анодная жидкость после использования насыщается сульфатом и снова поступает в электролиз. Без диафрагмы электролиз ведут в аммиачном растворе при $7-8^{\circ}$ в присутствии небольшого количества хроматов.

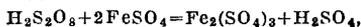
Персульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, легко растворимые в воде кристаллы. Соль получают действием персульфата аммония на конц. раствор едкого натра или растиранием персульфата аммония с содой. Электролитич. путем эта соль получается труднее, чем $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, вследствие большей растворимости. Электролиз обычно ведут без применения диафрагмы в присутствии веществ, повышающих анодный потенциал (напр. плавиковая к-та, HCl , перхлораты). Особенно пригодны для этой цели цианиды, ферроцианиды, роданиды и цианаты. Растворимость соли м. б. в значительной степени понижена прибавлением серной к-ты. При электролизе раствора из 150 г $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ и 70 г конц. H_2SO_4 (в этом растворе растворимость персульфата натрия падает до 6%) и при достаточной плотности тока вредное влияние катодного восстановления в значительной степени уменьшается. Плотность тока $0,2 \text{ A/дм}^2$ для анода и 4 A/дм^2 для катода; $t^{\circ} = 17^{\circ}$.

Анализ. Надсерная к-та и персульфаты качественно обнаруживаются путем различных окислительных реакций, напр. окислением щелочных растворов солей Mn , Co , Ni , Pb , образующих черные осадки. Растворы гваякола окрашиваются в синий цвет.

Для персульфатов особенно характерной является трудно растворимая соль стрихнина, $H_2S_2O_8(C_{21}H_{22}O_2N_2)_2 \cdot H_2O$ (при 17° 100 см³ воды растворяют 0,04 г этой соли). Количественно надсерная к-та определяется в виде H_2SO_4 , к-рая образуется при действии SO_2 на растворы надсерной к-ты:



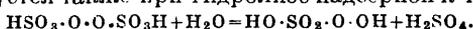
Объемным путем персульфаты определяются посредством восстановления раствора $FeSO_4$ при $60-80^\circ$:



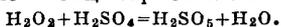
и обратным титрованием избытка соли закиси железа.

Персульфаты применяются в качестве отбеливающих веществ. Они являются сильными деполаризаторами гальванич. элементов. Применяются для удаления фиксажа с фотографич. пластинок, для окисления солей закиси железа в соли окиси, в качестве стабилизаторов медноаммиачных растворов целлюлозы; они находят также разнообразное применение в химич. анализе.

Кислота Каро, сульфомоноперекислота, $HO-SO_2-O-OH$, плавится при 42° ; получается так же, как надсерная к-та, с той только разницей, что хлорсульфоновая к-та берется из расчета 2 молей на 1 моль П. водорода. В концентрированных серноокислых растворах разлагается относительно быстро, тогда как в 8%-ной серной к-те кислота Каро б. или м. устойчива; образуется также при гидролизе надсерной к-ты:



Скорость этого превращения зависит от концентрации серной к-ты, являющейся катализатором. При растворении персульфата аммония в конц. серной к-те реакция кончается через несколько мин. Для получения жидкого реактива к-ты Каро 10 г персульфата калия растирают с 11 г конц. H_2SO_4 и разбавляют 50-кратным объемом воды. Если же к этой смеси вместо воды прибавить 30 г порошкообразного сульфата калия, то получают реактив в твердой форме. К-ту Каро получают также разбавлением 5%-ного раствора П. водорода 5-кратным количеством охлажденной конц. серной к-ты:



Калиевая соль к-ты Каро, в отличие от той же соли надсерной к-ты, хорошо растворима в воде. Для к-ты Каро характерна реакция с первичными ароматич. аминами, к-рые она превращает сначала в нитрозо-, а затем в нитросоединения. От надсерной к-ты она отличается тем, что моментально реагирует с иодистым калием, от П. водорода—не дает желтого окрашивания с титановой кислотой. Широко применяется в лабораторной технике в качестве окислителя.

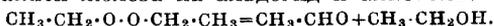
Органические перекиси и гидроперекиси.

К ним относятся органич. производные П. водорода. В зависимости от природы органич. радикала различают алкильные и ацильные перекисные соединения. Первые производят от перекиси водорода, атомы водорода которой заменены алкилами, напр. $CH_3 \cdot O \cdot OH$ —гидроперекись метила, $C_2H_5 \cdot O \cdot O \cdot C_2H_5$ —перекись этила; вторые—ацилами (остатками карбоновых кислот), напр. $C_6H_5 \cdot CO \cdot O \cdot OH$ —гидроперекись бензо-

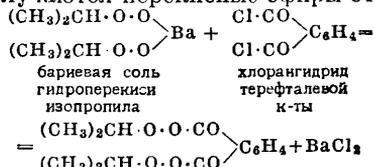
ила, $CH_3CO \cdot O \cdot O \cdot CO \cdot CH_3$ —П. ацетила. Кроме этих двух главных групп существует ряд перекисных соединений, строение к-рых относительно мало изучено. К ним напр. относятся перекисные соединения, образующиеся при автоокислении ненасыщенных веществ, содержащих предполагаемую груп-

пировку $\begin{matrix} O-O \\ | \quad | \\ >C-C< \end{matrix}$, а также П. кетонов и простых эфиров.

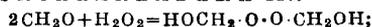
Алкильные перекисные соединения получают из соответствующих диалкилсульфатов и П. водорода в присутствии едкой щелочи. В зависимости от количества взятой П. водорода получают П. или гидроперекиси. Первые при нормальных условиях представляют собою жидкости (за исключением газообразной перекиси метила $CH_3 \cdot O \cdot O \cdot CH_3$) с эфирным запахом, взрывающиеся при нагревании и от удара, количественно распадающиеся в присутствии солей закиси железа на альдегид и алкоголь:



Вторые—жидкости с едким запахом; обладают свойствами слабых к-т; с едкими щелочами образуют сильно взрывчатые соли, полностью разлагающиеся при действии углекислоты на карбонат и свободную гидроперекись. При реакции между бариевыми солями гидроперекисей и хлорангидридами к-т получают перекисные эфиры этих к-т:



Алкильные гидроперекиси и П. водорода присоединяются к альдегидам с образованием оксисалкильных П.:



П. диоксиметила



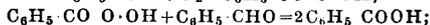
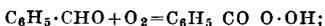
ОН
оксизетилметилпероксид

Алкильные гидроперекиси и оксисалкильные П. представляют значительный теоретич. интерес с точки зрения понимания механизма окисления углеводов и процессов окисления, протекающих в живой клетке.

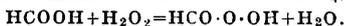
Ацильные перекисные соединения являются наиболее изученными веществами этой группы; они получают из хлорангидридов или ангидридов соответствующих к-т и П. водорода в присутствии щелочи или П. натрия. В большинстве случаев—твердые кристаллич. вещества без запаха, трудно растворимые в воде, довольно устойчивые при обыкновенной t° и разлагающиеся при нагревании. Некоторые из них, напр. П. ацетила $CH_3 \cdot CO \cdot O \cdot O \cdot CO \cdot CH_3$, взрывают при легком растирании, обнаруживая сильное бризантное действие. Из ацильных перекисей особый интерес представляет П. бензоила $C_6H_5 \cdot CO \cdot O \cdot O \cdot CO \cdot C_6H_5$, бесцветные кристаллы, $t^\circ_{пл.}$ 106—108°, бурно разлагающаяся при сильном нагревании; почти нерастворима в воде и слабо—в холодном алкоголе. Получается при взбалтывании П.

водорода и хлористого бензоила в присутствии раствора едкого натра, а также из П. натра и хлористого бензоила в водном растворе. В технике всегда применяется в мелкораздробленном состоянии. Для этой цели его измельчают в деревянных вращающихся барабанах с фарфоровыми шарами, добавляя воду, бензол или т. п. жидкость, или при получении ее отлагают на кварцевой муке, измельченном фосфате кальция или другом субстрате. Например 280 г $C_6H_5 \cdot COCl$ медленно, при хорошем охлаждении (t° не выше 10°) и перемешивании приливают к жидкости, состоящей из 1300 г 3%-ного раствора П. водорода и 280 г 33%-ного раствора $NaOH$, в к-рой находится 800 г кварцевой муки. Выделившуюся на кварце П. отфильтровывают и сушат. П. бензоила под названием люцидола применяется для осветления растительных и животных жиров и масел или под названием новаделокса (15 г П. бензоила, 15 г фосфата кальция) — для отбелки муки. Ею пользуются также для обесцвечивания целлюлозы и для лечения ран. Прибавление П. бензоила к дрожжам повышает их активность.

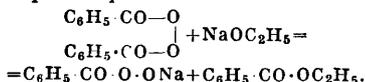
Ацильные гидроперекиси (перкислоты) являются промежуточными продуктами при окислении альдегидов кислородом:



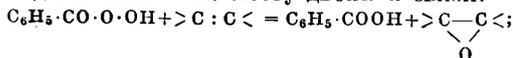
получаются при перегонке смеси из соответствующей карбоновой к-ты или ее ангидрида и 98—100%-ной П. водорода в присутствии небольшого количества конц. H_2SO_4 :



Другой способ получения состоит в расщеплении П. алкоголятом натрия в алкольном растворе:



Ацильные гидроперекиси — частью жидкости, частью кристаллические вещества, легко растворимые в органич. растворителях. Твердые гидроперекиси весьма мало устойчивы. Еще менее стабильны их соли, которые бурно разлагаются под влиянием тепла, выделяющегося при поглощении влаги воздуха. Обладают сильными окислительными свойствами: моментально выделяют иод из растворов иодистого калия, обесцвечивают индиго и т. п. Легко отдают ненасыщенным соединениям один атом кислорода, присоединяющийся по месту двойной связи:



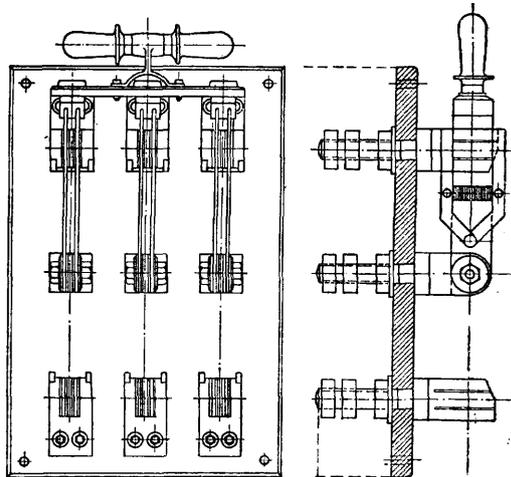
окисляют альдегиды в к-ты, переводят первичные амины в нитрозосоединения, азосоединения — в азоксисоединения. Ацильные гидроперекиси применяются в органич. синтезе в качестве окислителей.

Лит.: Girsewald C., Anorganische Peroxyde und Persalze, Brschw., 1914; Fortschritte in der anorganisch-chemischen Industrie, hrsg. v. A. Bräuer u. J. D'Ans, B. 1—3, Berlin, 1921—1930 (незакончено); Vaino L., Das Natriumsuperoxyd, Wien—Leipzig, 1903; Rieche A., Alkylperoxyde und Osonide, Dresden, 1931; Mellor J. W., A Comprehensive Treatise on Inorganic A. Theoretical Chemistry, v. 5, p. 115, v. 6, p. 82, v. 10, p. 475, L., 1924—1930;

Ullm. Enz., B. 2, p. 561, 2 Aufl.; Die Methoden der organischen Chemie, hrsg. v. J. Houben—Weyl, B. 3, p. 250, 2 Aufl., Lpz., 1923. С. Медведев.

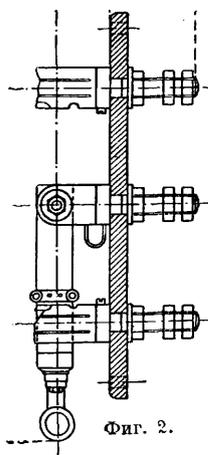
ПЕРЕКИСЬ ВОДОРОДА, см. *Водорода перекись*.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ, коммутаторы (см.), приборы, служащие для изменения соединений в электрич. цепях. Термин П. обыкновенно



Фиг. 1.

применяется для приборов, посредством которых осуществляется переключение



Фиг. 2.

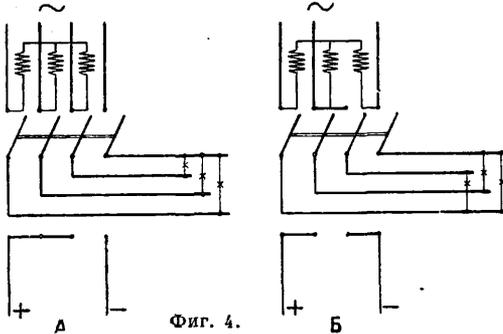
на небольшое число направлений. При большом числе возможных переключений прибор обыкновенно называют коммутатором. Наибольшее распространение получили П. для установок сильного тока с напряжением до 500 V: они нормально выполняются для переключения на два направления и обыкновенно конструируются по принципу рубильника (см.). Такие П. выполняются с моментным выключением (фиг. 1), когда операция переключения производится под током. В этом случае П. снабжаются кроме основных ножей, рассчитанных на длительное прохождение тока, искрогасительными контактами или же отрывными



Фиг. 3.

ножами. При отключении главного ножа пружина натягивает отрывные ножи, которые

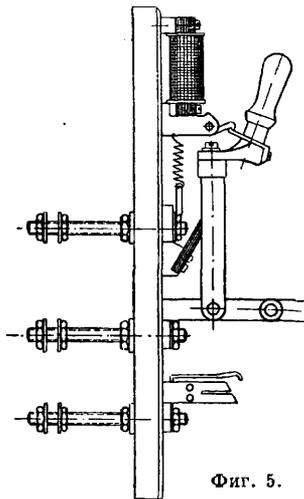
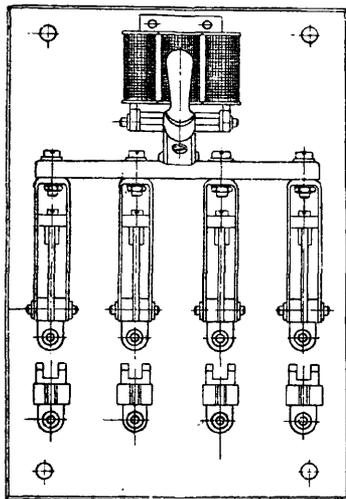
быстро размыкают цепь. В тех случаях, когда переключение совершается не под током, применяется П. без моментного выключения (фиг. 2), что упрощает конструктивно переключателя. Для защиты обслуживающего персонала от дуг, которые могут образоваться при переключении, а также от прикосновения к токоведущим частям П. или



снабжаются защитными кожухами или же выполняются со специальным приводом для установки токоведущих частей сзади распределительного щита и с приводом, располагаемым спереди щита (фиг. 3). Операция переключения может осуществляться вручную или автоматически. Автоматич. П. получили весьма широкое применение в самых различных областях электротехники. Для примера приводится схема (фиг. 4, А и 4, Б) и конструкция (фиг. 5) автоматич. П. для де-

Elektrische Schallanlagen u. Apparate, Stg., 1905; Volume L. F., Load Ration Control, «General Electr. Review», v. 31, Schenectady, 1928, 3, 4; Palm e A., Transformers with Load Ration Control, «JATEE», 1930, v. 49. П. Норнев.

П. вагонных весов. С появлением на железных дорогах вагонов Кушмана, Арбеля и позднее американских большегрузных вагонов взвешивание их в два приема на обыкновенных нормальных вагонных весах затрудняло пользование ими и вызывало неправильные показания веса вагонов с грузами. Взвешивали одну тележку вагона, потом другую, записывали результаты и наконец записи суммировались. Т. о. приходилось для каждого отдельного вагона делать до трех записей. Кроме вызываемой этим потери времени и увеличения вероятности ошибок при записи результатов и их суммировании самое взвешивание являлось неправильным: 1) при взвешивании одной тележки другая находится на неподвижных рельсах пути, имеет место связь платформы с некой точкой вне весов, противодействующая надлежащему колебанию весов и вызывающая грубые неправильности в показаниях весов; 2) т. к. рельсы путей, равно как и рельсы на платформе весов, не всегда строго горизонтальны, то отсюда вытекает вторая возможность неточности показаний весов. В целях устранения этих недостатков перешли к строительству вагонных весов с длинными платформами. Наряду с весами с платформой длиной 6,4 м (21') появились вагонные весы с платформой длиной 12,8 м для взвешивания вагонов Кушмана и Ар-



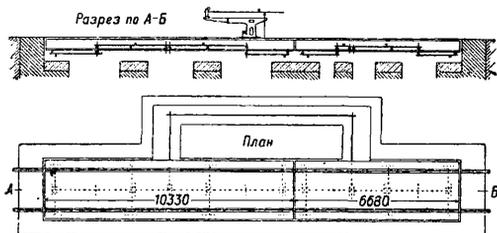
Фиг. 5.

беля и длиной 17 м для спаренных общим грузом вагонов-платформ. На некоторых станциях ж. д., имевших небольшой грузооборот, приходилось устанавливать вторые весы, строить вторую весовую будку, группировать однотипные вагоны вместе и так. обр. увеличивать маневры подвижного состава на станции. В заключение пришли к мысли об устройстве такого весового агрегата, на котором можно было бы взвешивать как короткие, так и длинные вагоны, входящие в состав одного поезда без расцепки. Эта задача получила свое разрешение с введением двойных (сдвоенных) вагонных весов, состоящих из 2 платформ длиной 6,4 и 6,68 м или по 7,3 м каждая (общая длина 14,6 м), затем появились весы с 2 неравными весовыми платформами 6,68 и 10,33 м, или всего примерно 17 м и т. д. Двойные весы длиной 17 м дали возможность взвешивать все типы вагонов. Когда на ж. д. возникло стремление взвешивать составы поездов из различных типов вагонов без расцепки на ходу, то оказалась еще более целесообразной эксплуатация тройных весов, т. е. с 3 платформами, установленными рядом вплотную, общей длиной около 18 м. При двойных весах (фиг. 1), напр. общей длиной до 17 м, и размерах платформ: левой—6,68 м и правой—10,33 м, нормальной длины вагоны взвешивают на левой меньшей платформе, причём

журного освещения для переключения при отсутствии напряжения в сети на независимый источник тока, напр. аккумуляторную батарею. П. в установках высокого напряжения обыкновенно выполняются как комбинация из ряда других аппаратов: *разъединителей* (см.) и *масляных выключателей* (см.), причем если операция переключения должна производиться под током, то переключающие контакты помещаются в масле.

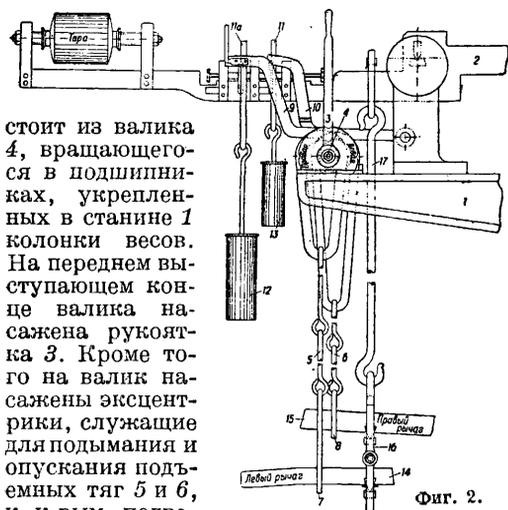
Лит.: Море Р., Электрическая аппаратура, пер. с французского, М.—Л., 1929; Coates W. A., The Choice of Switchgear for Main A. Substations, London, 1924; Niethammer F., Berechnung u. Entwurf elektrischer Maschinen, Apparate und Anlagen, В. 3,

правая бóльшая платформа выключается, т. е. механизм этой последней платформы разобщается от коромысла весов и никакого на него давления не передает. Вагоны Кушмана (эти вагоны постепенно изымаются из эксплуатации) взвешивались на большей правой платформе. Для этого переключали



Фиг. 1.

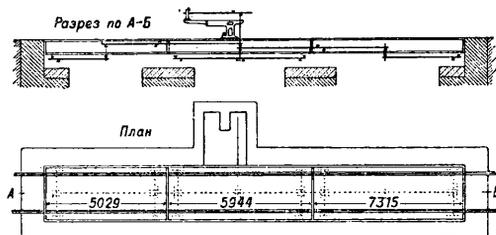
механизм правой платформы, соединяя его с коромыслом весов, причем при повороте рукоятки переключателя одновременно выключается механизм левой платформы из действия этого последнего на коромысло. При надобности взвесить длинные вагоны Арбеля, америк. большегрузные или сцепку из 2 открытых вагонов-платформ, нагруженных общим грузом—балками и т. п., включали одновременно механизмы обеих платформ весов, соединяя оба с коромыслом весов. Действие на коромысло весов то одной, то другой платформ весов, то обеих вместе—нарушает равновесие весов в их ненагруженном состоянии. Для автоматического восстановления нарушаемой т. о. тары весов и для включения механизмов соответствующих платформ и был сконструирован так наз. переключатель с автоматическим тарированием весов (фиг. 2). Механизм со-



Фиг. 2.

стоит из валика 4, вращающегося в подшипниках, укрепленных в станине 1 колонки весов. На переднем выступающем конце валика насажена рукоятка 3. Кроме того на валик насажены эксцентрики, служащие для подъема и опускания подъемных тяг 5 и 6, к к-рым подвешены внизу два хомутка 7 и 8. На валик 4 насажены еще другие эксцентрики, на которые опираются изогнутые рычажки 9 и 10, подхватывающие своими концами серги 11а и 11 с таровыми чашками 12 и 13. Эти изогнутые рычажки приподымают то одну, то другую таровую чашку, то обе вместе и так. обр. разобщают их в соответствен-

ном порядке от коромысла 2. Когда необходимо, чтобы работала только левая платформа весов, поворачивают рукоятку 3 в ее левое горизонтальное положение. При этом тяга 6 с хомутиком 8 приподымает конец последнего правого подплатформенного рычага 15, связанного только с механизмом правой платформы, вследствие чего правая платформа оказывается выключенной. Одновременно одна из таровых чашек ложится (подвешивается) на свою таровую передвижную призму и восстанавливает таким обр. нарушенную от выключения рычага 15 тару. В этот момент другая таровая чашка приподнята и никакого действия на коромысло не производит. При надобности ввести в действие правую платформу поворачивают рукоятку 3 переключателя в ее правое горизонтальное положение. Правый рычаг 15, ранее приподнятый, опускается и оказывается подвешенным на двойной серге 16 при посредстве тяги 17 к коромыслу 2. Конец же последнего левого подплатформенного рычага 14 при посредстве хомутка 7



Фиг. 3.

и подъемной тяги 5 оказывается приподнятым и не производит поэтому никакого давления на подушку двойной серги 16, вследствие чего действие груза, находящегося на левой платформе весов, не передается коромыслу весов. В это же время другая таровая чашка подвешивается к своей передвижной таровой призме, а первая чашка оказывается приподнятой, вследствие чего нарушенная в связи с переключением весов тара восстанавливается. Когда же необходимо, чтобы обе платформы работали, то рукоятку 3 переключателя ставят в верхнее вертикальное положение. Тогда оба последние подплатформенные рычага 14 и 15 своими концевыми призмами опираются о подушки двойной серги 16, обе таровые чашки 12 и 13 приподняты. Описанный переключатель системы И. С. Капа применяется и в тройных весах (фиг. 3). Для рукоятки П. здесь возможны шесть положений соответственно шести комбинациям весовых платформ. Могут работать каждая из 3 платформ в отдельности, или все 3 вместе, или попарно—средняя и левая или средняя и правая. Принцип переключения и автоматич. тарирования тот же, что и в двойных весах, т. е. при поднятии какого-либо из последних подплатформенных рычагов механизмов какой-либо одной или комбинации платформ опускается (подвешивается) на коромысло весов соответствующая таровая чашка. При конструировании П. необходимо, чтобы были удовлетворены следующие условия: а) простота

обслуживания; б) быстрое регулирование нарушенной тары; в) неизменяемость тары при переключении и г) простота самого механизма при невысокой его стоимости. В последние годы (1930—31) испытываются П. системы В. А. Высогинского и П. С. Антипова на предмет удобства их действия в эксплуатации и экономичности в производстве. Из заграничных систем у нас в единичных случаях находила применение система Шенк.

Лит.: см. *Весм.* А. Нац и А. Власов.

ПЕРЕКРЫТИЯ, конструктивные части построек, служащие для утилизации (под жилье, промышленные и другие нужды) площади застройки, для защиты этой площади от атмосферных осадков, для поддержания вышележащих частей строения. В отношении расположения П. следует различать междуэтажные П., верхние П. строений, или *крыши* (см.), мостовые П. (см. *Мосты*), проемные П. (см. *Арка*, *Перемычка*). Междуэтажное перекрытие представляет собой сочетание потолка и пола. В конструктивном отношении следует различать плоские П. и сводчатые П., или *своды* (см.); плоские П. могут быть основаны на балках или быть без таковых; при наличии балок получают балочные П.; при отсутствии балок П. носят название *безбалочных* (см. *Пластины*). Сравнивая между собою плоские и сводчатые П., можно прийти к следующим выводам. а) *Плоские П.* передают всю нагрузку (постоянную и временную) на их опоры, причем направление передаваемого опорам давления всегда вертикальное, без горизонтального распора; они не стесняют перекрываемых помещений; допускают более тонкие стены (на которые они опираются), чем при сводчатых перекрытиях; в стенах удобно располагать отверстия и каналы; плоские П. не выдерживают продолжительного действия на них сильного огня; они более звукопроводны, чем своды. б) *Сводчатые П.* передают на опоры кроме вертикальной нагрузки (постоянной и временной) также горизонтальный распор, увеличивающийся с увеличением перекрываемого пролета, уменьшением его подъема и увеличением нагрузки на него; вследствие этого распора сводчатые П. требуют более толстых опорных стен, чем плоские перекрытия, затрудняют устройство в стенах проемов и каналов и стесняют перекрываемые помещения, причем кирпичные—более, чем железобетонные, допускающие наименьший подъем. Сводчатые П. более огнестойки и менее звукопроводны по сравнению с плоскими П.; кирпичные своды можно считать вполне огнестойкими. В отношении материалов, из которых сооружаются П., последние могут быть деревянные, железные, массивные, стеклянные. К массивным П. относятся: каменные без железной арматуры и с таковой, железобетонные, железобетонные (безреберные и ребристые); те и другие—сплошные и пустотелые; массивные П. отличаются меньшей гигроскопичностью, большей прочностью и большей относительной безопасностью от огня (см. *Огнестойкие конструкции*). Все П. должны выдерживать соответствующую своему назначению нагрузку и быть в соответствующих случаях не

звукопроводными, нетеплопроводными, водонепроницаемыми и по возможности огнестойкими.

С. Брилинг.

ПЕРЕМЕННЫЕ ТОКИ (переменные и а п р я ж е н и я), изменяющиеся во времени токи (напряжения), проходящие попеременно то в одну, то в другую сторону. В русской терминологии нет четкого разграничения, и часто под П. т. понимают всякий ток, изменяющийся во времени, тогда как в иностранной литературе alternating current, courant alternatif, Wechselstrom означают исключительно ток с чередующимся направлением, а изменяющийся вообще во времени ток называют courant variable, veränderlicher Strom и т. п. С этой точки зрения понятно выражение постоянный переменный ток, т. е. П. т., изменяющийся во времени по неизменному закону. Наиболее часто встречается на практике периодический П. т., при котором все значения тока повторяются через определенный промежуток времени, называемый периодом. Число f пер/сек. называется частотой тока. Между частотой и периодом существует соотношение:

$$fT = 1 \text{ или } f = \frac{1}{T}.$$

П. т. получил чрезвычайно широкое распространение в технике. С одной стороны, передача энергии при помощи П. т. представляет в настоящее время то преимущество, что напряжение П. т. весьма просто преобразуется при помощи *трансформаторов* (см.); это дает возможность передавать на расстояние сотен км электрич. мощности в несколько сот тысяч kW. С другой стороны, при П. т. можно использовать преимущества коротко замкнутого асинхронного двигателя (см. *Индукционные машины*), являющегося во многих случаях незаменимой по простоте и прочности электрич. машиной. В технике связи П. т. применяются в самых разнообразных случаях, в радиотехнике для передачи сигналов, речи, для целей телемеханики, телевидения и т. п. Широкое применение П. т. в электротехнике привело к созданию целого ряда специальных приемов, ф-л и графиков, применяемых при решении задач П. т. и объединяемых в отдельную дисциплину под названием теории П. т.

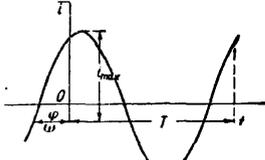
Простейшим периодическим П. т. является синусоидальный ток, мгновенное значение которого i изменяется по закону синуса:

$$i = I \sin(\omega t + \varphi) = I \sin \left[\frac{2\pi}{T} t + \varphi \right].$$

Здесь I —амплитуда колебания тока, ω —круговая частота (пульсация), $T = \frac{2\pi}{\omega}$ —период, φ —фазовый угол.

Синусоидальный П. т. (напряжение) возникает в прямоугольной рамке, вращающейся с постоянной угловой скоростью в равномерном магнитном поле (см. *Генератор переменного тока*). Для изображения синусоидального тока в прямоугольных координатах откладывают время по оси абсцисс, а силу тока по оси ординат (фиг. 1). Фазовый угол зависит от выбора начала отсчета времени. Данный ток опережает колебание i , равное $I \sin \omega t$, на

время $\frac{\varphi}{\omega}$. Более удобным является выражение синусоидальных П. т. при помощи *векторных диаграмм* (см.), когда каждый ток рассматривается как проекция вектора, изображающего данное колебание, на равномерно вращающуюся ось времени. Длина этого вектора равняется амплитуде колебания, а угол с осью времени определяет фазовый угол колебания. При сложении нескольких синусоидальных колебаний одного и того же периода равнодействующее колебание является тоже синусоидальным и изображается при помощи векторов, изображающих составляющие колебания. Если периоды составляемых колебаний несколько различны друг от друга, то результирующее колебание оказывается несинусоидальным и возникают *биения* (см.).



Фиг. 1.

В некоторых задачах требуется определить среднее значение П. т. За полный период оно равно нулю. Поэтому обычно вычисляют среднее значение положительной полу волны синусоидального П. т.

$$i_{cp.} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} I \sin(\omega t + \varphi) dt = \frac{2}{\pi} I \approx 0,637 I.$$

Во многих задачах ищут среднее квадратичное значение тока. Так напр., эффективны м, или действую щим, значением силы П. т. называют силу постоянного тока, выделяющего за определенный промежуток времени в проводнике такое количество теплоты, как и данный П. т. Поэтому

$$I_{эфф.} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2 \sin^2(\omega t + \varphi) dt} = \frac{I}{\sqrt{2}}.$$

Равным образом эффективное значение напряжения

$$u = U \sin \omega t$$

выражается через

$$U_{эфф.} = \frac{U}{\sqrt{2}} \approx 0,707 U.$$

Измерительные приборы обычно показывают эффективные значения силы и напряжения П. т.

В электрич. цепях, содержащих последовательно включенные реостат с сопротивлением R , конденсатор с емкостью C и катушку самоиндукции с индуктивностью L (фиг. 2), мгновенные значения силы тока i и напряжения u связаны между собою дифференциальным ур-ем:

$$u = Ri + L \frac{di}{dt} + \int \frac{idt}{C},$$

или

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = \frac{du}{dt}.$$

Интеграл этого дифференциального ур-я состоит из двух частей: 1) у с т а н о в и в-

шегося тока, возникающего в цепи через достаточно долгий промежуток времени и не зависящего от начальных условий при включении цепи; 2) переходного тока, определяемого как интеграл дифференциального уравнения без правой части и зависящего от начальных условий включения. Переходный ток не зависит от заданного напряжения и называется поэтому свободным током. Энергия свободного тока с течением времени поглощается в цепи, так что через достаточно долгий промежуток времени свободные токи в цепи затухают. Действительный ток является в каждый данный момент времени суммой установившегося (вынужденного) тока и свободного тока.

Установившийся синусоидальный П. т. Если $u = U \sin \omega t$, то дифференциальное ур-е принимает вид:

$$L \frac{d^2i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = U \omega \cos \omega t.$$

Установившийся ток, удовлетворяющий этому ур-ю, определяется по ф-ле:

$$i = \frac{U}{Z} \sin(\omega t - \varphi),$$

где

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

есть полное, или кажущееся, сопротивление данной цепи, а сдвиг фаз

$$\varphi = \arctg \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}.$$

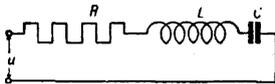
Т. о. в цепи П. т. сила тока отстает по фазе от напряжения на угол φ , называемый сдвиг о м ф а з. Амплитуда силы тока получается путем деления амплитуды напряжения на кажущееся сопротивление Z , называемое также *импеданцем* (см.).

Частный случай: $R=0$. Сила тока отстает от напряжения по фазе на угол $\frac{\pi}{2}$ или опережает напряжение на тот же угол, $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

в зависимости от знака разности $L\omega - \frac{1}{C\omega}$. Отстающий ток называется индуктивным, а опережающий — емкостным. В обоих случаях ток, сдвинутый по фазе на $\frac{\pi}{2}$ относительно напряжения, называется реактивным током (прежде говорили «безваттным»). Разность $L\omega - \frac{1}{C\omega}$ называется реактивным сопротивлением, или реактанцем (прежде говорили «безваттное» сопротивление), и обозначается обычно буквой x :

$$x = L\omega - \frac{1}{C\omega} = x_L - x_C,$$

где $x_L = L\omega$ — индуктивное, $x_C = \frac{1}{C\omega}$ — емкостное сопротивление. Т. о. в цепи П. т. емкость компенсирует влияние индуктивности. В действительной цепи сопротивление всегда отлично от нуля, $R \neq 0$. Если $R > 0$, то сдвиг фаз по абсолютной величине $< \frac{\pi}{2}$. При изменении частоты реактанц x



Фиг. 2.

меняет свое значение и обращается в нуль, когда

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \text{ или } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

В этом случае в колебательных контурах получается совпадение частоты вынужденного и свободного колебания, или резонанс (см.). Сила тока совпадает при $x=0$ по фазе с напряжением и получает наибольшую при данном сопротивлении амплитуду

$$I = \frac{U}{R}.$$

Переходный ток. 1) Аперiodич. случай: $R^2 > \frac{4L}{C}$. Сила тока i определяется из формулы

$$i = e^{-\alpha t} \left(-\frac{2Q_0 + I_0 CR}{2CL\gamma} \operatorname{sh} \gamma t + I_0 \operatorname{ch} \gamma t \right);$$

здесь: I_0 —начальное значение силы тока, Q_0 —начальное значение заряда конденсатора C , $\gamma = \sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{CL}}$, $\alpha = \frac{R}{2L}$ —множитель затухания.

2) Колебательный случай— $R^2 < \frac{4L}{C}$. Сила тока определяется по ф-ле:

$$i = e^{-\alpha t} \left(-\frac{2Q_0 + I_0 CR}{2CL\gamma} \sin \gamma t + I_0 \cos \gamma t \right),$$

где $\gamma = \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}}$ —круговая частота собственных колебаний цепи. Если можно пренебречь сопротивлением цепи, то γ определяется по ф-ле

$$\gamma^2 = \frac{1}{CL}.$$

3) Критич. случай: $R^2 = \frac{4L}{C}$. В этом случае

$$i = e^{-\alpha t} \left(I_0 - \frac{2Q_0 + I_0 CR}{2CL} t \right).$$

Мощность П. т. Мгновенная мощность p , доставляемая цепи П. т., в к-рой действует напряжение u , определяется следующим выражением:

$$p = ui = U \sin \omega t I \sin (\omega t - \varphi) = \frac{UI}{2} [\cos \varphi - \cos (2\omega t - \varphi)].$$

Мгновенная мощность пульсирует с частотой вдвое большей, чем частота тока. Среднее значение мощности:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T ui dt = \frac{U}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \cdot \cos \varphi = r I_{эфф.}^2.$$

Мощность П. т. равна произведению эффективных значений силы тока и напряжения на $\cos \varphi$ угла сдвига фаз между напряжением и силой тока. Множитель $\cos \varphi$ называется также коэффициентом мощности. Мощность П. т. можно тоже изображать при помощи вектора, имеющего длину, равную кажущейся мощности, т. е. произведению эффективных значений силы тока и напряжения $U_{эфф.} \cdot I_{эфф.}$. Проекция этого вектора на направление под углом φ дает активную мощность $U_{эфф.} \cdot I_{эфф.} \cdot \cos \varphi$. Проекция на перпендикулярное направление дает реактивную мощность $U_{эфф.} \cdot I_{эфф.} \cdot \sin \varphi$. Реактивная (прежде говорили «безваттная») мощность, как и активная, выражается в W.

Однако для различия принято кажущуюся и реактивную мощность измерять в VA. За последнее время распространяется также для единицы измерения реактивной мощности обозначение VA_г, что означает— вольт амперы реактивные. Активную мощность можно также рассматривать как произведение вектора напряжения $U_{эфф.}$ на проекцию вектора тока на направление напряжения, $I_{эфф.} \cdot \cos \varphi$. Т. о. можно мысленно разложить силу тока на два составляющих тока: 1) активную составляющую с амплитудой $I \cdot \cos \varphi$, совпадающую по фазе с напряжением, и 2) реактивную составляющую (прежде говорили «безваттную») с амплитудой $I \cdot \sin \varphi$, опережающую напряжение или отстающую от него на $\frac{\pi}{2}$. В действительности по проводнику, понятно, проходит только один мгновенный ток, и разложение его на составляющие является удобным приемом для решения задач П. т. Подобно силе тока можно разложить на составляющие и напряжение: активная составляющая напряжения с амплитудой $U \cdot \cos \varphi$ совпадает по фазе с силой тока, реактивная составляющая с амплитудой $U \cdot \sin \varphi$ сдвинута относительно тока по фазе на $\frac{\pi}{2}$.

Символический метод. Во многих случаях при решении задач П. т. приходится, не довольствуясь методом векторных диаграмм, прибегать к вычислению. В этих случаях удобным орудием вычисления является метод комплексных чисел (см.), позволяющий алгебраически учитывать фазу и амплитуду колебаний, подобно тому как это делается графически в векторных диаграммах. Векторы, изображающие периодические переменные величины, в свою очередь м. б. изображены при помощи комплексных чисел. Напр. комплексное число

$$\sqrt{2} I \cos (\omega t - \varphi) + j \sqrt{2} I \sin (\omega t - \varphi) = \sqrt{2} I e^{j(\omega t - \varphi)}$$

(где $j = \sqrt{-1}$) изображает вектор, длина которого равна $\sqrt{2} I$, а проекции на действительную и мнимую оси равны

$$\sqrt{2} I \cos (\omega t - \varphi) \text{ и } \sqrt{2} I \sin (\omega t - \varphi).$$

Можно поэтому условиться, что это комплексное число будет символически изображать П. т., мгновенное значение к-рого

$$i = \sqrt{2} I \sin (\omega t - \varphi);$$

здесь $\sqrt{2} I$ —амплитуда, а I —эффективное значение данного П. т. Можно еще больше упростить обозначения, если брать вектор, равный по длине не амплитуде, а эффективному значению I колебания, и в соответствующем комплексном числе

$$I e^{j(\omega t - \varphi)} = I e^{-j\varphi} \cdot e^{j\omega t}$$

отбросить множитель времени $e^{j\omega t}$. Тогда комплексное число

$$\hat{I} = I e^{-j\varphi}$$

изображает символически силу тока i . Если этот ток проходит в цепи под влиянием напряжения

$$u = \sqrt{2} U \sin \omega t,$$

то это напряжение тоже м. б. изображено без множителя времени числом

$$\dot{U} = U.$$

Частное от деления напряжения \dot{U} на силу тока \dot{I} ,

$$\dot{z} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U}{I} e^{j\varphi} = \frac{U}{I} \cos \varphi + j \frac{U}{I} \sin \varphi = r + jx,$$

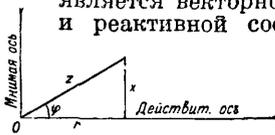
называется комплексным импеданцем цепи. Его модуль z равен полному сопротивлению цепи. Действительная часть

$$\frac{U}{I} \cos \varphi = z \cos \varphi = r$$

равна активному сопротивлению, а мнимая часть

$$\frac{U}{I} \sin \varphi = z \sin \varphi = x$$

равна реактивному сопротивлению. Таким обр. комплексный импеданц является векторной суммой активной и реактивной составляющей сопротивления (фиг. 3).



Фиг. 3.

сохраняет простую форму закона Ома:

$$\dot{U} = \dot{I} z.$$

Между символич. значением комплексных чисел \dot{U} и \dot{I} , с одной стороны, и \dot{z} —с другой стороны, существует различие. Векторы \dot{U} и \dot{I} получены после условного сокращения множителя времени $e^{j\omega t}$, тогда как вектор, изображаемый \dot{z} , не зависит от времени. В связи с этим различие часто считают выражения \dot{U} , \dot{I} не комплексными числами, а векторами, оставляя название комплексного числа за их отношением \dot{z} , в котором множитель времени сокращается. Это различие не существенно, хотя многие видят в нем более «ясный» подход к символич. методу, чем при обычном пользовании комплексными числами. Обратная величина комплексному сопротивлению, комплексная проводимость, или адмитанц (см.), определяется по следующей формуле:

$$\dot{y} = \frac{\dot{I}}{\dot{U}} = \frac{1}{z} e^{-j\varphi} = \frac{r}{z} - j \frac{x}{z}.$$

Действительная часть этого выражения обозначается обычно буквой g и называется иногда *кондуктанц* (см.). Мнимая часть обозначается буквой b .

$$g = \frac{r}{z}, \quad b = \frac{x}{z}, \quad \dot{y} = g - jb.$$

Применение комплексных чисел позволяет применять к установившимся П. т. не только закон Ома, но и правила Кирхгофа. Т. о. можно вычислить комплексное сопротивление ряда цепей (см. таблицу).

При разветвлении тока общий ток равен векторной сумме токов в отдельных ветвях. Так напр., если напряжение \dot{U} приложено к 2 параллельным импеданцам (фиг. 4), то

$$\dot{I}_1 = \dot{U}(g_1 - jb_1), \quad \dot{I}_2 = \dot{U}(g_2 - jb_2),$$

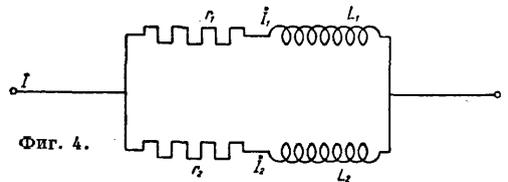
$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{U}[(g_1 + g_2) - j(b_1 + b_2)],$$

где

$$g_1 = \frac{r_1}{z_1}, \quad b_1 = \frac{L_1 \omega}{z_1}, \quad g_2 = \frac{r_2}{z_2}, \quad b_2 = \frac{L_2 \omega}{z_2},$$

$$z_1^2 = r_1^2 + L_1^2 \omega^2, \quad z_2^2 = r_2^2 + L_2^2 \omega^2.$$

При дифференцировании символич. выражений П. т. следует учитывать множитель вре-



Фиг. 4.

мени $e^{j\omega t}$. Так, если \dot{I} изображает комплексное число $I e^{j(\omega t - \varphi)}$, то $\frac{d\dot{I}}{dt}$ изображает комплексное число $j\omega I e^{j(\omega t - \varphi)} = \omega I e^{j(\omega t - \varphi + \frac{\pi}{2})}$, откуда

$$\frac{d\dot{I}}{dt} = j\omega \dot{I}.$$

Производная по времени вектора П. т. опережает данный вектор на $\frac{\pi}{2}$ и имеет в ω раз

Способы вычисления комплексного сопротивления электрических цепей.

Характеристика цепи	Формулы для вычисления
	$\dot{z} = r + jL\omega$
	$z = r + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)$
	$\begin{cases} \dot{y} = \frac{1}{r} + \frac{1}{jL\omega} = \frac{r + jL\omega}{rjL\omega} \\ \dot{z} = \frac{j r L \omega}{r + j L \omega} = \frac{r L^2 \omega^2 + j r^2 L \omega}{r^2 + L^2 \omega^2} \end{cases}$
	$\begin{cases} \dot{y} = \frac{1}{r} + jC\omega = \frac{1 + jrC\omega}{r} \\ \dot{z} = \frac{r}{1 + jrC\omega} = \frac{r - jr^2 C \omega}{1 + r^2 C^2 \omega^2} \end{cases}$

большую амплитуду. Интегрирование как действие, обратное дифференцированию, дает

$$\int \dot{I} dt = \frac{1}{j\omega} \dot{I} = -j \frac{1}{\omega} \dot{I}.$$

Интеграл по времени вектора П. т. отстает на $\frac{\pi}{2}$ от данного вектора и имеет в ω раз меньшую амплитуду. Т. о. применение комплексных чисел превращает дифференциальные ур-ия П. т. в алгебраич. ур-ия, напр. ур-ие тока в электрич. цепи, содержащей сопротивление, индуктивность и емкость,

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = u$$

превращается в алгебраич. ур-ие:

$$j\omega L \dot{I} + R \dot{I} - j \frac{1}{C\omega} \dot{I} = \dot{U},$$

или

$$\dot{U} = \dot{I} \left[R + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right) \right] = \dot{I} \dot{z}.$$

В более сложных случаях преимущества символич. метода проявляются еще ярче, напр. если параллельные цепи связаны между собой индуктивно с коэффициентом взаимной индукции M , то силы токов в этих цепях определяются следующими дифференциальными уравнениями:

$$u = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt},$$

$$u = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}.$$

При установившемся режиме получаются комплексные алгебраич. ур-ия:

$$\dot{u} = (R_1 + jL_1\omega)\dot{I}_1 + jM\omega\dot{I}_2,$$

$$\dot{u} = (R_2 + jL_2\omega)\dot{I}_2 + jM\omega\dot{I}_1,$$

откуда

$$I_1 = U \frac{\sqrt{R_2^2 + (L_2 - M)^2 \omega^2}}{s},$$

$$I_2 = U \frac{\sqrt{R_1^2 + (L_1 - M)^2 \omega^2}}{s},$$

где

$$s^2 = [R_1 R_2 - (L_1 L_2 - M)^2 \omega^2]^2 + (R_1 L_2 + R_2 L_1)^2 \omega^2.$$

Сдвиг фаз между \dot{I}_1 и \dot{I}_2 зависит от ω и постоянных цепи. Можно определить M , при котором этот сдвиг фаз будет равен $\frac{\pi}{2}$. Тогда

$\dot{I}_1 = kj \dot{I}_2$, а следовательно

$$kj(R_1 + jL_1\omega)\dot{I}_2 + jM\omega\dot{I}_2 = (R_2 + jL_2\omega)\dot{I}_2 - kM\omega\dot{I}_2,$$

откуда

$$-kL_1\omega = R_2 - kM\omega, \quad kR_1 + M\omega = L_2\omega$$

или

$$M = \frac{1}{2}(L_1 + L_2) \pm \sqrt{(L_1 - L_2)^2 - 4 \frac{R_1 R_2}{\omega^2}}.$$

Вычисление мощности. Если в электрич. цепи под влиянием напряжения $\dot{U} = Ue^{-j\psi_1}$ проходит ток $\dot{I} = Ie^{-j\psi_2}$, то средняя (активная) мощность, потребляемая в этой цепи, равна

$$P = UI \cos \varphi, \quad \text{где } \varphi = \psi_2 - \psi_1.$$

Чтобы получить это выражение методом комплексных чисел, следует один из векторов, напр. \dot{U} , помножить на сопряженное выражение другого, $\dot{I}' = \dot{I}e^{j\psi_2}$. Тогда

$$\dot{U} \dot{I}' = UIe^{j(\psi_2 - \psi_1)} = UI \cos \varphi + jUI \sin \varphi.$$

Действительная часть этого произведения дает активную мощность, а мнимая — реактивную.

Общая цепь П. т. Целый ряд задач П. т. может быть сведен к простой эквивалентной схеме (фиг. 5). К двум первичным зажимам A, B прилагается напряжение \dot{U}_1 . Тогда на вторичных зажимах C, D появляется напряжение \dot{U}_2 , зависящее от \dot{U}_1 и от

тока нагрузки \dot{I}_2 . Если известны \dot{U}_2, \dot{I}_2 , то этим определены \dot{U}_1, \dot{I}_1 . При холостом ходе (индекс 0) $\dot{I}_{2,0} = 0$,

$$\dot{U}_{1,0} = \dot{s}_0 \dot{U}_{2,0}, \quad \dot{I}_{1,0} = \dot{y}_a \dot{U}_{2,0}.$$

При коротком замыкании (индекс k) $\dot{U}_{2k} = 0$,

$$\dot{U}_{1k} = \dot{z} \dot{I}_{2k}, \quad \dot{I}_{1k} = \dot{s}_k \dot{I}_{2k},$$

где

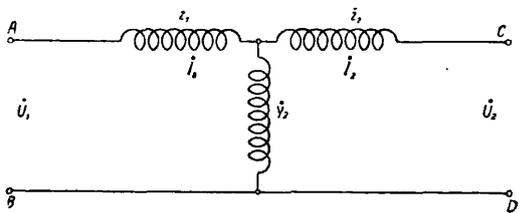
$$\dot{s}_0 = 1 + \dot{y}_a \dot{z}_1, \quad \dot{s}_k = 1 + \dot{y}_a \dot{z}_2,$$

$$\dot{z} = \dot{z}_1 + \dot{z}_2 + \dot{z}_1 \dot{z}_2 \dot{y}_a.$$

Между этими величинами существует следующая зависимость

$$\dot{s}_0 \dot{s}_k - \dot{z} \dot{y}_a = 1.$$

При любой нагрузке пользуются принципом наложения холостого хода и ко-



Фиг. 5.

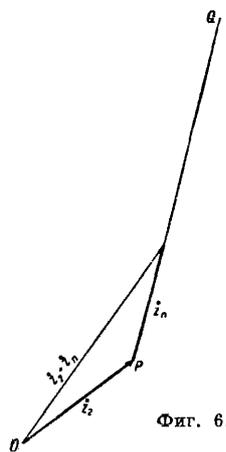
роткого замыкания: для любой нагрузки \dot{U}_2, \dot{I}_2 берут $\dot{U}_{2,0} = \dot{U}_2$ и $\dot{I}_{2k} = \dot{I}_2$; тогда получают первичные величины \dot{U}_1, \dot{I}_1 путем наложения и в обоих режимах:

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_{1,0} + \dot{U}_{1k} = \dot{s}_0 \dot{U}_2 + \dot{z} \dot{I}_2,$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{1,0} + \dot{I}_{1k} = \dot{y}_a \dot{U}_2 + \dot{s}_k \dot{I}_2.$$

Эта общая цепь П. т. дает решение задач передачи энергии, преобразования энергии в трансформаторах и ряде электрич. машин.

При $\dot{U}_1 = \text{Const}$ и при постоянном сдвиге фаз между \dot{I}_2 и \dot{U}_2 конец вектора \dot{I}_1 описывает окружность (круговую диаграмму), на которой можно определить графически значения \dot{I}_2, \dot{U}_2 , вторичную мощность, потери и отдачу. Пусть \dot{z}_n обозначает импеданс нагрузки между C и D . При постоянном вторичном сдвиге фаз \dot{z}_n сохраняет свое направление при изменении нагрузки, и потому конец вектора $\dot{z}_2 + \dot{z}_n$, изображающего общий импеданс, перемещается по прямой PQ (фиг. 6). Конец обратного вектора $\frac{1}{\dot{z}_2 + \dot{z}_n}$ описывает следовательно окружность, получаемую путем инверсии (см.) прямой PQ . Эту же окружность, но только смежную на u , описывает конец вектора $\dot{y}_a + \frac{1}{\dot{z}_2 + \dot{z}_n}$. Инверсия этой окружности дает новую окружность, описываемую концом



Фиг. 6.

обратного вектора $\frac{\dot{z}_2 + \dot{z}_n}{1 + \dot{z}_2 y_a + \dot{z}_n y_a}$. Прибавляя вектор \dot{z}_1 , мы смещаем всю окружность на \dot{z}_1 . Точки этой окружности соответствуют значениям полного импеданца цепи

$$\dot{z}_1 + \frac{\dot{z}_2 + \dot{z}_n}{1 + \dot{z}_2 y_a + \dot{z}_n y_a}$$

Третья инверсия превращает этот импеданс в вектор полной проводимости всей цепи, изображающий в соответствующем масштабе силу тока \dot{I}_1 . Окружность, описываемая концом вектора \dot{I}_1 , со всеми вспомогательными линиями, позволяющими графически определять ряд элементов работы цепи, называется **к р у г о в о й д и а г р а м м о й** ц е п и. Существуют способы для весьма простого построения круговых диаграмм, излагаемые в учебниках. В более сложных случаях применение общей цепи П. т. не дает возможности исследовать режим работы цепи. Так напр., для создания определенной зависимости между частотой П. т. и полным сопротивлением цепи применяют т. н. цепные схемы, состоящие из последовательно соединенных чечек (см. *Фильтры электрические*).

Линии с распределенными постоянными. В длинных линиях или при большой частоте П. т. постоянные линии нельзя считать сосредоточенными. Пусть r, g, L, C обозначают соответственно сопротивление, утечку, индуктивность и емкость, приходящиеся на единицу длины линии. Сила тока i и напряжение u удовлетворяют тогда дифференциальным ур-ями:

$$-\frac{\partial u}{\partial x} = r i + L \frac{\partial i}{\partial t}, \quad -\frac{\partial i}{\partial x} = g u + C \frac{\partial u}{\partial t},$$

где x —расстояние точки наблюдения от начала линии. При установившемся синусоидальном режиме зависимость i, u от времени определяется множителем времени $e^{j\omega t}$. После сокращения на этот множитель дифференциальные ур-ия с частными производными превращаются в обыкновенные дифференциальные ур-ия

$$-\frac{d\dot{U}}{dx} = (r + jL\omega)\dot{I}, \\ -\frac{d\dot{I}}{dx} = (g + jC\omega)\dot{U},$$

откуда

$$\dot{U} = \dot{U}_0 \operatorname{ch} \gamma x - \dot{I}_0 \dot{z} \operatorname{sh} \gamma x, \\ \dot{I} \dot{z} = \dot{I}_0 \dot{z} \operatorname{ch} \gamma x - \dot{U}_0 \operatorname{sh} \gamma x$$

или

$$\dot{U}_0 = \dot{U} \operatorname{ch} \gamma x + \dot{I} \dot{z} \operatorname{sh} \gamma x = \dot{U} \frac{\operatorname{ch}(\gamma x + a)}{\operatorname{ch} a}, \\ \dot{I}_0 \dot{z} = \dot{I} \dot{z} \operatorname{ch} \gamma x + \dot{U}_0 \operatorname{sh} \gamma x = \dot{I} \dot{z} \frac{\operatorname{sh}(\gamma x + a)}{\operatorname{sh} a},$$

где \dot{U}_0, \dot{I}_0 —значения \dot{U}, \dot{I} в точке $x = 0$; $\dot{z} = \sqrt{\frac{r + jL\omega}{g + jC\omega}}$ —характеристика линии, или волновое сопротивление;

$$\gamma = \sqrt{(r + jL\omega)(g + jC\omega)}; \operatorname{th} a = \frac{\dot{I} \dot{z}}{\dot{U}}.$$

Существуют номограммы, позволяющие определять графически a , а затем распределенные \dot{U}, \dot{I} в ф-ии от расстояния x . Эти номо-

граммы основаны на свойствах гиперболических ф-ий комплексного аргумента. Подробнее см. *Линии передачи, Линии связи, Сети электрические*.

Символический метод при затухающих колебаниях. Колебательный затухающий ток

$$i = I e^{-at} \sin(\omega t - \varphi)$$

можно тоже изобразить при помощи комплексного числа:

$$[I] = I e^{-at} e^{j(\omega t - \varphi)}.$$

Тогда

$$\frac{d[I]}{dt} = (-a + j\omega) I e^{-at} e^{j(\omega t - \varphi)} = (-a + j\omega)[I].$$

Поэтому дифференциальное ур-ие цепи

$$u = R i + L \frac{di}{dt}$$

преобразуется в алгебраическое

$$[U] = (R - La + jL\omega)[I],$$

так что комплексный импеданс для затухающих колебаний в цепи, содержащий R, L, M, δ , изображен при помощи комплексного числа

$$R - La + jL\omega.$$

Этот метод можно применять и при более сложных задачах.

Многофазные токи. Если на роторе двухполюсной электрической машины вращаемся в равномерном магнитном поле, расположено n симметричных обмоток, то в этих обмотках наводятся напряжения, изображаемые комплексными числами

$$\dot{U}_\lambda = U e^{j(\omega t + \lambda\varphi)} \quad (\lambda = 1, 2, \dots, n),$$

где λ —порядковый номер обмотки. $\varphi = \frac{2\pi}{n}$ —сдвиг фаз между напряжениями двух соседних обмоток. Сумма этих n напряжений равна 0:

$$\dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dots + \dot{U}_n = 0,$$

так что из этих обмоток можно образовать замкнутое кольцо, соединяя их последовательно. Результирующее напряжение, равное векторной сумме сторон правильного n -угольника, равно нулю, так что в такой замкнутой обмотке не будет проходить ток (соединение вместе начальные точки всех обмоток, так что их напряжения будут изображаться симметрично расположенными радиусами-векторами (соединение звездой). Совокупность этих обмоток образует n -фазную систему П. т., а отдельные обмотки системы образуют фазы этой системы. Если нагрузить одинаково все фазы симметричной системы то в каждой фазе возникает ток, изображаемый вектором

$$\dot{I}_\lambda = \frac{\dot{U}_\lambda}{z} = I e^{j(\omega t + \lambda\varphi - \varphi)}.$$

Мгновенная мощность каждой фазы равна

$$p_\lambda = U \sqrt{2} I \sqrt{2} \sin(\omega t + \lambda\varphi) \sin(\omega t + \lambda\varphi - \varphi) = UI [\cos \varphi - \cos(2\omega t + 2\lambda\varphi - \varphi)],$$

а мгновенная мощность всех n фаз равна сумме $P = \sum p_\lambda = nUI \cos \varphi$. Т. о. мгновенная мощность системы равна сумме средних мощностей отдельных фаз и сохраняет постоянное значение независимо от времени

(уравновешенная система). Уравновешенной м. б. при известных условиях и несимметричная система. Особое значение имеет в технике трехфазная система (см. *Системы переменного тока*).

Несинусоидальные П. т. Применяемые в технике П. т. в действительности всегда б. или м. отклоняются от синусоидальной формы. Если отклонения принимают значительные размеры, то кривая П. т., как всякая периодич. кривая, м. б. разложена на основную синусоидальную волну и на ряд синусоидальных высших гармоник (см. *Тригонометрические ряды*):

$$i = \sum_{p=1}^{\infty} I_p \sqrt{2} \sin(p\omega t + \varphi_p) = \sum_{p=1}^{\infty} (a_p \sin p\omega t + b_p \cos p\omega t),$$

где

$$\pi a_p = \int_0^{\pi} i \sin px \, dx, \quad \pi b_p = \int_0^{\pi} i \cos px \, dx.$$

На основании общих свойств тригонометрических рядов эффективное, т. е. среднее квадратичное, значение несинусоидального тока, равно корню квадратному из суммы квадратов отдельных гармоник:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots}$$

Средняя мощность несинусоидального П. т. равна сумме средних мощностей отдельных гармоник:

$$P = I_1 U_1 \cos \varphi_1 + I_2 U_2 \cos \varphi_2 + \dots,$$

где эффективное значение кривой напряжения определяется также по ф-ле:

$$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + \dots$$

По аналогии с простыми П. т. средняя мощность несинусоидального П. т. выражается в виде

$$P = kUI,$$

где $k = \cos \varphi$ является коэффициентом мощности, т. е. множителем, на который надо помножить UI , чтобы получить P . Здесь φ не является углом между действительными векторами П. т. Большинство практич. построений и расчетов с несинусоидальными П. т. производится однако с эквивалентными синусоидальными векторами, имеющими эффективные значения U , I и составляющими между собою угол φ , определяемый из равенства

$$k = \cos \varphi = \frac{U_1 I_1 \cos \varphi_1 + U_2 I_2 \cos \varphi_2 + \dots}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots} \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots}}$$

По этим данным определяют: результирующее полное сопротивление $z = \frac{U}{I}$, результирующее активное сопротивление $r = \frac{P}{I^2} = \frac{U}{I} \cos \varphi$, результирующее реактивное сопротивление $x = \frac{U}{I} \sin \varphi$.

Активн. сопротивление несинусоидального П. т. отличается от сопротивления синусоидального П. т. тем, что в вытечении тока (см. *Скин-эффект*) различны образом сказывается на различных гармониках. Только в том случае, если пренебречь этим

различием и считать r постоянным, можно написать

$$U \cos \varphi = RI = \sqrt{U_1^2 \cos^2 \varphi_1 + U_2^2 \cos^2 \varphi_2 + \dots};$$

аналогично

$$U \sin \varphi = \sqrt{U_1^2 \sin^2 \varphi_1 + U_2^2 \sin^2 \varphi_2 + \dots}$$

Отсюда эквивалентное реактивное сопротивление

$$x = \frac{U \sin \varphi}{I}$$

Но реактивная мощность эквивалентного тока не равна сумме реактивных мощностей отдельных гармоник:

$$UI \sin \varphi = F \sum U_{\lambda} I_{\lambda} \sin \varphi_{\lambda}.$$

Множитель

$$F = \frac{\sum I_{\lambda}^2 x_{\lambda}}{\sqrt{\sum I_{\lambda}^2} \sqrt{\sum I_{\lambda}^2 x_{\lambda}^2}} < 1, \text{ где } x_{\lambda} = \lambda L\omega - \frac{1}{\lambda C\omega},$$

называется множителем расхождения (Induktionsfaktor). При параллельном соединении двух цепей, по которым проходят токи с эквивалентными значениями I' , I'' с коэф-тами мощности $\cos \varphi'$, $\cos \varphi''$, активная составляющая результирующего тока равна сумме активных составляющих отдельных токов I' , I'' :

$$I \cos \varphi = I' \cos \varphi' + I'' \cos \varphi''.$$

При сложении реактивных составляющих следует принимать во внимание различные множители расхождения F , зависящие от постоянных цепи, так что

$$FI \sin \varphi = F'I' \sin \varphi' + F''I'' \sin \varphi''.$$

Обычно принимают для упрощения

$$F = F' = F''.$$

Только в этом случае можно написать

$$I \sin \varphi = I' \sin \varphi' + I'' \sin \varphi''.$$

Т. о. угол сдвига φ эквивалентных П. т. не имеет реального значения, и диаграммы несинусоидальных П. т. имеют приближенное значение.

Форма кривой тока. В общем случае форма кривой несинусоидального тока не совпадает с кривой напряжения и зависит от постоянных цепи r , L , C и от основной частоты ω . Если напряжение изменяется по ф-ле

$$u = \sum_{\lambda=1}^n U_{\lambda} \sqrt{2} \sin(\lambda\omega t + \psi_{\lambda}),$$

то сила тока имеет вид

$$i = \sum_{\lambda=1}^n \frac{U_{\lambda}}{z_{\lambda}} \sqrt{2} \sin(\lambda\omega t + \psi_{\lambda} - \varphi_{\lambda}),$$

где

$$z_{\lambda}^2 = r^2 + \left(\lambda L\omega - \frac{1}{\lambda C\omega}\right)^2, \quad \operatorname{tg} \varphi_{\lambda} = \frac{\lambda L\omega - \frac{1}{\lambda C\omega}}{r}.$$

При индуктивной нагрузке последовательные амплитуды силы тока равны

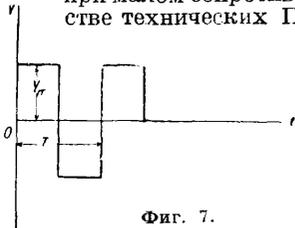
$$\frac{\sqrt{2}U_1}{\sqrt{r^2 + L^2\omega^2}}, \quad \frac{\sqrt{2}U_2}{\sqrt{r^2 + 4L^2\omega^2}}, \quad \frac{\sqrt{2}U_3}{\sqrt{r^2 + 9L^2\omega^2}}.$$

При индуктивной нагрузке амплитуды высших гармонических кривой тока сглаживаются по сравнению с кривой напряжения.

При емкостной нагрузке амплитуды последовательных гармоник силы тока равны:

$$\frac{\sqrt{2}U_1}{\sqrt{r^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}}, \frac{\sqrt{2}U_2}{\sqrt{r^2 + \frac{1}{4C^2\omega^2}}}, \frac{\sqrt{2}U_3}{\sqrt{r^2 + \frac{1}{9C^2\omega^2}}}$$

При емкостной нагрузке амплитуды гармоник тока имеют большее значение у кривой тока, чем у кривой напряжения; происходит искажение кривой, особенно заметное при малом сопротивлении. В большинстве технических П. т. вторая полу- волна тока повторяет первую, но с обратным знаком, так что



$$f\left(t + \frac{T}{2}\right) = -f(t).$$

В этом случае в разложении $f(t)$ имеются только

нечетные гармоники. Если в начальный момент отсчета времени $f(0)$ равно 0 и если кроме того кривая симметрична относительно начальной точки,

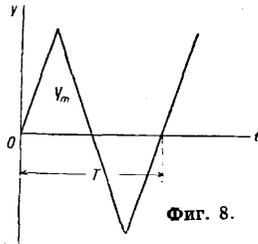
$$f(-t) = -f(t),$$

то разложение кривой будет состоять исключительно из синусоид нечетного порядка:

$$i = I_1 \sin \omega t + I_3 \sin 3\omega t + I_5 \sin 5\omega t + \dots$$

Кривая считается практически синусоидальной, если ни одна из ее ординат i не отличается от соответствующей ординаты основной волны i_1 больше чем на 5%

от амплитуды $\sqrt{2}I_1$ этой основной волны. Для характеристики несинусоидальных кривых П. т. пользуются следующими коэффициентами:



а) Коэффициент искажения: отношение эффективного значения основной волны к эффективн. значению эквивалентного вектора:

$$f_d = \frac{I_1}{I}.$$

б) Коэффициент амплитуды: отношение максимального значения к эффективному

$$f_a = \frac{i_{max}}{I}.$$

в) Коэффициент формы: отношение эффективного значения к среднему за положительную полуволну

$$f_k = \frac{I}{I_{cp}}.$$

Для синусоиды

$$f_k = 1,11, f_a = 1,41, f_d = 1.$$

Некоторые разложения. 1) Прямоугольники (фиг. 7):

$$y = \frac{4}{\pi} Y_m \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \dots \right),$$

$$f_k = 1, f_d = 1.$$

2) Равнобедренные тр-ки (фиг. 8):

$$y = \frac{8Y_m}{\pi^2} \left(\sin \omega t - \frac{1}{9} \sin 3\omega t + \frac{1}{25} \sin 5\omega t - \dots \right).$$

3) Трапеции (фиг. 9):

$$y = \frac{2}{\pi^2} \frac{Y_m}{\beta_1} \left(A_1 \sin \omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots \right),$$

где

$$A_{2k+1} = \frac{1}{(2k+1)^2} \sin(2k+1)2\pi\beta_1, \beta_1 = \frac{\beta}{T}.$$

На практике часто встречается трапеция, у которой $\beta = \frac{1}{6} T$; тогда

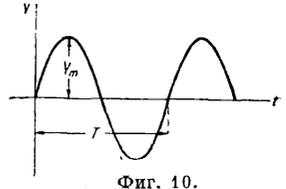
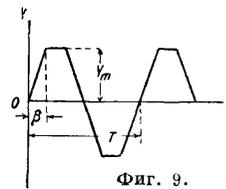
$$y = 1,053 Y_m \left(\sin \omega t - \frac{1}{25} \sin 5\omega t + \frac{1}{49} \sin 7\omega t - \frac{1}{121} \sin 11\omega t + \dots \right), f_k = 1,06, f_d = 1,59.$$

4) Параболы (фиг. 10):

$$y = \frac{32Y_m}{\pi^3} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3^3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5^3} \sin 5\omega t + \dots \right).$$

Дальнейшие примеры—см. *Тригонометрические ряды*.

Кроме П. т., среднее значение к-рых за полный период равно нулю, в технике встречаются волновые токи, когда на



ток, имеющий постоянное направление, накладывается синусоидальный или несинусоидальный П. т., например

$$u = U_0 + U_1 \sqrt{2} \sin \omega t + U_2 \sqrt{2} \sin(2\omega t + \psi).$$

Измерительный прибор постоянного тока покажет для такого колебания значение U_0 , тогда как прибор П. т. покажет эквивалентное эффективное значение:

$$U = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2}.$$

Такие волновые токи встречаются при выпрямлении П. т. Обычной причиной искажений П. т. является несинусоидальность наведенного в генераторах П. т. напряжения и кроме того непостоянство характеристик r, C, L рассматриваемой цепи, напр. зависимость L , при наличии железа, от силы тока. Изучение П. т. с нелинейными характеристиками требует специальных исследований. На практике оно большей частью проводится графически. Анализ кривых, получаемых при помощи измерительных приборов,—см. *Гармонический анализ и Тригонометрические ряды*.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, 2 изд., М., 1926; Френкель А., Теория переменных токов, пер. с нем., М.—Л., 1928; Жане П., Общий курс электротехники, т. 2, пер. с франц., М., 1929; Черданцев И. А., Теория переменных токов, 2 издание, М.—Л., 1927; Рюденберг Р., Явления неустановившегося режима в электрических установках, М.—Л., 1930; Widmar M., Vorlesungen über die wissenschaftlichen Grundlagen d. Elektrotechnik, Berlin, 1928; Kennelly A. K., The Application of Hyperbolic Functions to Electrical Engineering Problems, New York, 1925; Steinmetz C. P., Theory a. Calculation of Alternating Current Phenomena, 5 ed., N. Y., 1917; Cohen L., Formulae a. Tables for the Calculation of Alternating Current Problems, N. Y., 1913; Emde F., Sinusrelief und Tangensrelief in d. Elektrotechnik, Braunschweig, 1924. Я. Шпильерн.

ПЕРЕМЫЧКИ, перекрытие прямые или лучковые с очень малым подъемом и от-

раждения мест работ (котлованов, фундаментных рвов), в соответствующих случаях также и ограждения самих оснований и фундаментов от почвенной и грунтовой воды (при возведении построек на суше) или от воды открытых водоемов (при возведении в последних гидротехнических сооружений). Перекрывающие П. часто применяют в жилых домах для перекрытия оконных и дверных проемов. Вследствие небольшой сопротивляемости нагрузкам эти П. обыкновенно применяют для пролетов до 1,30 м. При больших пролетах над П. располагают разгрузочную арку, при этом часть стены между П. и разгрузочной аркой (см. *Каменные работы*) остается незаполненной до начала штукатурных работ. Прямые П. придают незначительный подъем (примерно в $\frac{1}{50}$ пролета) на осадку, что м. б. достигнуто простой подсыпкой влажного песка поверх кружал. Пятые швы составляют с горизонталью угол ок. 60°; П. таким образом расширяется кверху, что достигается при ее кладке из обыкновенного кирпича расширением швов кверху или применением клинообразных камней.

Прямые П. расчерчивают след. образом: из точки, взятой на оси проема в расстоянии от нижней поверхности П., равном пролету, описывают две дуги; одну—проходящую через нижние точки пятых швов и имеющую радиус r , другую—радиусом $r+d$, где d есть толщина арки, соответствующая данному пролету; через точку пересечения верхней дуги с осью окна проводят касательную до пересечения с продолженными радиусами, проходящими через нижние точки пятых швов; нижние точки пятых швов соединяют прямой. Таким путем получается искомая фигура П. в виде правильной трапеции. Для получения размеров клиньев разделяют спроектированную арку на нечетное число равных частей, проводят сопрягающие линии и продолжат их до пересечения с верхней и нижней горизонтальными ограничивающими П. линиями. При малых проемах П. может служить отдельный большой камень, перекрывающий пролет в виде архитрава (см. *Орна*). Обыкновенные кирпичные П. требуют выделки пят в стенах, притески кирпича (при П. из обыкновенного кирпича), тщательной кладки и перевязки швов, вследствие чего обыкновенные П. часто заменяют плоскими перекрытиями на железных балках или железобетонной плитой. Таким же образом расчерчивают и криволинейные П., ограничивая их однако сверху и снизу (вместо прямых) пологими дугвыми линиями.

Водоограждающие П. сооружают разнообразной конструкции и из различного материала: земли, дерева, железа, железобетона и пр., в зависимости от местных условий и наличия тех или иных материалов. При глубине воды 0,6—1,2 м обыкновенно делают земляные П., шириной поверху равной глубине воды, подошва—шириной в 2—3 раза больше; если же грунт проникаем, то забивают один ряд шпунтовых досок с присыпкой к ним земли, шириной поверху равной $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ h , где h —высота П., а в подошве— $1\frac{1}{2}$ —2 h . При глубине

воды 1,2—1,8 м устраивают две досчатые переборки на расстоянии 1,2—1,8 м друг от друга с засыпкой между ними землею; при проникаемом грунте задняя переборка делается из шпунтовых досчатых свай. При глубине воды 1,8—2,4 м П. делают как в предыдущем случае, но оба ряда д. б. сооружены из шпунтовых досок; ширина П. при этом равна глубине воды. При глубине воды 2,4—3,0 м П. устраивают как в предыдущем случае, но шпунтовые линии делают из брусев. Ширину b П. с двумя шпунтовыми рядами делают при глубине воды $h \leq 3$ м равной h (т. е. $b=h$), при глубине воды $h > 3$ м—равной $\sim \frac{h}{3} + 2$ м (т. е. $b \approx \frac{h}{3} + 2$ м).

Высоту П. над высшим ординаром воды делают (по разным источникам) 0,3—1,2 м. В случае прибоя волн вместо h берут h плюс удвоенная высота, на которую поднимается волна над горизонтом воды. Смотря по качеству грунта П. входит в берега с каждой стороны на 1—3 h . Предпочитают набивать П. глиной с песком (суглинком) вместо чистой глины. Поперечные схватки располагаются на взаимном расстоянии 1,2—1,8 м; врубка делается скосороднем в полдерева; по поперечным схваткам устраивают настилы для ходьбы. Подкосы применяют, когда нельзя дать П. требуемой толщины. В известных случаях является целесообразным применять железные или железобетонные П. в виде шпунтовых стенок и заменять земляную засыпку между двумя деревянными шпунтовыми рядами бетоном; последний особенно ценен для грунтовых П., где он допускает использование П. как части основания сооружений. Специальные профили для железных шпунтовых стенок (системы Larssen, Lamp, Ransome и других) весят 32—134 кг на п. м. Сочетание этих профилей дает в плане волнистую линию шпунтовой стены, весящей 84—283 кг/м² и имеющей момент сопротивления 230—3 115 см³ на п. м. При глубине воды до 2 м применимо обыкновенное волнистое железо. При устройстве бетонных фундаментов окружающие место работ стенки м. б. сделаны деревянными с прибавкой к ним изнутри брезентовых (водонепропускных) полотнищ, заходящих на 2 м за края бетонной постели. При скалистом грунте, большой глубине воды и быстром течении устраивают П. в виде опускаемых ящиков и *ряжей* (см.), загружаемых наброской камня; по разгрузке эти ящики и ряжи м. б. применены в других местах, представляя собою т. о. п е р е н о с н ы е П.

Вышеуказанные размеры взяты из практики и могут служить ориентировочными данными при проектировании П. Расчет последних сводится к следующему. Земляные П. должны удовлетворять условию:

$$\mu \cdot G \geq W_a, \quad (1)$$

где μ —коэф. трения; G —вес земляной массы перемычки.

$$G = (\gamma_e - \gamma) \frac{ah}{2}; \quad (2)$$

W_a —сила давления воды;

$$W_a = \frac{\gamma h^2}{2}; \quad (3)$$

γ_e —уд. в. земли; γ —уд. в. воды; h —высота П.; x —ширина подошвы П. При $\mu=0,5$; $\gamma_e=1,5$; $\gamma=1,0$ получается:

$$x \geq 4h. \quad (4)$$

Если П. состоит из шпунтовой стенки высотой h с присыпкой земли в виде откоса под углом φ к горизонту (φ —угол естественного откоса) и с распором вверху, то вертикальная шпунтовая стенка будет подвержена изгибающему моменту:

$$M_{max} = \frac{H \cdot h}{7,5}, \quad (5)$$

где H —давление на единицу длины стенки;

$$H = W_a + E_r; \quad (6)$$

W_a —давление воды по ф-ле (3); E_r —давление земли;

$$E_r = \frac{\gamma_e h^2}{2} \cos^2 \varphi \left(\frac{1 - \sin \varphi \sqrt{2}}{1 - \sin^2 \varphi} \right)^2. \quad (7)$$

Распорка д. б. рассчитана на опорное давление $A=0,2H$. При П., ограниченных с обеих сторон шпунтовыми стенками, вверху жестко соединенными, ширина b зависит от высоты h П. и от материала засыпки. При отсутствии вверху распорок обе стенки в верхних концах дадут прогиб на величину δ , причем в верхнем соединении будет действовать горизонтальное усилие Z . Для наружной стенки, обращенной к воздушной стороне, будем иметь:

$$\delta = \frac{1}{EI} \left(-\frac{Zh^3}{3} + \frac{ph^4}{30} \right). \quad (8)$$

Для внутренней стенки, омываемой водой, прогиб будет равен:

$$\delta = \frac{1}{EI} \left(\frac{Zh^3}{3} + \frac{p_1 h^4}{30} \right). \quad (9)$$

Из ф-л (8) и (9) получим:

$$Z = \frac{h}{20} (p - p_1). \quad (10)$$

В ф-лах (8), (9) и (10) E —модуль упругости, I —момент инерции, h —высота шпунтовых стенок, p —равномерно распределенное давление на наружную стенку, p_1 —то же на внутреннюю стенку. Сопротивления опор выразятся соответственно ур-иями:

$$\frac{ph}{2} = E_r + \frac{W_a}{2} \quad (11)$$

и

$$\frac{p_1 h}{2} = \frac{W_a}{2} - E_r, \quad (12)$$

где W_a —давление воды по формуле (3); E_r —давление земли;

$$E_r = \frac{\gamma_e h^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (13)$$

где $\varphi \approx 40^\circ$, а $\gamma_e \approx 1,8$. Изгибающие моменты определяются из равенств—для наружной стенки:

$$M_{max} = -Zh + \frac{ph^2}{6}; \quad (14)$$

для внутренней стенки:

$$M_{max} = Zh + \frac{p_1 h^2}{6}. \quad (15)$$

В том случае, когда П. снабжена вверху распорками, величины δ равны нулю, т. е. прогиб отсутствует; распорки д. б. рассчитаны при этом на опорные усилия:

$$A = \frac{(p_1 + p)h}{10} \quad (16)$$

и

$$A_1 = \frac{p_1 h}{10}. \quad (17)$$

Изгибающие моменты, действующие на шпунтовые стенки, будут иметь значения—для наружной стенки:

$$M_{max} = -Ah + A_1 h + \frac{ph^2}{6}, \quad (18)$$

для внутренней стенки:

$$M_{max} = -A_1 h + \frac{p_1 h^2}{6}. \quad (19)$$

Шпунтовые стенки П. обыкновенно делают деревянными; железные и железобетонные шпунтовые стенки применяют лишь в тех случаях, когда к ним предъявляются особенно большие требования.

Расчет отдельно стоящих деревянных П. (в виде шпунтового ряда), поддерживающих земляную стенку фундаментных рвов или котлованов, сводится к следующему. П. рассматривается как балка, заделанная нижним концом в грунт на глубину t и изгибаемая силою E_r давления земли, отстоящей от плоскости заделки на длину l , причем

$$E_r = \frac{\gamma_e l^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \quad (20)$$

и

$$l = \frac{1}{3} t. \quad (21)$$

Коэф. безопасности выразится отношением:

$$k = \frac{E_0 \cdot l_0}{E_H \cdot l_H}, \quad (22)$$

где

$$E_H = \frac{\gamma_e}{2} (h + t)^2 \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right); \quad (23)$$

$$l_H = \frac{2}{3} (h + t); \quad (24)$$

$$E_0 = \frac{\gamma_e l^2}{2} \operatorname{tg}^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right); \quad (25)$$

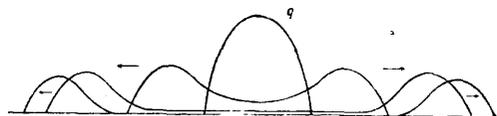
$$l_0 = h + \frac{2}{3} t. \quad (26)$$

В ф-лах (20)—(26) h —высота П. в м; γ_e —вес 1 м³ грунта в кг; φ —угол трения грунта. При высоте напора до 3 м применяют одиночные досчатые П. толщиной до 10 см, при высоте напора 4,5—5 м—одиночные брусчатые толщиной более 10 см, а при высоте напора 6 м—двойные брусчатые П. Железные П. в виде отдельно стоящего шпунтового ряда применяются плоские—при высоте напора до 6—7,5 м, коробчатые—до 8—8,5 м и Z-образные—до 9—10 м. О рудничных П. и их расчете см. *Водонепроницаемые рудничные перегородки*.

Лит.: Брилинг С. Р., Формулы и таблицы для расчета инженерных конструкций, ч. 1—2, 3 изд., М.—Л., 1931; его же, Нормы для расчета инженерных конструкций, М., 1927; Справочник для инженеров строительной специальности, т. 4, М., 1928; Фрик О. и Кнольз К., Части зданий и строительные работы, пер. с нем., М., 1929; Дмоховский В. К., Курс оснований и фундаментов, М.—Л., 1927; Стаценков В., Части зданий, 8 изд., М.—Л., 1930; Handb. Ing., T. 4, B. 3; Franzius O., Der Grundbau, B., 1927; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 1—2, 3 Aufl., B., 1923; Hertzell G. u. Wundram O., Die Grundbautechnik u. ihre maschinellen Hilfsmittel, Berlin, 1929; Krey H., Erddruck, Erdwiderstand u. Tragfähigkeit des Baugrundes, 3 Aufl., Berlin, 1927; Taschenbuch f. Bauingenieure, hrsg. von M. Foerster, Bände 1—2, 5. Auflage, Berlin, 1928. С. Брилинг.

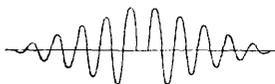
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ, всякое увеличение напряженности электрич. поля в какой-либо части установки до величин, которые м. б. опасны для состояния изоляции установки. П. по линии передачи энергии и вообще в электрических сетях появляются при всяких изменениях в режиме работы этих сетей. Однако не всякие П. могут быть опас-

ными для эксплуатации линий и сетей. Рассмотрим несколько ближе физич. природу появления П. В каждый данный момент силе тока i на линии соответствует запас энергии магнитного поля $\frac{Li^2}{2}$, напряжению же соответствует количество $\frac{Ce^2}{2}$ электрич. энергии, где C и L —соответственно самоиндукция и емкость линии. При изменении условий работы линии (ее выключение или включение, изменение нагрузки, заземление провода и связанное с этим перераспределение потенциала вдоль линии или наконец появление посторонних зарядов на линии, вызванных грозовыми разрядами) новому состоянию работы линии будет соответствовать новое распределение энергии электрического и магнитного полей. Переход от одного состояния работы линии к другому совершается при помощи блуждающих электрич. волн и импульсов, к-рые разносят энергию,



Фиг. 1.

рассеивая ее в сопротивление линии, и стремятся распределить ее равномерно в электромагнитном поле, окружающем линию. Примером такого электрич. импульса может служить движение по линии электрич. заряда, индуктированного в линии при грозвом разряде (фиг. 1). Заряд q , индуктированный на линии под грозвым облаком в момент молнии, освободится, и половина такого заряда начнет двигаться, в одном направлении по линии, а другая половина— в другом, стремясь распределить заряд равномерно по линии, как это указано стрелками на схеме. Дойдя до разомкнутого конца линии, каждая из половин заряда отразится от конца, причем плотность заряда на конце линии в момент отражения удвоится, что вызовет за собою и удвоение величины напряжения e , т. к. $e = q \cdot C$, где C —емкость участка линии, занимаемого зарядом. Отразившись у конца линии, заряд начнет двигаться в обратном направлении, пока не отразится у другого конца линии, и так далее, пока он не рассеется по линии, потеряв свою энергию в сопротивлении линии, т. к. при движении вдоль линии величина заряда будет все время убывать. Ряд периодически следующих друг за другом импульсов противоположного знака дает электрич. блуждающую волну (фиг. 2). Отражаясь у концов



Фиг. 2.

линии и комбинируясь друг с другом, блуждающие волны могут вызвать появление стоячих волн тока и напряжения на линии. Вследствие расхождения фаз тока и напряжения в стоячих волнах процесс будет происходить таким образом, что в момент максимума магнитной энергии электрич. энергия будет минимум, и наоборот, и мы будем иметь

непрерывный переход электрич. энергии в энергию магнитного поля и наоборот, причем при этих переходах самая энергия будет постепенно поглощаться сопротивлением линии, что вызывает затухание электрических колебаний на линии. Самый период колебаний будет зависеть от величины емкости и самоиндукции линии и ее длины и может получиться весьма малым (число периодов—весьма большим) независимо от частоты передаваемого по линии переменного тока. При таком обмене между энергией электрического и магнитного полей величины этих энергий д. б. равны, т. е. мы должны иметь

$$\frac{Li^2}{2} = \frac{Ce^2}{2}, \text{ или } e = i\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

То же самое соотношение между током и напряжением мы будем иметь и в блуждающих волнах. Т. о. если сила тока в линии изменилась с величины i до величины i_1 , то освободившаяся при этом энергия магнитного поля вызовет напряжение

$$e_1 = (i_1 - i)\sqrt{\frac{L}{C}},$$

к-рое, налагаясь на напряжение e линии, создаст напряжение

$$e_1 + e = e + (i_1 - i)\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Частота вызванных таким образом колебаний будет зависеть от величины емкости и самоиндукции линии и будет тем больше, чем короче линия.

Величина П., вызванных грозвыми разрядами или заземлением линии через вольтову дугу, например при порче изоляторов, м. б. весьма значительна и может угрожать целостности изоляции линии и соединенных с нею приборов и трансформаторов. При изменениях режима работы линии, как уже было указано, возникают переходные электромагнитные процессы, выражающиеся в появлении блуждающих волн, напряжение к-рых налагается на рабочее напряжение линии, что и ведет к появлению П.

Нек-рые из видов П. являются неизбежным спутником эксплуатации линии, т. к. вытекают из самих физич. свойств линии и природы происходящих в ней процессов. Сюда относятся П., к-рые можно характеризовать как П. в н у т р е н н е г о п р о и с х о ж д е н и я; они подразделяются на 1) П. при изменениях нагрузки; 2) П. при включении и выключении линии; 3) П. при перерыве коротких замыканий на линии; 4) П. при заземлении линии. К П. в н е ш н е г о п р о и с х о ж д е н и я относятся такие П., к-рые появляются независимо от того, находится ли линия под напряжением или нет. К такого рода П. относятся П., вызываемые в линии под влиянием атмосферных электрич. разрядов. Нек-рые из этих П. не представляют никакой опасности для линии, другие же, наоборот, могут достигнуть весьма значительной величины, опасной для линии и приключенных к последней приборов.

П. в н у т р е н н е г о п р о и с х о ж д е н и я. При изменении силы тока нагрузки от i_0 до i максимальная величина могущего возникнуть П. линии будет:

$$e = (i - i_0)\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

В обыкновенных условиях нормальной работы линии эти Π будут незначительными даже при выключении линии, к-рое представляет частный случай изменения нагрузки от i_0 до 0. Если происходит выключение линии, в котором имеется короткое замыкание, то в виду большой величины тока короткого замыкания i_k в линии могут получиться большие Π , в зависимости от момента, в который происходит выключение. Действительно, пусть в момент выключения $t=0$ короткого замыкания напряжение на линии имеет величину $e_0 = E_0 \sin \alpha$, где E_0 —амплитуда напряжения и α —фазный угол напряжения в момент короткого замыкания. Тогда в момент выключения линии сила тока в линии будет

$$i = \frac{E_0}{z_0} \sin(\alpha - \varphi),$$

и она будет постоянна вдоль линии, если пренебречь емкостью линии (т. к. зарядный ток линии мал по сравнению с током короткого замыкания), причем

$$z_0 = \sqrt{R^2 + x^2}$$

кажущееся сопротивление линии, а

$$\varphi = \arctg \frac{x}{R}$$

фазный угол сдвига тока. При выключении короткого замыкания, вследствие того что энергия была распределена равномерно по линии, получают блуждающие волны, которые комбинируются т. о., что появляется ряд стоячих волн разного числа периодов. Стоячие волны напряжения опережают пространственно и во времени стоячие волны тока на $\frac{\pi}{2}$. Пучность тока получается на месте короткого замыкания, и узел—у разомкнутого конца линии. Для напряжения же, наоборот, мы будем иметь пучность у разомкнутого конца и узел у места короткого замыкания. Т. к. в момент выключения короткого замыкания энергия магнитного поля была равномерно распределена вдоль провода, то в итоге получились стоячие волны. Отношение амплитуды напряжения к амплитуде тока равно волновому сопротивлению линии $\sigma = \sqrt{\frac{L}{C}}$. Число периодов затухающих стоячих волн зависит от длины линии, причем наименьшее число периодов соответствует установлению в линии $\frac{1}{4}$ волны и равно

$$f_1 = \frac{1}{4l_0 \sqrt{LC}}$$

Кроме основной гармоники в линии устанавливаются еще стоячие волны высших гармоник с числом периодов

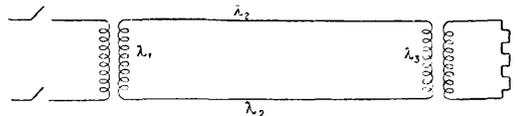
$$f_n = \frac{(2m+1)}{4l_0 \sqrt{LC}},$$

причем число четвертей волн равно порядковому номеру гармоники. При малых числах периода вся длина линии l_0 играет роль, и небольшие неравномерности в постоянных каждой практич. линии не имеют заметного влияния на число периодов основных колебаний. Наоборот, при больших частотах гармоник колебаний всякие неравномерности в постоянных линии (как то: изменение коэф-тов самоиндукции и взаимной индукции, емкости вследствие непараллельности

проводов друг другу и поверхности земли) имеют уже значительное влияние на частоту получающихся колебаний высокой частоты, т. к. длины получающихся при этом волн делаются уже соизмеримыми с длинами, соответствующими неравномерностям в постоянных линии. Так. обр. практически всякая линия свободно резонирует на любое число периодов колебаний, если последнее велико.

Коэф. затухания волн возрастает с увеличением порядка гармоники, т. к. при увеличении частоты увеличивается сопротивление провода и уменьшается его самоиндукция вследствие поверхностного эффекта и кроме того проводимость активной утечки, обусловленная главн. обр. явлением короны, также возрастает с увеличением частоты. Так. обр. затухание высших гармоник будет идти тем быстрее, чем выше порядок гармоники, и блуждающая, или стоячая, волна будет с течением времени постепенно «очищаться» от высших гармоник, и ее форма будет при ее распространении все больше и больше приближаться к синусоиде основной гармоники. Последнее обстоятельство имеет существенное значение, т. к. при очищении волны от высших гармоник будет сглаживаться фронт волны и крутизна последнего будет уменьшаться, благодаря чему волна делается менее опасной для изоляции линии и включенных в последнюю аппаратов.

При рассмотрении вопроса о выключении короткозамкнутой линии мы имели различные условия по концам линии, а именно один конец был замкнут накоротко, а другой разомкнут. При этом четверть наибольшей длины волны получилась равной длине линии. Если бы при размыкании линии условия на обоих ее концах были одинаковы, как например при размыкании линии при холостом ходе, то в линии установились бы колебания т. о., что половина наибольшей длины волны была бы равна длине линии, причем в линии могли бы установиться как четные, так и нечетные гармоники. При выключении замкнутого контура (фиг. 3), в



Фиг. 3.

последнем может при колебаниях установиться длина полной волны или же кратное число полных волн. Амплитуды волн тока и напряжения пропорциональны

$$i_{k_n} = \frac{E_0}{z_0} \sin(\alpha - \varphi),$$

т. е. величине тока в момент выключения, и следовательно будут наибольшими, если выключение произошло в момент прохождения тока короткого замыкания через максимум,

т. е. при $\alpha - \varphi = \frac{\pi}{2}$. При этом отношение напряжения основной гармоники стоячей волны к амплитуде переменного тока будет:

$$\frac{e}{L_0} = \frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Так как для воздушных линий

$$\sqrt{\frac{L}{C}} \approx 400 \text{ } \Omega,$$

$$z_0 \approx 0,45 \text{ } \Omega/\text{км},$$

то при длине линий $l=100$ км мы получили бы:

$$\frac{e}{E_0} = \frac{4 \cdot 400}{\pi \cdot 45} = 11,3,$$

т. е. П. достигло бы значительной величины. Но счастью однако при современных *масляных выключателях* (см.) разрыв тока происходит обыкновенно в момент прохождения последнего через нуль, чем избегается появление больших П. при выключении. Однако при взрыве напр. масляного выключателя разрыв тока мог бы произойти и не в момент прохождения последнего через нуль, что повело бы к значительным П. в цепи, так же как и в случае выключения постоянного тока. Современная америк. практика стремится при очень высоких напряжениях по возможности не допускать включения и выключения со стороны высокого напряжения и предпочитает производить все включения и выключения со стороны низкого напряжения трансформаторов, чтобы избежать П. в сети высокого напряжения.

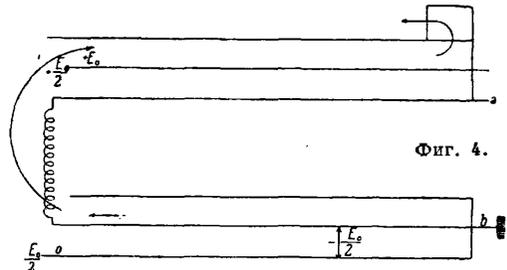
Рассмотрим теперь случай включения линии и для простоты возьмем случай включения на напряжение постоянного тока. При включении на переменный ток явление будет протекать приблизительно таким же образом, как и при включении на постоянный ток, в виду того, что продолжительность установления напряжения будет мала по сравнению с периодом переменного тока и напряжение переменного тока не успеет сильно измениться за период времени зарядки линии, т. к. последний процесс будет протекать весьма быстро. При включении линии на напряжение постоянного тока E_0 в линию устремится волна напряжения

$e = E_0$ и волна тока $i = E_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$. При движении по линии волна будет затухать, и часть заряда электричества, движущегося с волной, будет идти на зарядку линии и сообщение ей потенциала. Дойдя до разомкнутого конца линии, движение электрич. заряда будет остановлено, последний будет отброшен обратно в линию и начнет налагаться на заряд, движущийся по направлению к открытому концу линии, благодаря чему напряжение линии у открытого конца удвоится. При движении отраженной волны по линии в направлении к месту включения напряжение на линии будет удваиваться, и когда волна дойдет до начала линии, напряжение у начала линии удвоится благодаря наложению падающей и отраженной волны. При этом сила тока по всей линии сделается равной нулю, т. к. ток в линии явится результатом движения в линии двух одноименных количеств электричества в противоположных направлениях. Когда напряжение вдоль всей линии удвоится, а ток будет равен нулю, вся энергия волны превратится в электростатич. энергию электрич. поля линии, и линия начнет разряжаться, т. к. оба провода линии соединены электрически, благодаря чему в линии возникнут

затухающие колебания, после прекращения которых линия получит постоянный потенциал E_0 . При заземлении одного из проводов линии передачи происходит перераспределение потенциалов проводов. Если до заземления потенциалы проводов были симметричны относительно потенциала земли и были равны соответственно

$$+\frac{E_0}{2} \text{ и } -\frac{E_0}{2},$$

то после заземления потенциал заземленного провода делается равным 0, разность потенциалов между другим проводом и землей увеличится и делается равной разности потенциалов E_0 между проводами. При этом произойдет также перераспределение зарядов на проводах и увеличится энергия электростатическ. поля одного провода, электростатическая же энергия заземленного провода делается равной 0. Такое перераспределение потенциалов, зарядов и энергии осуществится появлением блуждающих волн



при переходном процессе. При заземлении провода b (фиг. 4) на последнем освободится заряд $-\frac{C_0 E_0}{2}$, где C_0 — емкость провода по отношению к земле. Этот заряд будет стекать в землю, что равносильно движению заряда $+\frac{C_0 E_0}{2}$ из земли. Последний заряд дойдет до конца провода a , причём его величина вдоль всего провода будет $2 \frac{C_0 E_0}{2}$. У конца a провода заряд претерпит отражение. В момент отражения сила тока по всему проводу от b до a будет равна

$$i = \frac{E_0}{2} \sqrt{\frac{C_0}{L_0}}$$

и напряжение на проводе b будет 0, напряжение же на проводе a будет равно $+E_0$. Энергия электрич. поля провода b будет в этот момент равна 0, энергия же провода a будет равна $\frac{C_0 E_0^2}{2}$. Так как до заземления энергия обоих проводов была

$$2 \frac{C_0}{2} \left(\frac{E_0}{2}\right)^2 = \frac{C_0 E_0^2}{4},$$

то разность энергий

$$\frac{C_0 E_0^2}{2} - \frac{C_0 E_0^2}{4} = \frac{C_0 E_0^2}{4}$$

будет получена от источника тока, который даёт эту энергию

$$\frac{C_0 E_0^2}{4} = 2 \frac{L_0 i^2}{2}$$

в форме магнитного поля, обусловленного движением заряда

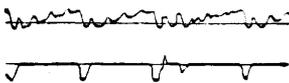
$$2C_0 \frac{E_0}{2}$$

под влиянием эдс источника тока (L_0 —самоиндукция одного провода). Падающая и отраженная волны, комбинируясь, создадут затухающую стоячую волну, к-рая будет иметь амплитуду $\frac{1}{2} E_0$, колеблющуюся около напряжения $+E_0$ для провода a и около 0 для провода b . Затухая, эта волна сообщит проводу a потенциал 0. Т. о. в результате электростатич. энергии провода a будет

$$2C_0 \left(\frac{E_0}{2} \right)^2 = \frac{C_0 E_0^2}{2},$$

т. е. будет соответствовать заряду провода a при потенциале E_0 , и провод b будет иметь потенциал 0.

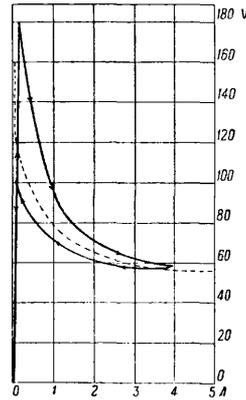
Заземление одного из проводов линии передачи наглухо ведет только к перераспределению потенциалов в системе, но не влечет за собою опасных П. Тем не менее, заземление одной из фаз линии передачи считается на практике одним из самых опасных явлений на линии электропередачи, т. к. может повести к весьма большим П., обусловленным тем, что заземление на линиях не происходит наглухо, но обыкновенно через вольтовую дугу, к-рая и является собственно источником П. При возникновении дуги воздух ионизируется, и дуга продолжается до тех пор, пока ток в дуге не пройдет через нуль, когда дуга гаснет. Так. обр. в момент погасания дуги соединение с землей прерывается, и потенциал провода, на к-ром была заземляющая дуга, опять начнет повышаться до нормального, причем при достижении напряжением нек-рой величины дуга может возникнуть вторично, тем более, что путь для нее уже подготовлен, благодаря ионизации предшествующей дугой. Провод опять окажется заземленным через дугу и все явление повторится сначала. В результате получится ряд следующих друг за другом соединений через дугу на землю с последующим размыканием земляного соединения, как видно из осциллограммы (фиг. 5), на которой верхняя кривая дает напряжение провода, а нижняя кривая—ток через заземляющую дугу. Из осцилло-



Фиг. 5.

граммы видно, как в момент зажигания дуги напряжение провода падает путем ряда колебаний и как затем после погасания дуги оно при помощи колебаний повышается до нового зажигания дуги. Так. обр. в системе дуги может получиться длительный ряд повторных П., к-рые уже сами по себе могли бы повредить изоляции линии под влиянием их длительного воздействия на нее. При таких колебаниях может случиться, что волны, вызванные зажиганием дуги, не успеют затухнуть до ее последующего зажигания и смогут наложиться на колебания, которые вызваны новым зажиганием дуги. Благодаря этому амплитуда колебаний начнет расти, причем последняя может достигнуть

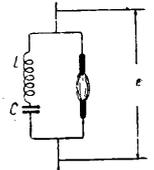
весьма больших величин, крайне опасных для изоляции линии, тем более, что эти колебания будут колебаниями весьма высокой частоты. Так. обр. дуга может явиться генератором незатухающих и возрастающих по амплитуде колебаний. Электрическая дуга может превращать получаемую ею от генераторов, питающих линию, энергию низкой частоты и энергию колебаний высокой частоты. Этим свойством дуга обязана тому, что она обладает гистерезисом (запаздыванием) тока, что особенно относится к дуге между металлическими электродами, между которыми получается обыкновенно на практике дуга на линии.



Фиг. 6.

Характеристика дуги приведена на фиг. 6, из которой ясно видно свойство дуги иметь запаздывание тока, причем площадь кривой цикла пропорциональна энергии, поглощаемой за период дугой и превращаемой последней в энергию колебаний высокой частоты. Дуга, шунтированная емкостью C и самоиндукцией L (фиг. 7), обладает свойством давать незатухающие колебания, что зависит от характеристики дуги, к-рая может быть выражена приблизительно следующей ф-лой:

$$e = a + \frac{bl}{\sqrt{i}},$$



Фиг. 7.

где e —напряжение и i —ток в дуге, a и b —некоторые постоянные. Действительно, если ток в дуге по какой-нибудь причине уменьшится, то напряжение на дуге возрастает, а это вызовет увеличение тока через емкость и самоиндукцию. Если емкость невелика, то благодаря току самоиндукции произойдет перезаряд емкости. Это в свою очередь вызовет повышение напряжения на борнах дуги, и емкость начнет разряжаться через дугу. При таком разряде сила тока в дуге усилится, и напряжение на борнах дуги начнет падать, что будет способствовать перезаряду емкости. При разряде емкости сила тока в дуге, упадет, что вызовет повышение напряжения на борнах дуги с последующим зарядом емкости. Так. обр. будут вызваны колебания в дуге, частота которых будет зависеть от величины емкости C и самоиндукции L и будет приблизительно равна

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LG}}.$$

Дуга, шунтированная емкостью и самоиндукцией, как-раз имеет место при заземлениях через дугу на линиях передачи, благодаря присутствию емкости и самоиндукции проводов. Т. о. при благоприятных обстоятельствах в комбинации емкости проводов и их самоиндукции легко могут возникнуть условия для появления незатухаю-

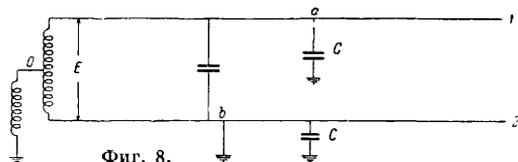
щих колебаний, к-рые представляют на линии одно из самых опасных явлений в отношении П. и для устранения возможности появления к-рых приходится принимать ряд мер для защиты линии.

Защита от заземляющих дуг. Наилучшим способом защиты линий от заземляющих дуг, согласно америк. практике, является заземление нейтрали на повысительной подстанции, для чего обмотка высокого напряжения повысительного трансформатора д. б. соединена звездой. Заземление нейтрали д. б. сделано наглухо или же через небольшое сопротивление, к-рое служит только для того, чтобы ограничить силу тока короткого замыкания фазы при ее заземлении. Максимальные реле на масляных выключателях трансформатора выключают линию со стороны низкого напряжения при коротком замыкании после заземления, что ведет к погасанию дуги. Часто устраивают так. обр., что реле после выключения автоматически опять включает линию, чтобы не прерывать работы линии, если заземление носило случайный характер. Если же при вторичном замыкании дуга возникает вновь и следовательно повреждение линии носит устойчивый характер, реле вторично выключает линию и на этот раз уже окончательно. Заземление нейтрали наглухо или же через небольшое сопротивление представляет большое преимущество в том отношении, что рабочее напряжение проводов незаземленных фаз по отношению к земле не может сделаться больше фазного напряжения системы, тогда как при изолированной нейтрали или при ее заземлении через большое сопротивление оно может достигнуть линейного напряжения, что очень существенно для линий весьма высокого напряжения, т. к. позволяет несколько облегчить изоляцию линий и трансформаторов. При большом числе линий заземление нейтрали позволяет сразу и просто обнаружить, на котором из фидеров произошло заземление, причем поврежденный фидер сразу выключается, что чрезвычайно существенно для целей удобства и надежности эксплуатации линий.

Т. о. несомненно, что заземление нейтрали наглухо или через небольшое сопротивление представляет большие преимущества для длинных линий передачи высокого напряжения или же при большом числе линий и значительной протяженности системы. Этим следует объяснить, что в настоящее время 95% всех америк. линий высокого напряжения имеют заземленную нейтраль. Здесь характерно отметить, что около 15 лет тому назад только ок. 50% всех американских линий имели заземленную нейтраль, остальные работали при изолированной нейтрали или при заземлении через большое сопротивление, причем большинство последних линий вынуждены были перейти на работу с заземленной нейтралью под давлением данных практики эксплуатации линий. На нек-рых из америк. линий с изолированной нейтралью применяются автоматич. гасители дуг (см.). Существенно частью гасителя является селективное реле, к-рое м. б. электростатическим или электромаг-

нитным и к-рое, поворачиваясь автоматически, замыкает ток в выключателем соленоиде масляного выключателя, соединяющего поврежденную фазу с землей. Т. о. дуга шунтируется масляным выключателем и гасится. Каждая из фаз имеет свой заземляющий масляный выключатель, к-рый включает и выключает фазы через добавочное сопротивление, что делается для облегчения конструкции масляного выключателя. После первого выключения масляный выключатель опять автоматически включается и, если дуга не погасла, вторично выключается и остается в этом положении. Т. о. линия может продолжать работать без прерыва с поврежденной фазой, причем напряжение здоровых фаз достигнет величины линейного напряжения по отношению к земле. Масляные выключатели отдельных фаз д. б. блокированы между собою, чтобы одновременно не могло происходить заземление двух фаз.

В Германии проф. Петерсеном был предложен способ гашения дуг путем компенсации токов в дуге при помощи индукционной катушки. Рассмотрим сначала применение катушки Петерсена в однофазной цепи (фиг. 8). Пусть емкость про-



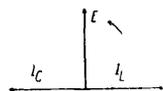
Фиг. 8.

водов по отношению к земле будет C , и самоиндукция катушки, включенной между серединой обмотки высокого напряжения трансформатора и землей, пусть будет L . При заземлении одной из фаз, например 1, под влиянием эдс трансформатора E ток пойдет по контуру: земля, емкость C поврежденного провода, a, O, b , земля в месте повреждения. Если пренебречь сопротивлениями трансформатора и линии, этот ток будет опережающий реактивный и будет равен $I_C = E \cdot 2\pi n C$. С другой стороны, под влиянием половины эдс трансформатора $\frac{1}{2}E$ потечет ток по контуру: земля, самоиндукция L, b , земля в месте повреждения. Этот ток—реактивный отстающий и будет равен

$$I_L = \frac{E}{2 \cdot 2\pi L}$$

Т. о. через место заземления потекут два тока I_C и I_L , один из которых будет отстающий, а другой опережающий, как показано на диаграмме (фиг. 9). Если подобрать самоиндукцию т. о., чтобы $I_C = I_L$, т. е. настроить катушку самоиндукции на резонанс токов в заземляющей дуге, то произойдет компенсация реактивных токов в дуге, и последняя вообще не сможет возникнуть. Необходимая для этого величина самоиндукции будет равна

$$L = \frac{1}{2(2\pi n)^2 C}$$



Фиг. 9.

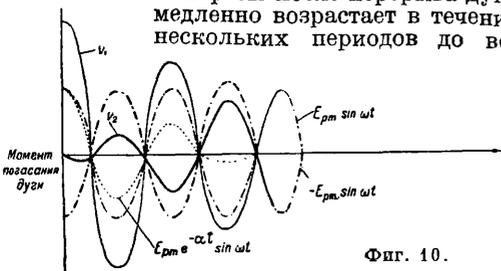
Как показывает опыт, самоиндукция L может отличаться на 30—40% от той, которая соответствует резонансу, и тем не менее происходит гашение дуги. Вообще говоря, нельзя настроить катушку на резонанс для всех точек линии, т. к. при заземлении в конце линии к самоиндукции катушки будет прибавляться еще самоиндукция провода, к-рая однако будет незначительной по сравнению с самоиндукцией катушки.

При заземлении через дугу потенциал провода будет равен нулю. Если амплитуда половины разности потенциалов между проводами (фазное напряжение) равна E_{pm} , то при частоте основного переменного тока n периодов разность потенциалов переходного процесса на катушке будет равна $v_0 = E_{pm} e^{-at} \sin \omega t$, где $\omega = 2\pi n$ и a есть коэф-т затухания, зависящий от сопротивления цепи. Затухающее напряжение на катушке будет иметь частоту основного переменного тока в виду того, что самоиндукция катушки настроена на резонанс с емкостью C линии при числе периодов основного переменного тока и поэтому будет соответствовать числу периодов свободных колебаний. Потенциалы относительно земли v_1 здоровой фазы и v_2 поврежденной фазы будут соответственно равны:

$$v_1 = E_{pm} \sin \omega t + E_{pm} e^{-at} \sin \omega t = E_{pm} \sin \omega t (1 + e^{-at}),$$

$$v_2 = E_{pm} e^{-at} \sin \omega t - E_{pm} \sin \omega t = -E_{pm} \sin \omega t (1 - e^{-at}).$$

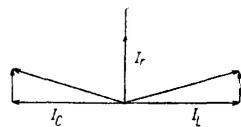
Напряжение v_1 , v_2 и v_0 , начиная с момента заземления, представлены графически на диаграмме фиг. 10. Напряжение заземленной фазы после перерыва дуги медленно возрастает в течение нескольких периодов до ве-



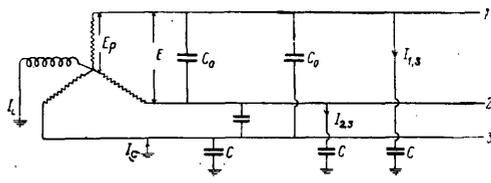
Фиг. 10.

личины фазного напряжения, что затрудняет вторичное зажигание дуги. Тем не менее через дугу будут течь не только реактивные токи, но будет иметь место также и активная составляющая тока, обусловленная утечкой тока через изоляторы на землю, а также и тем, что катушка Петерсена и провод линии передачи имеют нек-рое сопротивление, благодаря чему диаграмма токов, проходящих через дугу, представится фиг. 11, на к-рой I_r представляет активную составляющую тока, т. наз. остаточный ток (Reststrom), к-рый не м. б. компенсирован реактивным током катушки. По данным Петерсена остаточный ток составляет обыкновенно 4—15% от компенсирующего реактивного тока катушки. Если остаточный ток велик по абсолютной величине, что будет иметь место в протяженной системе передачи энергии, т. к. утечка будет возрастать

пропорционально длине линий, то он может оказаться достаточным для питания дуги, к-рая таким образом не будет погашена катушкой Петерсена. То же может произойти при случайном увеличении утечки тока, как напр. в случае дождя или росы на изоляторах линии. Отсюда ясно, как и показывает практика скатушкой Петерсена, что применение ее д. б. ограничено такими системами, в которых зарядный ток на землю не очень велик, во всяком случае не больше 100 А. Так. обр. катушка Петерсена применима на линиях на 100 kV и не очень большой длины. Для линий высокого напряжения катушка Петерсена имеет еще тот недостаток, что напряжение здоровой фазы поднимается до линейного во время заземления, что ведет к увеличению стоимости изоляции линии. Для таких линий несомненно более выгодным является прямое за-



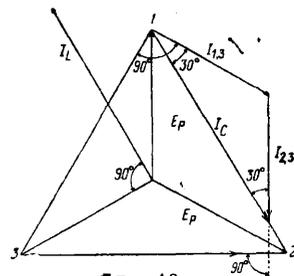
Фиг. 11.



Фиг. 12.

земление нейтрали. Как показал опыт и практика, в случае отказа гасить дугу катушка Петерсена может дать повод к большим перенапряжениям, к-рые в отдельных случаях доходили до 250—400%.

Для избежания П. при применении катушки Петерсена в случае отказа погасить заземляющую дугу в Америке было предложено включить в цепь катушки максимальное реле с выдержкой времени, к-рое следовательно приходило бы в действие, если ток в катушке продолжается длительное время, т. е. если дуга не погашена катушкой. Это реле может выключить линию непосредственно со стороны низкого напряжения, или же оно может включить масляный выключатель, шунтирующий катушку, к-рый т. о. превратит всю систему в систему с заземленной нейтралью и переведет заземление в однофазное короткое замыкание, следствием которого будет автоматическое выключение линии со стороны низкого напряжения. В случае же трехфазной системы катушка Петерсена включается в нейтраль, как это показано на схеме фиг. 12. Для случая заземления фазы 3 диа-



Фиг. 13.

грамма токов и напряжений может быть представлена диаграммой (фиг. 13), из которой следует, что при резонансе токов в дуге долж-

но быть соблюдено равенство:

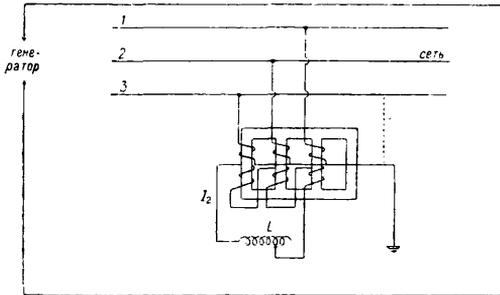
$$2E\omega C \sqrt{\frac{3}{2}} = \frac{E}{\sqrt{3\omega L}}$$

откуда

$$L = \frac{1}{3\omega^2 C}$$

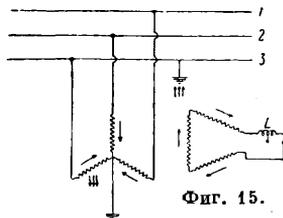
При заземлении в какой-нибудь другой фазе ток в катушке автоматически поворачивается по фазе. Катушки Петерсена изготавливаются с железным сердечником, насыщение которого для правильной работы катушки д. б. невелико. Катушка д. б. изолирована на фазное напряжение и ее мощность в kV д. б. равна IE . Если имеется несколько линий, то каждая из линий должна иметь при своем трансформаторе катушку, выключаемую вместе с линией, т. е. необходимая общая величина самоиндукции катушки пропорциональна длине приключенных линий.

В случае нескольких линий вместо приключения к каждой из линий по катушке Петерсена бывает удобнее приключить к шинам станции гасительный трансформатор, предложенный Bauch 'ом, действующий аналогично катушке Петерсена, как это видно из схем фиг. 14 и 15. Гасительный



Фиг. 14.

трансформатор имеет четыре стержня, на трех из которых имеется обмотка высокого напряжения, включенная звездой и имеющая заземленную нейтраль. Вторичная обмотка включена треугольником, в который введена катушка самоиндукции L с регулируемой величиной самоиндукции. При заземлении на одной из фаз, например 3, токи во всех трех фазах обмотки низкого напряжения будут находиться в фазе и будут равны по величине, тогда как в отсутствие заземления эти токи будут равны нулю вследствие равновесия эдс в трехфазной системе. Токам во вторичной обмотке будут соответствовать токи в обмотке высокого напряжения, причем величина последних будет зависеть от величины самоиндукции L , и следовательно может быть подобрана такой, чтобы получилась компенсация токов в дуге. Направление токов показано стрелками на фиг. 15.



Фиг. 15.

Как было приведено выше, современная америк. практика применяет обыкновенно заземление нейтрали наглухо или же через

небольшое сопротивление. В установках, питаемых непосредственно генераторным напряжением, по данным Льюиса (W. W. Lewis) применяется обыкновенно сопротивление, изменяющееся в пределах от 0 до 10 Ω . Большинство установок высокого напряжения имеют наглухо заземленную нейтраль трансформатора, если же заземление делается через сопротивление, то величина последнего колеблется в пределах от 10 до 150 Ω . С точки зрения устойчивости параллельной работы систем, введение сопротивления в нейтраль является желательным, т. к. этим увеличивается устойчивость параллельной работы благодаря уменьшению токов нулевой последовательности при однофазном коротком замыкании на землю, к-рое чаще всего имеет место на практике. Введением сопротивления в нейтраль облегчается также работа масляных выключателей при выключении коротких замыканий и ослабляется влияние на соседние установки слабого тока. С другой стороны, для правильной работы релейной защиты установки необходимо допущение известной силы тока, текущего через нейтраль при однофазном коротком замыкании, хотя в некоторых установках эта сила тока получается чрезмерной, и с точки зрения релейной защиты было бы так же вполне допустимо введение некоторого сопротивления в нейтраль установки. Чем меньшее сопротивление введено в нейтраль, тем меньше получаются Π на здоровых фазах при заземлении одной фазы через дугу на землю. Подсчеты показывают, что при незаземленной нейтрали при возникновении заземления на землю через дугу при емкостном опережающем токе в дугу Π на двух здоровых фазах могут достигнуть 7,5-кратной величины амплитуды фазного напряжения. Однако если иметь в виду естественное затухание колебаний в системе, то эти Π не превысят 5—5,5-кратной величины амплитуды фазного напряжения.

При наглухо заземленной нейтрали в неповрежденных фазах колебаний не получается при заземлении одной из фаз через дугу. При заземлении нейтрали через сопротивление в неповрежденных фазах получаются колебания при коротком замыкании одной из фаз на землю, причем Π на неповрежденных фазах при соответствующем выборе сопротивления заземления могут достигнуть 2,5-кратной величины амплитуды фазного напряжения. Ниже приводятся данные (по Льюису) кратности Π по отношению к амплитуде фазного напряжения при замыкании на землю одной из фаз:

Заземление через дугу	Кратность Π .
Момент возникновения дуги	2,5
Установившаяся дуга:	
а) без учета затухания	7,5
б) с учетом затухания	5,5
в) с учетом затухания и емкости между проводами	5,5
Заземление нейтрали через сопротивление не выше критического	2,5
Нейтраль заземлена наглухо	1,0

Если нормальный зарядный ток трехфазной линии равен I_n , то при наглухо заземленной нейтрали реактивная составляющая опережающего тока I_C в месте замыкания на землю равна обыкновенно по данным Льюиса

$I_C = 0,75 I_n$. При нейтрали, заземленной через сопротивление, I_C лежит обыкновенно в пределах $0,75 - 1,5 I_n$. При трехжильных кабелях I_C заключается обычно в пределах от $0,75$ до $1,73 I_n$ и в трехфазных системах, состоящих из трех одножильных кабелей, I_C изменяется в пределах от 1 до $3 I_n$. При заземлении нейтрали через небольшое сопротивление при замыкании на землю одной фазы ток получается отстающим по фазе и почти в фазе с фазным напряжением, если сопротивление заземления велико. Сопротивление заземления R д. б. выбрано всегда с таким расчетом, чтобы отстающая реактивная составляющая тока короткого замыкания I_{sc} в месте замыкания на землю была всегда больше или по крайней мере равна опережающей составляющей I_C . При таком выборе заземляющего сопротивления R не возникают опасные дуги замыкания на землю, вызывающие сильные колебательные процессы в линии, и напряжение в неповрежденных фазах не поднимается свыше 2,5-кратного по отношению к амплитуде фазного напряжения, что не представляет никакой опасности для изоляции линий и аппаратуры.

Критическое сопротивление заземления. Величина критич. сопротивления заземления определяется след. обр. Пусть R — величина критического сопротивления в Ω , E — линейное напряжение между проводами в кV, P — мощность в кVA, принятая за единицу при определении реактивных сопротивлений в %; x — реактивное сопротивление в % до места заземления на землю; I_C — опережающая составляющая реактивного тока в месте замыкания на землю; k — отношение отстающей составляющей реактивного тока к опережающей составляющей в месте замыкания на землю (k не д. б. меньше 1 при включении критич. сопротивления R в нейтраль). Величина реактивного сопротивления R в нейтраль, выраженная в Ω :

$$x \left(\frac{E \cdot 1000}{\sqrt{3}} \right) \left(\frac{E \sqrt{3}}{P} \right) \cdot \frac{1}{100} = \frac{10E^2}{P} x.$$

Отстающая реактивная составляющая тока короткого замыкания I_{sc} в месте замыкания на землю равна:

$$\frac{E \cdot 1000}{\sqrt{3}} \sqrt{R^2 + \left(\frac{10E^2}{P} x \right)^2} = \frac{10E^2 x}{\sqrt{3} \cdot P \left[R^2 + \left(\frac{10E^2}{P} x \right)^2 \right]} = k.$$

Отношение реактивной отстающей составляющей тока короткого замыкания к опережающей составляющей зарядного тока I в месте замыкания на землю получается равным

$$\frac{10E^2 x}{\sqrt{3} \cdot P \left[R^2 + \left(\frac{10E^2}{P} x \right)^2 \right]} \cdot I_C = k.$$

Решая последнее уравнение относительно R , получим для величины критич. сопротивления ф-лу, предложенную Е. Сларке:

$$R = \frac{10E^2}{P} \sqrt{x - x^2 \left(\frac{\sqrt{3} \cdot E}{100P} k I_C \right)^2}.$$

Защита от грозовых П. Одной из самых действительных мер для защиты от грозовых П. являются заземленные тросы, протянутые над линией. Для защиты линий обыкновенно применяется один трос на вершине опоры при двух-, трехфазных цепях с вертикальным расположением проводов и два троса над проводами, расположенные между последними, в случае однофазной цепи с расположением проводов в одной горизонтальной плоскости. Диаметр стального оцинкованного троса бывает обыкновенно $\frac{3}{8}$ " или $\frac{1}{2}$ ". Однако понижение напряжения волн на 30—45 %, достигаемое благодаря применению троса, может иметь весьма существенное значение для линий не очень высокого напряжения, для которых абсолютная величина получающегося П. имеет весьма важное значение, т. к. напряжения, к-рые получались бы без применения троса, во много раз превосходили бы нормальное рабочее напряжение линии, и изоляция линии могла бы сильно пострадать от них. Это доказывается статистикой повреждений изоляторов на линиях, причем в литературе неоднократно отмечалось резкое падение числа поврежденных изоляторов с установкой заземленного троса над линией. Вопрос о применении троса еще м. б. спорным в отношении линий очень высокого напряжения, изоляция к-рых свободно выдерживает напряжения, получающиеся при грозовых разрядах. На американских линиях 220 кV заземленные тросы все-таки применены для защиты линий. Роль и значение троса на линии передач выяснились особенно за последнее время благодаря целому ряду весьма ценных исследований тех явлений, которые имеют место на линии передач при грозовых разрядах. Эти исследования сделались возможными благодаря изобретению и усовершенствованию клайдонографов и катодных осциллографов, при помощи которых стало возможным регистрировать процессы в момент грозовых разрядов, протекающие крайне быстро во времени в течение нескольких миллионов долей секунды. Клайдонографы (см. *Осциллограф*) позволяют определить полярность волны и максимальную амплитуду последней, в то время как катодные осциллографы (см.) дают полную запись волны во времени на светочувствительной пластинке или фильме.

Исследования волн и импульсов, возникающих при грозовых разрядах, производились как в лабораторных условиях при помощи мощных генераторов, так и в условиях работы линий передач во время естественных гроз. Эти исследования, произведенные как в Америке, так и в Европе, показывают, что грозовые П. в линиях передачи трудно объяснить только одними индуктированными зарядами во время даже весьма близких от линии грозовых разрядов, но что эти П. следует объяснить непосредственными ударами молнии в линии передачи. Этот факт в корне изменяет прежнюю точку зрения на роль троса и других приборов в деле защиты линии от грозовых разрядов. Наблюдение показывает, что грозовые П. при индуктированных в линии зарядах полу-

чаются приблизительно наполовину меньше, чем вычисленные теоретически в предположении мгновенного исчезновения поля грозового облака после удара молнии, как это обыкновенно принималось при выводах. Это обстоятельство указывает на то, что поле грозового облака не исчезает сразу же после разряда молнии, но что объемные заряды в атмосфере, образовавшиеся при ударе молнии, не могут мгновенно нейтрализоваться и на это требуется нек-рое, хотя м. б. и весьма краткое время. Наибольшие П. получаются при непосредственном ударе молнии в провода линии передачи или защищающие ее заземленные тросы. При таких непосредственных ударах П. и силы тока в линии могут достигнуть весьма больших величин. Обыкновенно при ударах молнии кроме главного стержня разряда имеется еще целый ряд разветвлений разряда, сила тока в к-рых меньше, чем в главном стержне. Непосредственные удары молнии в линию происходят обыкновенно главным образом при посредстве этих ответвлений от главного стержня молнии. Разряд молнии получается аperiodическим, и если при разряде молнии и возникают колебания, то их следует объяснить вторичными причинами вследствие индукционных влияний при разрядах на проводах и изоляторах в присутствии емкости и самоиндукции.

По данным проф. Маттиаса разряд молнии обыкновенно направлен от облака к земле и в редких случаях в обратном направлении. Соотношение числа случаев образования разряда молнии в направлении от облака к числу случаев образования разряда молнии в обратном направлении составляет приблизительно 6 : 1. По данным проф. Маттиаса сила тока в главном стержне молнии колеблется в пределах от 1 до 50 000 А, причем кроме главного стержня имеется еще целый ряд ответвлений, число к-рых доходило в указанных наблюдениях до 42. Длительность разряда в ответвлении молнии составляет приблизительно 0,5—20 микросекунд (мск.). Обычно скорость изменения градиентов потенциала электрич. поля под облаком составляет ок. 2 000 кВ/м в сек, хотя проф. Маттиас наблюдал в отдельных случаях изменение градиента потенциала, превосходившее более чем в 10 раз указанное выше. Скорость изменения электрического поля под облаком обыкновенно недостаточна, чтобы вызвать сколько-нибудь значительные П. в линии, к-рые получаются опасными при непосредственном ударе молнии или ее разветвлений в проводах или заземленные тросы линии. Пик (F. W. Peek) на основании своих наблюдений дает следующие характеристики грозových разрядов: напряжение молнии порядка 100 000 000 В; сила тока в молнии — 100 000 А; энергия разряда — 4 кВт·ч; мгновенная мощность в молнии — 100 млрд. Вт; продолжительность разряда — несколько мск. (1—10 мск.); критический градиент разряда молнии — 330 кВ/м.

Общая величина энергии, которая расходуется в течение года на грозвые разряды на всей поверхности земли, соответствует приблизительно энергии центральной станции, работающей непрерывно при мощности

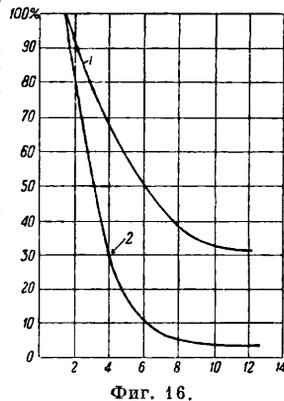
1 200 000 кВт. Что же касается волн импульсов, появляющихся на линии при грозových разрядах, то Пик дает для них следующую характеристику; волны большого напряжения имеют подъем фронта в течение нескольких мск.; напряжение волн падает наполовину в течение 5—20 мск. Сила тока в линии во время импульса достигает 2 000—5 000 А. Волны получаются аperiodическими и имеют весьма значительное затухание. Коэффициент импульса на линии для волн сильных грозových разрядов получается равным 2. Напряжение волны возрастает пропорционально высоте проводов над уровнем земли, причем заземленный трос над линией снижает это напряжение приблизительно наполовину. По америк. данным 75% всех аварий на линиях высокого напряжения обусловлено грозowymi разрядами, являющимися главным врагом линий передач, от к-рого гл. образом необходимо защищать линии передачи энергии. Льюис систематически исследовал кратность П. на различных американских установках в течение ряда лет. На кривых фиг. 16 приведены результаты исследований за 1929 год на установках Pennsylvania Power and Light Company (кривая 1) напряжением 220 кВ и Ohio Power Company (кривая 2) напряжением 132 кВ. На оси абсцисс отложена кратность П. по отношению к амплитуде фазного напряжения, а по оси ординат отложено число П. в % от общего числа грозových перенапряжений. Как видно из кривых, П. достигали 14-кратной величины, причем такого рода П. бывали очень часто на установке в 220 кВ. Последнее обстоятельство объясняется отчасти тем, что эта установка находится в местности, отличающейся весьма частыми и сильными грозами, а также и тем обстоятельством, что на этой установке защитный трос применен только на части линии в виду усиленной изоляции самой линии.

Что касается абсолютных величин числа перенапряжений грозového характера на этой установке, то было 14 случаев П. свыше 2 400 кВ из общего числа 45 грозových П. свыше 300 кВ. Льюис исследовал также затухание волн грозových П. на существующих установках. Напряжение волны в кВ м. б. выражено следующей ф-лой:

$$e = \frac{e_0}{kse_0 + 1},$$

где e_0 — напряжение волны в месте ее возникновения в кВ; k — постоянная; s — расстояние в км от места возникновения волны; e — напряжение волны в кВ на расстоянии s км от места ее возникновения. Затухание волны получится равным (в кВ/км):

$$A = \frac{de}{ds} = - \frac{ke_0^2}{(kse_0 + 1)^2} = - ke^2.$$



Фиг. 16.

Из опытов получилась величина $k=0,0001$. Если напр. первоначальное напряжение волны равно 2 000 kV, то это напряжение на расстоянии 20 км упадет до величины

$$e = \frac{2000}{(0,0001 \cdot 20 \cdot 2000) + 1} = 400 \text{ kV.}$$

Затухание волны в месте ее возникновения при $s = 0$ будет равно: $A = -0,0001 \cdot 2000^2 = -400 \text{ kV/км}$. Как видно из предыдущих ф-л, затухание волны растет очень быстро с величиной напряжения волны, т. к. оно пропорционально квадрату напряжения волны.

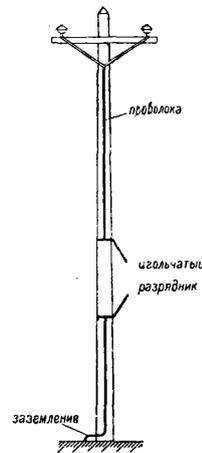
Из описанных выше явлений при грозовых П. вытекает, что взгляд на систему защиты линий от таких П. должен быть в корне изменен, т. к. эти П. обязаны своим происхождением главным обр. прямым ударам молнии, а не зарядам, появляющимся на линии вследствие электростатич. индукции поля грозового облака. Как показывает опыт в лаборатории и практика на линиях, заземленные тросы оказывают значительное защитное действие. Однако это защитное действие основано главным образом не на снижении индуктированных зарядов, а на том, что эти тросы, будучи расположены выше проводов линии, принимают удар молнии на себя и, будучи заземлены, быстро отведут его в землю, благодаря чему в линии возникнут волны, индуктированные токами в тросе при отводе в землю тока молнии. Могут несомненно иметь место и прямые удары молнии в проводе, но, как показывают опыты над моделями линий при опытах с генератором импульсов в лабораторной обстановке, прямые удары молнии при наличии над проводами заземленных тросов будут приходить гл. обр. на тросы. Чем ниже расположены провода передачи к земле, тем положение их благоприятнее с точки зрения защиты от грозовых разрядов. Америк. практика показала, что горизонтальное расположение проводов линии передачи значительно благоприятнее с точки зрения грозовых П., чем вертикальное расположение, при к-ром провода расположены выше над землей и более подвержены грозовым разрядам. Как показывает практика, линии с горизонтальным расположением проводов страдают от грозовых разрядов значительно меньше, чем линии с вертикальным расположением.

Так. обр. главная функция заземленного троса над проводом линии передачи в деле защиты линии от грозовых П. должна заключаться в возможно быстром отводе в землю тока молнии. С этой целью выгодно делать защитные тросы не из стали, как это делалось до сих пор в расчете только на электростатическую индукцию, а из хорошо проводящего материала, как алюминий со стальным сердечником или даже медь. При грозовых П., как было указано выше, в проводах линии получают весьма высокие напряжения, измеряемые в млн. V, и весьма большие силы тока, измеряемые несколькими тысячами A. При этих условиях для защиты линии уже делаются недостаточными такие разрядники, которые в состоянии отвести волну с линии без отражения, т. к. напряжения при этом будут все-таки весьма высокими, вследствие большой величины

напряжения самой волны. Для защиты линии очевидно нужны весьма быстро действующие разрядники, к-рые в состоянии ток волны П. отвести в землю быстро, пока еще не имеют место разряды на гирляндах изоляторов, вследствие явления запаздывания разряда, чтобы этим самым снизить абсолютную величину П. до такого предела, к-рый уже может выдержать изоляция линий и подстанций. После прохождения волны П. разрядник должен немедленно восстановить свою изоляцию и прервать течение тока генератора. При таком разряднике, сопротивление которого незначительно по сравнению с волновым сопротивлением линии, будет иметь место отрицательная отраженная волна, к-рая снизит величину П. Действительно, в предельном случае мы получим величину отраженной волны, равную амплитуде падающей волны, т. е. отраженная волна при своем движении будет полностью снимать напряжение падающей волны. Т. о. мы видим, что главными мерами защиты от грозовых П. является применение хорошо и часто заземленных тросов из хорошо проводящего материала, а также применение разрядников, имеющих целесообразную конструкцию и соответствующую характеристику. В настоящее время уже имеются разрядники подходящего типа — т. н. тиритовые разрядники и разрядники вентильного типа.

В случае линий с деревянными опорами часто наблюдается расщепление опор при грозовых разрядах. Как показал Пик, деревянные опоры представляют при грозовых импульсах весьма большое сопротивление около 330 — 1 000 kV/м в зависимости от рода и состояния дерева. Сопротивление разряду деревянного столба несоизмеримо больше разрядного напряжения линейных изоляторов, однако деревянные столбы при грозовых разрядах могут подвергаться расщеплению. Для использования большой изолирующей способности деревянных столбов и в то же время для предупреждения расщепления последних Пик рекомендует ставить вдоль столба металлич. проводник, прерванный в одном месте игольчатым искровым промежутком, выбирая длину искрового промежутка ок. 91,5 см, как показано на фиг. 17.

Применение дроссельных катушек, катушки Кампосса и т. п. приборов для защиты подстанций от П. не может быть рекомендовано. В виду большого волнового сопротивления трансформаторов самоиндукция защитных катушек практически не играет никакой роли в защите трансформаторов и не оказывает никакого влияния на работу разрядника, как это м. б. показано теоретически и как это доказано экспериментально при помощи катодных осциллографов.

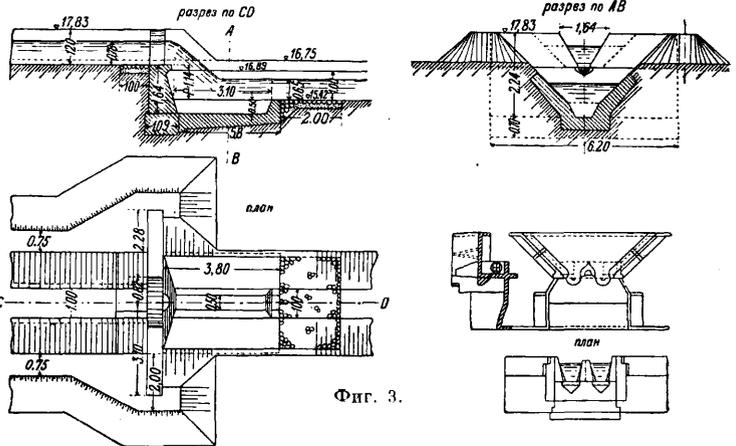


Фиг. 17.

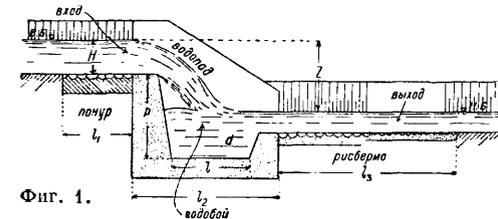
Лит.: С м у р о в А. А., Электротехника высокого напряжения и передача электр. энергии, Л., 1925; У г р и м о в Б. И., Техника высоких напряжений, вып. 3, М.—Л., 1924; R ü d e n b e r g R., Elektrische Schaltvorgänge, 2 Aufl., В., 1926; S t e i n m e t z С. P., Theory a. Calculation of Transient Electric Phenomena u. Oscillations, N. Y., 1920; L e w i s W. W., Transmission Line Engineering, N. Y., 1928. А. Смуров.

ПЕРЕПАД, сооружение по сопряжению путем уступов двух участков водного потока (бьефов), имеющих значительную разность отметок. II. широко применяются в мелиоративном деле, на каналах с крупными уклонами, при водосливных каналах плотин, укреплении оврагов и других гидротехнич. работах. Когда уклон местности превышает расчетный уклон канала, а дальнейшее увеличение скорости и живой силы потока, а вместе с тем и его разрушительного действия на ложе канала, то его уклон смягчают устройством одного или ряда вертикальных уступов. Место устройства II. находят, исходя из технико-экономич. подсчетов; при устройстве II. стараются по возможности не нарушать режима участков канала выше и ниже II. и сделать

стоит из понурного пола, боковых стенок, головной части, имеет целью поддержание безопасного режима водотока выше перепада и устраивается в виде водослива или отверстия. Водосливные входные части чаще всего делают в виде донного порога, приподнятого порога и щелевого водослива. Донный порог делается или с шириной равной ширине подводящего канала или с мень-



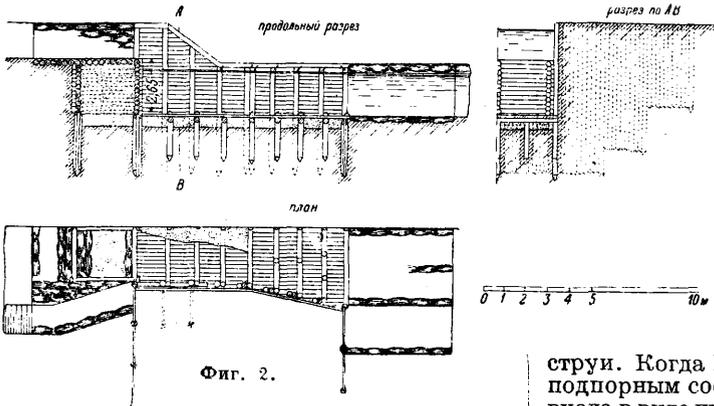
Фиг. 3.



Фиг. 1.

безопасным прохождение потока через сооружение. В каждом II. любого типа и конструкции различают четыре характерных эле-

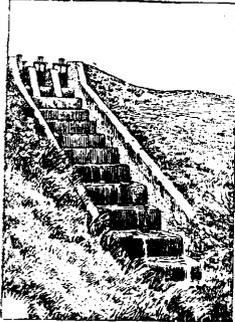
шей шириной (фиг. 2), называемой тогда сжатым гребнем, и имеет своим достоинством* беспрепятственный пропуск через II. влекомых потоком наносов; существенным недостатком этого типа является образование в верхнем бьефе кривых спада, возникающих при уменьшении расхода, и повышение скоростей (при сжатом гребне), вызывающих необходимость усиления конструкции водобоя и выхода II. Предотвратить быстро увеличение скоростей в канале перед перепадом можно устройством входа в виде приподнятого гребня, но он влечет отложение перед ним наносов и увеличивает высоту II. воды. Для уничтожения кривых спада и сохранения донного пропуска наносов находит широкое применение, особенно в ирригационном деле, тип II. с входом в виде однощелевых и многощелевых водосливов (фиг. 3), представляющих собою донные водосливы с боковыми наклонными гранями. Соответственным выбором наклона граней достигается почти автоматич. регулирование стояния горизонтов воды в канале. Гребень щелевого II. обычно оканчивается полукруглым выступом—губой для распыления падающей струи. Когда II. одновременно является и подпорным сооружением, то получается тип входа в виде щитового отверстия (фиг. 4, 5, 6). Понурный пол входной части обычно укрепляется каменным мощением, длину к-рого l_1 (фиг. 1) приближенно можно считать равной $l_1 = 2H$, т.е. двум напорам на гребне II. Падение II. устраивается одноступенчатым или многоступенчатым. Величина (высота)



Фиг. 2.

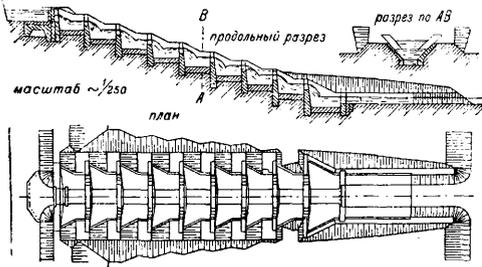
мента (фиг. 1): 1) входную часть, сопрягающую верхний участок канала с сооружением, 2) падение и водопад воды, 3) водобой, воспринимающий и погашающий силу удара воды, и 4) выходную часть, соединяющую сооружение с нижним бьефом. Вход со-

стенки падения p одной ступени деревянных и каменных П. при небольших плотинах обычно не более 1—1,5 м, а в капитальных сооружениях — не более 4—5 м. Водобой делается с водяной подушкой (тюфяком) или без нее. При подушке удар падающей воды смягчается водной массой тюфяка, заключенного или в углубленном бассейне (водобойный колодец фиг. 1 и 3) или в возвышенном бассейне, образованном так наз. водобойной стенкой (фиг. 5, 6, 7, 8). Длину водобойной подушки l (фиг. 1) приблизительно можно принять равной $3\sqrt{H \cdot Z}$, где Z — разность уровней бьефов, а глубину подушки d — равной $0,5\sqrt{H \cdot Z}$ или равной $\frac{1}{5} - \frac{1}{6}$ ее длины l . При водобое без подушки сила удара воды непосредственно воспринимается полом водобоя (фиг. 2), требуя более солидного его укрепления. При камен-



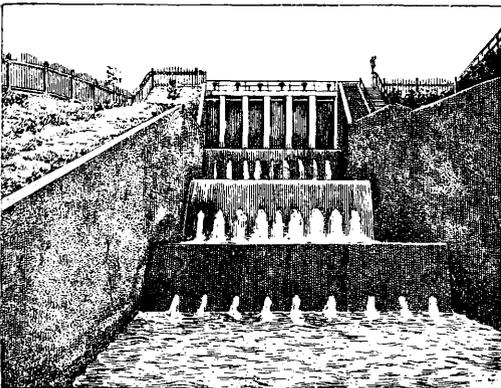
Фиг. 4.

с заполнением пространства между ними грунтом или камнем, из ряжевых срубов или из сухой кладки, укрепленной деревянными рамами. Такие П. применяют для падений $> 1,5 - 1,8$ м. При увеличении высоты падения конструкция П. усложняется. На фиг. 2 показан одноступенчатый деревянный П. со стенкой падения $p = 2,65$ м, в к-ром в начале и конце водобойного пола, для увеличения пути фильтрующей под ним воды, забиты шпунтовые ряды. Пол водобоя настлан по прогонам, лежащим на свайном основании, и имеет более значительную



Фиг. 5.

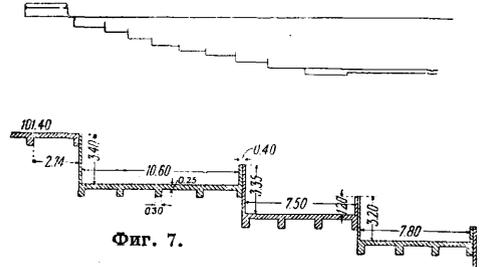
ном поле целесообразно покрывать его сверху деревянным настилом. Длину пола делают обычно (фиг. 1) от $l_2 = 2(H+p)$ до $4p$. При больших падениях применяют преимущественно П. с водяными подушками. Выход, обычно представляющий собою непосредственное соединение водобоя с нижним бьефом, иногда выполняется подобно вход-



Фиг. 6.

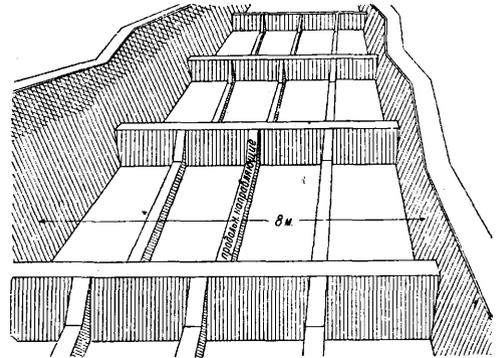
ной части в виде водослива. Выходную часть надлежит укреплять до тех мест, где скорости достигнут бытовых значений, безопасных для П. Длина этого крепления l_3 , называемая сливом или рибермой, обычно не меньше длины водяной подушки l .

П. строят деревянные, каменные, бетонные и железобетонные. Наиболее простыми являются деревянные П.; самые примитивные из них применяют при укреплении оврагов, где они состоят из двух плетней



Фиг. 7.

с заполнением пространства между ними грунтом или камнем, из ряжевых срубов или из сухой кладки, укрепленной деревянными рамами. Такие П. применяют для падений $> 1,5 - 1,8$ м. При увеличении высоты падения конструкция П. усложняется. На фиг. 2 показан одноступенчатый деревянный П. со стенкой падения $p = 2,65$ м, в к-ром в начале и конце водобойного пола, для увеличения пути фильтрующей под ним воды, забиты шпунтовые ряды. Пол водобоя настлан по прогонам, лежащим на свайном основании, и имеет более значительную



Фиг. 8.

длину. Понур и риберма на протяжении, равном половине длины l_2 водобойного пола, укреплены фашинами; стенка падения образована деревянным срубом, обшитым досками и заполненным песчаногравелистым грунтом. При больших падениях высоту одной ступени не делают свыше 5 м, а разбивают на ряд отдельных ступеней, переходя к виду многоступенчатого перепада, каменный тип к-рого представлен на фиг. 4. Однако при этом поток, падая последовательно с одной ступени на другую, приобретает избыток «удельной энергии» (см. *Прыжок воды*), выражающийся в постепенном увеличении скоростей от ступени к ступени, если длины их недостаточны, могущих до-

стигнуть больших величин и привести к быстрому разрушению П. Предотвратить это явление можно или увеличением длины отдельных ступеней или повышением их шеро-

П. может развиваться боковая качка потока, вызывающая «корабельные волны», вредно действующие на сооружение. Эти волны могут значительно превосходить глубины воды на ступенях и особенно проявляются при наклонных боковых подпорных стенках П. Для уменьшения волн боковые стенки делают вертикальными, устраивая внутри каждого колодца вдоль ступени ряд продольных направляющих ребер (фиг. 8). В многоколодезных П. для осушения колодцев от воды и предохранения занесения их наносами в низовых частях водобойных стенок делают отверстия, показанные на фиг. 6. Большие падения в П. целесообразно использовать для получения гидравлич. энергии; особенно это может иметь место на П. ирригационных систем.

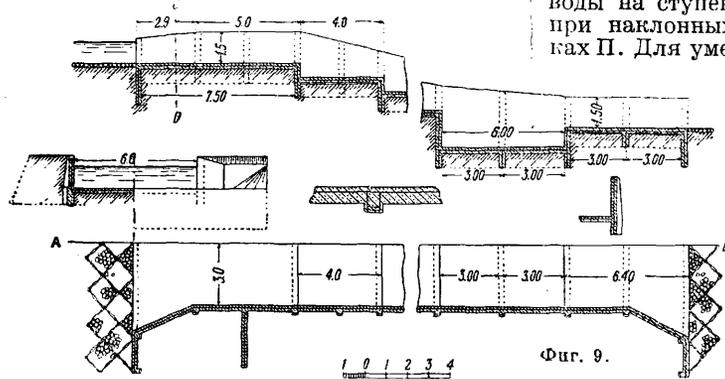
Фиг. 9.

Лит.: А х у т и н А. Н., Примеры гидравлич. расчетов в области неравномерного движения воды в открытых руслах, М., 1930; В а х м е т о в Б. А., К в о п р о с у о р а с ч е т е п е р е п а д о в, П., 1916; З а м а р и н Е. А., Гидротехнич. расчет плотобетов, Ташкент, 1929; К а н д и б а Б. Н., Регулирование рек, стр. 269—293, Л., 1927; К о с т я к о в А. Н., Основы мелиораций, стр. 261—268, М., 1927; М и х а й л о в К. А., Проектирование ирригационных сооружений на сети, вып. 1, стр. 51—93, 148—178, Тифлис, 1928; П о д а р е в В. В., Гидротехнич. сооружения, ч. 2, Каналы, стр. 8—17, М., 1925; П о п о в К. В., Земляные плотины и их водопропускные сооружения, стр. 92—120, М.—П., 1928; Ж у р и н В. Д., Определение длины ступени многоступенчатого перепада, «Вестник ирригации», Ташкент, 1923, 7, 8; е г о ж е, Погашение энергии в перепадах и быстротогах, «Вестник ирригации», Ташкент, 1925, 7, 8, 1926, 9, 1927, 4, 5, 10; П а л к у е в Я. А., Перепады с криволинейным очертанием продольного разреза для его, «Труды Московского текстильного ин-та», М., 1928, т. 1, вып. 2; Р о м а н с к и й Э. И., О новых схемах ирригационных систем с использованием гидравлической энергии, «Известия Научно-мелиорационного ин-та», П., 1923, вып. 5; E t c h e v e r g u В. А., Irrigation Practice a. Engineering, v. 3, chap. 7, N. Y., 1916; S c h o k l i t s c h A., Der Wasserbau, Handbuch für Studium und Praxis, B. 2, p. 918—933, p. 1095—1117, Wien, 1930; W i l s o n H. M., Irrigation Engineering, p. 254—264, New York, 1912; N e w e l l F. H. a. M u r p h y D. W., Principles of Irrigation Engineering, p. 73—75, New York, 1913.

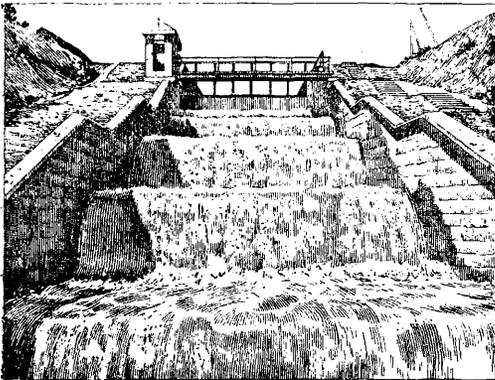
С. Каплинский.

ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ ТКАНЕЙ, ткацкие

переплетения, переплетения нитей в тканях. Всякого рода и вида ткань, будучи изготовленной на ткацком станке, состоит из двух систем нитей—основы и утка. Нити основы 1, 2, 3 и т.д. (фиг. 1), располагаясь параллельно друг другу, идут в ткани вдоль и определяют длину ткани. Уточные нити I, II, III и т.д., располагаясь также в параллельных друг другу плоскостях, идут в ткани перпендикулярно к основным нитям от одного края до другого; они определяют ширину ткани. При построении ткани в большинстве случаев нити основные имеют больше значения, чем уточные, причем они обра-

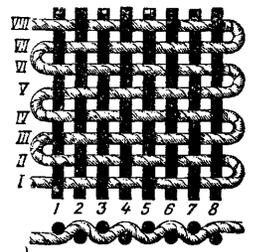


ховатости путем более грубой их отделки и облицовки. При погашении этими мероприятиями избытка удельной энергии при прохождении потоком по каждой ступени П. скорости не будут последовательно возрастать и безопасная работа сооружения будет обеспечена. Однако при этом длина ступеней при больших падениях получается значительной, грубая же отделка постепен-



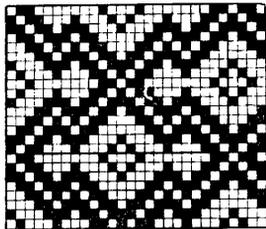
Фиг. 10.

но истирается и сглаживается потоком, в особенности если он несет наносы, поэтому в этих случаях чаще прибегают к устройству в конце ступеней водобойных стенок для погашения энергии потока помощью водяных туюяков. При небольшом числе ступеней с малым падением устраивают, как показано на фиг. 9, многоступенчатый железобетонный П. и один водобойный колодец в конце П.; при значительных падениях переходят к типу многоколодезного П. (фиг. 5). Длины колодцев обычно по конструктивным соображениям делают одинаковыми, однако целесообразнее с целью лучшего погашения энергии потока постепенно увеличивать их длину, как это представлено на схеме 9-ступенчатого Бурджарского П. в Ташкенте (фиг. 7); фиг. 10 рисует тот же П. в работе. При значительных широтах ступеней (свыше 5—6 м) в многоступенчатых



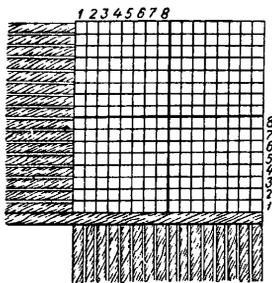
Фиг. 1.

зуют как бы остов ткани. Для того чтобы получить ткань, основные нити должны быть переплетены утком, причем в зависимости от переплетения получается различного вида ткань, в к-рой каждая нить основы будет



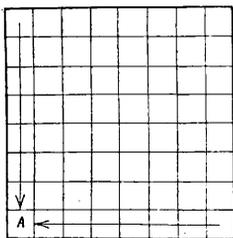
Фиг. 2.

проходить то сверху то снизу нитей утка. Место пересечения нитей в ткани, т. е. где нить одной системы покрывает нить другой системы, называют перекрытием. Смотря по тому, будет ли нить основы покрывать уточную нить или же наоборот, получаем основное или уточное перекрытие, (фиг. 1). В технике ткацкого производства основное перекрытие принято называть простым, а уточное перекрытие — пропуском прометки. Т. о. всякого рода тканое изделие, или ткань, будет состоять из сочетания основных и уточных перекрытий, или из проступов и пропусков прометки. Переплетение определяет конструкцию ткани, и от его характера или формы в значительной степени зависит наружный вид ткани. Переплетать нити основы и утка можно весьма различно; для этого в ткачестве применяются различные механизмы: эксцентрики, каретка Дюбби и жаккардные машины. Существует



Фиг. 3.

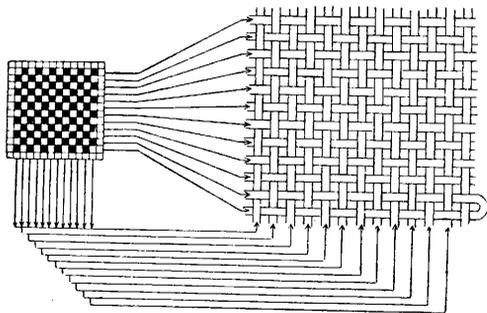
громадное количество различных форм переплетений и следовательно видов тканей. По определении конструкции ткани, т. е. формы или рода ее переплетения, необходимо определить для каждой нити (обычно уточной) порядок, в котором чередуются в ней основные и уточные перекрытия. Этот порядок чередования основных и уточных перекрытий, нанесенный условным обозначением на бумагу, носит название рисунка переплетения (фиг. 2), процесс же нанесения условных обозначений на бумагу носит название ткацкого рисования. Для изображения форм переплетений обыкновенно пользуются клетчатой (капвовой) или же числительной бумагой.



Фиг. 4.

Каждый вертикальный ряд квадратиков бумаги обозначает одну основную нить. Порядковый счет им ведется слева направо (фиг. 3). Каждый горизонтальный ряд квадратиков бумаги при расчете соответствует одной уточной нити. Счет им ведется снизу

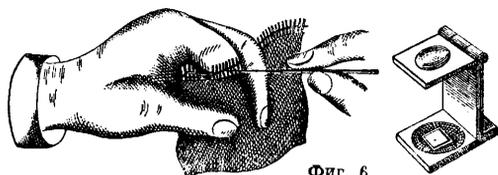
вверх. Каждый отдельный вертикальный и горизонтальный ряд квадратиков (фиг. 4) при своем пересечении встречает соответствующий квадратик А, который и будет представлять собой место пересечения основной нити с уточной, или же соответствующее, основное или уточное, перекрытие. Согласно принятому выше условию в каждом горизонтальном ряду соответствующие основным перекрытиям квадратик закрыва-



Фиг. 5.

ются краской. Квадратики, соответствующие уточным перекрытиям, оставляются пустыми (фиг. 5). Следовательно закрашенные квадратик каждого горизонтального ряда рисунка П. т. будут представлять собой нити основы, покрывающие нить утка, а незакрашенные квадратик, наоборот, — нить утка, покрывающую нити основы. Изображение на бумаге рисунка П. т. в размере всей ткани не требуется, достаточно на рисунке изобразить раппорт.

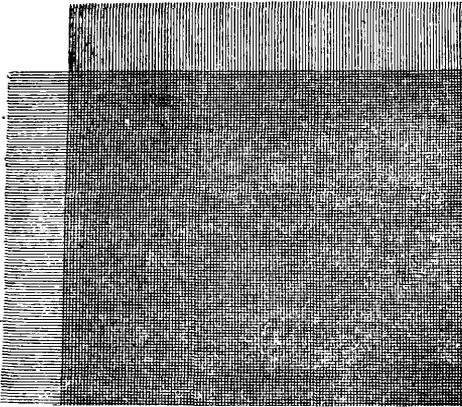
Во всякого рода и вида ткани порядок чередования основных и уточных перекрытий будет всегда представлять собой соответствующую группировку, или комбинацию, перекрытий с определенным числом входящих в нее основных и уточных нитей, к-рая тождественно повторяется по направ-



Фиг. 6.

лениям основы и утка. Каждая такая группировка, или комбинация, основных и уточных перекрытий, тождественно повторяющаяся как по ширине, так и длине ткани, будет называться раппортом П. т. Число нитей основы, входящее в раппорт, будет называться раппортом основы, а число уточных нитей — раппортом утка. Для определения в образце ткани конструкции переплетения основы с утком (см. Анализ тканей) прежде всего с помощью иглы выплетают (фиг. 6 и 7) из образца ткани сверху или снизу несколько цельных уточных нитей, а слева — несколько цельных основных нитей. После этой операции отодвигают 1-ю уточную нить от остальных (фиг. 8), ставят на нее ткацкую лупу и начинают с 1-й основной нити с:

левого края образца ткани отмечать на бумаге квадратики 1-го горизонтального ряда, которые соответствуют основным перекрытиям, до тех пор, пока перекрытия не начнут повторяться в том же порядке, т. е. пока не получат основного раппорта. Обозначив



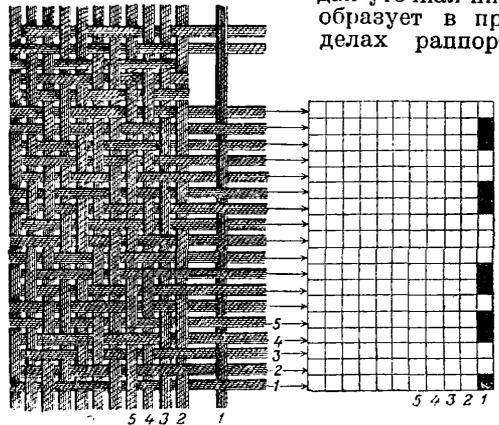
Фиг. 7.

переплетение 1-й уточной нити со всеми основными нитями раппорта, ее выплетают. Далее отодвигают иглой 2-ю уточную нить и обозначают ее переплетение с основными нитями, отмечая соответствующие квадратики 2-го горизонтального ряда. Т. обр. продолжают до тех пор, пока не дойдут до уточной нити, переплетение которой будет одинаково с переплетением 1-й уточной нити, т. е. пока не получат уточного раппорта. Следовательно при изображении на бумаге переплетения достаточно иметь только один раппорт, к-рый и дает полное представление о способе переплетения основных и уточных нитей во всей ткани. В случае наличия в рисунке П. т. двух, трех и более раппортов первый из них обводится прямоугольником или же основные перекрытия, входящие в этот раппорт, обозначаются штриховкой или закрашиваются краской другого цвета, отличительной от остальных раппортов, что и видно во всех приводимых иллюстрациях.

Раппорт П. т. имеет большое значение при определении (анализе) структуры переплетения, составлении (создании) рисунка, а следовательно и при изготовлении ткани; так напр.: 1) чем больше основных и уточных нитей будет входить в раппорт, тем разнообразнее по своему рисунку получится ткань. В зависимости от рисунка проборка может быть очередная и неочередная. Вследствие того что отдельных форм П. т. и следовательно видов тканей существует громадное количество, и при том многие виды тканей могут очень мало отличаться друг от друга, — все существующие виды тканей подразделяются на соответствующие группы или классы. Подразделение видов тканей на группы или классы по характерным для каждой группы или класса особенностям конструкции переплетения и признакам называется к л а с с и ф и к а ц и е й т к а н е й п о п е р е п л е т е н и я м. В ос-

нову классификации тканей по переплетению ложится гл. образом величина раппорта и связанная с ним конструкция П. т., сложность этой конструкции и наружный вид ткани, достигаемый не только способом П. т., но и подбором нитей различных цветов и кроме того различными дополнительными приспособлениями к ткацкому станку и т. п. Таким образом все формы П. т., от которых зависит вид тканей (рисунок), можно подразделить на нижеследующие классы: 1) класс основных переплетений, 2) мелкоузорчатый, или армюрный, класс переплетений, 3) класс сложных переплетений и 4) класс фасонных, или жаккардовых, переплетений. Отличительными особенностями каждого из классов будут следующие.

К л а с с о с н о в н ы х П. т. содержит в себе три вида т. наз. элементарных П. т.: 1) гарнитуровое, или гроденаплевое, 2) саржевое, или киперное, 3) атласное, или сатиновое. П. т. этого класса названы основными в виду того, что все П. т., входящие в другие классы, в значительной степени являются видоизменениями или усложнениями трех означенных форм П. т. Переплетения тканей основного класса применяются для выработки большей части употребляемых тканей и обладают нижеследующими общими свойствами. 1) Ткань, построенная по конструкции одной из форм П. т., будет однообразной—гладкой по виду. 2) Каждая основная нить образует в пределах раппорта n (основных и уточных нитей) только одно основное перекрытие, за к-рым следует $n-1$ перекрытий уточных или, наоборот, — каждая уточная нить образует в пределах раппорта

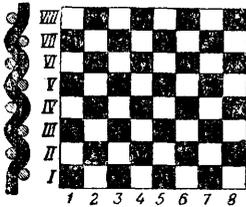


Фиг. 8.

и только одно уточное перекрытие, за которым следует $n-1$ перекрытий основных. 3) В раппорте переплетения каждое основное перекрытие отдельной основной нити представляется сдвинутым по отношению к другой, соседней, основной нити на некоторое число перекрытий, называемое с д в и г о м. Точно так же каждое и уточное перекрытие отдельной уточной нити будет сдвинутым по отношению к другой уточной нити. Сдвиг есть величина постоянная для каждых двух соседних основных или уточных нитей. 4) Число основных нитей в раппорте всегда равно числу уточных нитей в

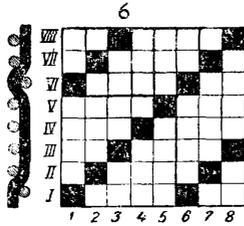
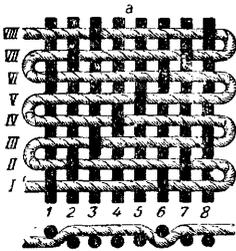
раппорте (фиг. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 и 16). Детальные особенности трех означенных выше форм переплетений следующие.

1) Гроденаплевое, или гарнитуровое. П. т. в зависимости от материала пряжи, применяемой при выработке тканей



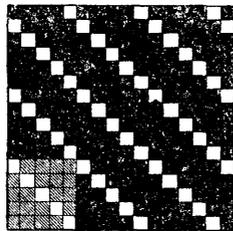
Фиг. 9.

этим видом переплетения, носит название полотняное, суконное, миткалевое, тафтяное. Это П. т. представляет собой самую простую форму переплетения основных нитей с уточными (фиг. 1 и 9). При выработке тканей с гроденаплевым переплетением основные нити, образуя зев, разделяются на две равные части. Для первой прокидки уточной нити верхнюю часть зева (проступ—основные перекрытия) составляют все нечетные нити основы, т. е. 1, 3, 5, 7, 9 и т. д., а нижнюю часть зева (прометки—уточные перекрытия) обра-



Фиг. 10.

зуют четные—2, 4, 6, 8, 10 и т. д. основные нити. Для второй прокидки уточной нити зев меняется таким образом, что основные нити, составляющие верхнюю часть зева (проступы—перекрытия), опускаются ремизками вниз, а нижние четные нити основы поднимаются вверх, образуя основные перекрытия на II уточной нити. Для III нити утка зев образуется так же, как и для I, а для IV—так же, как и для II нити утка. Раппорт рисунка П. т., имея 4 перекрытия, состоит как с одной, так и с другой стороны из 2 основных и 2 уточных нитей.

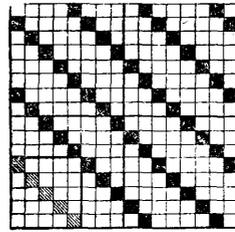


Фиг. 11.

Такого рода конструкция П. т. придает лицевой и изнаночной сторонам ткани совершенно однообразный, гладкий вид. Кроме того ткань этого рода переплетения при одинаковой плотности имеет наибольшую прочность, но лишена в некоторой степени мягкости и гибкости. Для выработки тканей с гроденаплевым переплетением требуются 2 ремизки, но при основе средних и тонких №№ и большой плотности на практике применяют 4 или 6 ремизок. Гроденаплевое П. т. изготавливается главная масса наиболее употребительных тканей: миткаль,

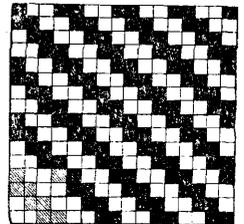
марля, бязь, батист, нансук, некоторые ткани пестротканые, полотно, холст, парусина, сукно, шелковая и полушелковая тафта, шелковое полотно и т. п.

2) Саржевое, или киперное. П. т. имеет для своих видов общим характерным признаком особый порядок размещения в раппорте основных и уточных перекрытий (фиг. 10). Эти перекрытия, располагаясь по сдвигам, идут в виде наклонных узких полосок при одинаковой основной и уточной плотности под углом в 45° и образуют на ткани диагональные рубчики. Диагональные полосы эти образуются на одной стороне ткани нитями основы, выступающими на поверхность, а на другой стороне образуются нитями утка. Ткань саржевого переплетения может иметь две различные стороны. На лицевой стороне бывает ясно выявлена лучшая и более ценная пряжа, будь то основа или же уток. В тканях саржевого переплетения, равно как и в других, напр. атласных, репсовых ит. п., в случае если на лицевой стороне преобладают основные перекрытия, саржа будет называться основной (фиг. 11), а если уточные перекрытия—уточной (фиг. 10). Направление диагональных полос может идти снизу слева вверх направо (фиг. 10) и, наоборот, снизу справа вверх налево (фиг. 12). Раппорт саржевого П. т. всегда больше двух основных и уточных нитей, наименьший—три нити. Число основных и уточных нитей в раппорте всегда одинаково. С увеличением числа нитей в раппорте саржевое П. т. дает по конструкции более слабую ткань, но вместе с этим возрастает ее мягкость и гибкость. Для получения доброкачественной ткани при увеличении раппорта саржевого пере-

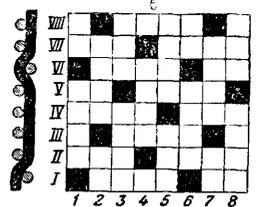
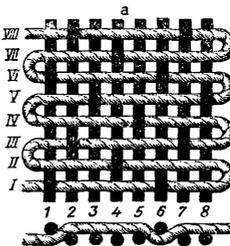


Фиг. 12.

плетения число нитей раппорта согласуется с основной и уточной плотностями ткани. Сдвиг одной нити по отношению к другой—соседней—равен 1 или $n - 1$, если n = числу нитей в раппорте (фиг. 10 и 12). Для обозначения в саржевом переплетении размера



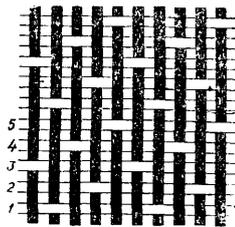
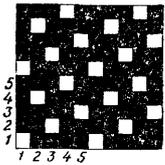
Фиг. 13.



Фиг. 14.

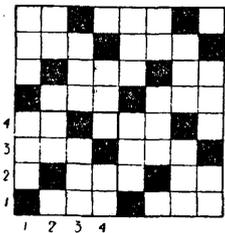
плетения число нитей раппорта согласуется с основной и уточной плотностями ткани. Сдвиг одной нити по отношению к другой—соседней—равен 1 или $n - 1$, если n = числу нитей в раппорте (фиг. 10 и 12). Для обозначения в саржевом переплетении размера

раппорта и порядка его перекрытий принято применять простую дробь, где числитель указывает число основных перекрытий, а знаменатель—точных. Сумма от сложения числителя и знаменателя дает размер раппорта перемещения. Напр. саржевое П. т. (фиг. 12) д. б. обозначено дробью $\frac{1}{4}$. в к-рой числитель является числом, показывающим, что в этом переплетении одно основное перекрытие, а знаменатель показывает число (четыре) уточных перекрытий.



Фиг. 15.

Сумма от сложения $1 + 4 = 5$ указывает на число нитей в раппорте. В случае, если число числителя меньше числа знаменателя, то саржевое переплетение будет уточное. Саржевое П. т. (фиг. 11) д. б. обозначено $\frac{1}{1}$, это П. т. будет саржа основная. В случае, когда число основных перекрытий равно числу уточных перекрытий, например



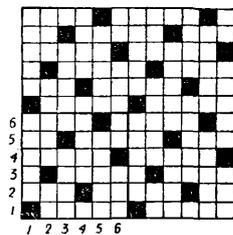
Фиг. 16.

к тканям саржевого переплетения следует отнести: саржу, нанку, кашемир, мильтон, твин, бумазею и т. п.

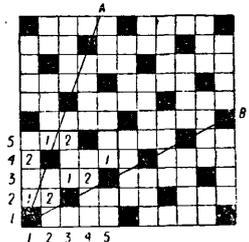
3) Атласное, или сатиновое, П. т. является одним из наиболее сложных переплетений гладкого класса. Атласное П. т., так же как и саржевое, подразделяется на два вида: на атласное П. т. основное и уточное. В первом случае П. т. называется атласом, а во втором случае—сатином. При своем построении атласное П. т. имеет много общего с саржевым П. т. Характерная особенность атласного П. т. (фиг. 14 атлас уточный—сатин) состоит в том, что правильного образования диагональных полос, как в сарже, не замечается, т. е. основные перекрытия равномерно распределены в массе уточных перекрытий раппорта т. о., что нигде два соседних основных перекрытия не соприкасаются. Такое распределение основных перекрытий, при котором последние теряются в массе уточных перекрытий и следовательно делаются мало заметными на поверхности ткани, придает ткани блестящий вид. Этот эффект ткани, свойственный природе атласного переплетения, происходит от одинакового отражения света уточными или основными перекрытиями. В осо-

бенности этот эффект заметен при применении в плотных атласных переплетениях пряжи высоких номеров и высокого качества, при выработке шелковых, шерстяных и хл.-бумажных тканей. Лучший эффект получает ткань также и от увеличения раппорта рисунка переплетения. Все сказанное в равной мере относится и к атласу основному (фиг. 15). Ткани атласного переплетения всегда односторонни, располагая прямо противоположными, по характеру расположения перекрытий, лицом и изнанкой. Раппорт атласного переплетения, или атласа, всегда больше четырех, наименьший—5 нитей (фиг. 14 и 15). Число нитей основы и утка всегда одинаково. Атлас с раппортом в 4 и 6 нитей невозможен, так как нельзя подобрать соответствующие сдвиги. Тем не менее атлас в 4 и 6 нитей изготавливается и носит название неправильного (фиг. 16 и 17). Поэтому атласное переплетение подразделяется на правильные и неправильные атласы.

Для определения атласного переплетения необходимы два признака: число нитей раппорта и число перерыва или сдвига. В теории и практике признаки атласного переплетения обозначаются следующими тремя способами. 1) Числом нитей в раппорте, например сатин—пяти, атлас—семи и т. д., или 5-ремизный сатин, 7-ремизный атлас и т. д. 2) Простой дробью, где числитель указывает размер (число нитей) раппорта, а знаменатель—число сдвига, напр. сатин $\frac{5}{2}$ —сатин пяти со сдвигом—два (фиг. 18), т. е. с числом нитей, через к-рое намечается следующее перекрытие. 3) Простой дробью, где числитель указывает также размер раппорта, а знаменатель—число перерыва, т. е. число пропускаемых нитей от предыдущего перекрытия, например сатин $\frac{5}{1}$ —сатин пяти с перерывом через один. В данном случае число сдвига всегда равно числу перерыва плюс одно перекрытие. Из трех приведенных способов обозначения признаков атласного П. т.: распространенными



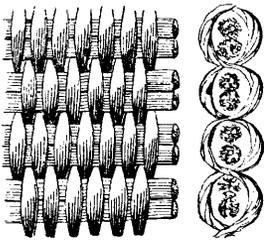
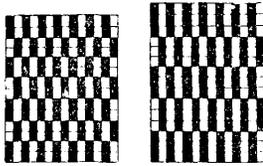
Фиг. 17.



Фиг. 18.

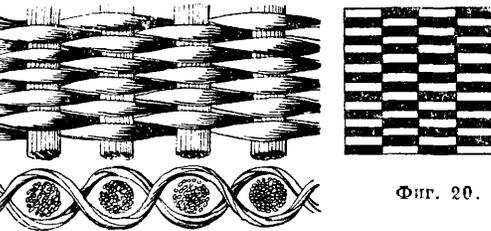
являются 1-й в практике производства, а 2-й в теории. Т. о. для получения правильного атласного переплетения, т. е. закономерного расположения перекрытий в его раппорте, необходимо чтобы сдвиги S (основные или уточные) выражались числами взаимно первыми относительно размера раппорта n, однако не 1 и не n-1, а $S > 1$ и $S < n - 1$. Это условие для размера раппорта n=3, 4 и 6 нитями невыполнимо, а потому правильное атласное П. т. возможно лишь, начиная с раппорта в 5, 7 нитей и выше. Если

в данном атласном П. т. число сдвига S сделать = 1, или число нитей раппорта — $n-1$, то атласное переплетение обратится в саржу, если же сделать при этом и раппорт $n = 2$ нитям, то



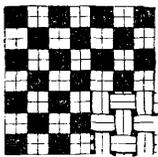
Фиг. 19.

получится гроденаплевое переплетение. Среди П. т. гладкого класса атласное переплетение представляет как бы общий тип; упрощая его, переходим постепенно к саржевому и наконец к гроденаплевому П. т. В пределах раппорта рисунок атласного переплетения — равно как и саржевого — все перекрытия исходят от первого, расположенного в нижнем левом углу раппорта. Порядок перекрытий (фиг. 18) относительно исходного

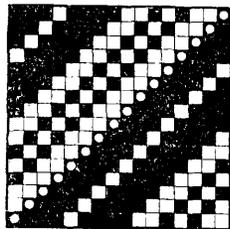


Фиг. 20.

первого перекрытия наблюдается в раппорте по двум направлениям: по горизонтальному B — направление последующей уточной нити и по вертикальному A — последующая нить основы. В виду того что переплетенные связи основных нитей с уточными равномерно распределены в раппорте атласного переплетения, атласная ткань еще мягче и гибче, чем саржа. Для выполнения атласного П. т. число ремизок равно числу нитей раппорта. Атласное П. т. является



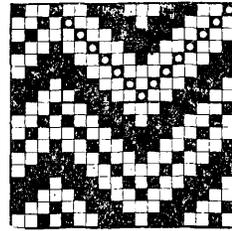
Фиг. 21.



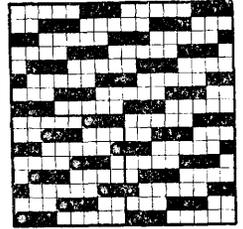
Фиг. 22.

самым употребительным, обеспечивая, как было отмечено, наибольший блеск ткани. Атласным переплетением также весьма часто пользуются при изготовлении фона, или грунта, для крупноузорчатых тканей. Наиболее распространенными тканями атласного переплетения являются: из хл.-бум. — сатин, ластик, демикотон, молескин, шведская материя; из шерстяных — прионель, сатин; из шелковых — атлас, либерти и т. п.

Мелкоузорчатый, или армюрный, класс П. т., отличаясь весьма большим разнообразием видов, состоит из громадного числа переплетений, являющихся различными видоизменениями пере-

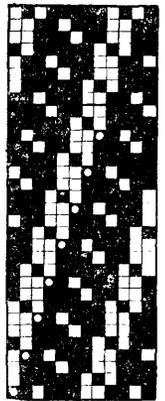


Фиг. 23.



Фиг. 24.

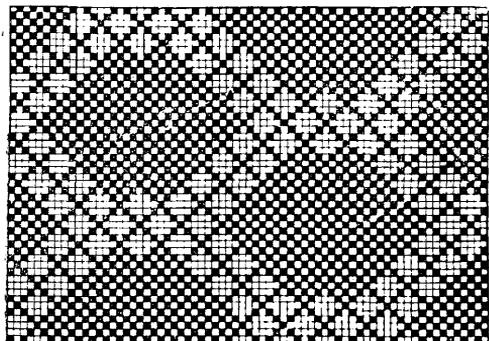
плетений основного класса. Переплетения этого класса образуют на ткани разнообразнейшего характера мелкий узор. Размер раппорта на основе не превышает 40 нитей в зависимости от числа ремиз. Рисунок осуществляется при посредстве ремиз подъемной машины-каретки. По способу своего образования (построения) мелкоузорчатые П. т. подразделяются на производные (от переплетений основного класса) и комбинированные (на основе переплетений основного класса) его производных. Производные переплетения получаются через увеличение числа основных перекрытий в направлении нитей основы или утка или же через повторение нитей с одним и тем же порядком перекрытий без сдвига. Т. о. получаются: 1) из гарнитурового переплетения — репс уточный (фиг. 19) и репс основной (фиг. 20), рогожка, или панама (фиг. 21), и т. д.; 2) из саржевого переплетения — более сложные виды саржи: саржа усиленная, саржа сложная (фиг. 22), ломаная (фиг. 23) и т. п.; 3) из атласного уточного переплетения, через увеличение числа основных рядом стоящих перекрытий — ряд производных переплетений, представляющих постепенный переход от атласа уточного к атласу основному. Таким способом получается усиленный атлас, диагональ и т. п. (фиг. 24, 25). Комбинированные переплетения мелкоузорчатого класса весьма разнообразны, а потому



Фиг. 25.

очень трудно охарактеризовать основные особенности переплетений представляется затруднительным (фиг. 26). Наиболее частыми мотивами для рисунков мелкоузорчатого П. т. являются небольшие геометрические фигуры: ромбы, треугольники, звездочки, а также мелкие формы цветков и листьев. Одним из распространенных рисунков мелкоузорчатого переплетения является креп, представляющий собой бугорчатую поверхность ткани сравнительно с большим раппортом для мелкоузорчатого рисунка до

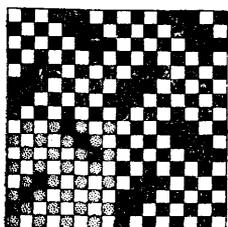
40 нитей (фиг. 27, 28). При построении комбинированных переплетений необходимо соблюдать одно важное правило, по которому ни одна нить основы или утка не должна образовывать петель, отставая от



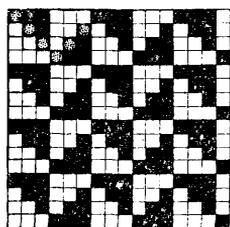
Фиг. 26.

лицевой стороны или изнанки ткани. С этой целью она должна быть через определенные промежутки перекрыта нитью другой системы.

Класс сложных П. т. в применении к построению тканей требует по свое-

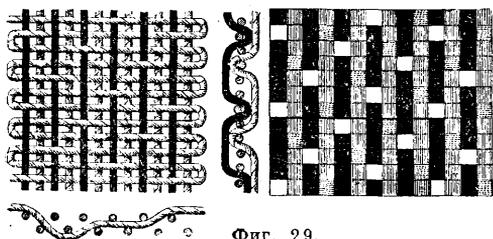


Фиг. 27.



Фиг. 28.

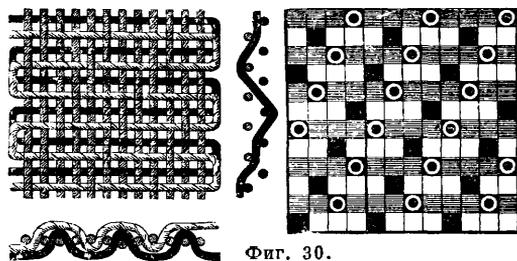
му характеру целого ряда отличительных от остальных классов переплетений особенностей, как например: введения в изготавливаемую ткань дополнительных нитей основы или утка, особого их расположения в ткани, способов переплетения, называемых



Фиг. 29.

сложными, или особых приспособлений к ткацкому станку. По виду рисунка двухличные переплетения м. б. весьма различны, начиная с рисунка переплетений основного класса и кончая крупноузорчатыми. Этот класс П. т. включает в себя конструкции следующих видов переплетений: 1) двухличные, 2) двойные, 3) ворсовые и 4) ажурные, или газвые (баржевые).

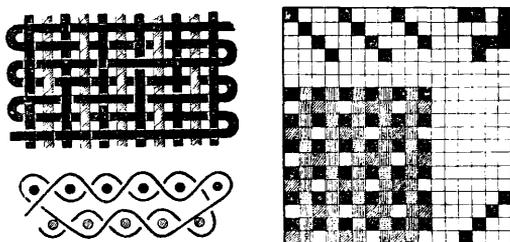
1) Двухличные П. т. образуют на ткани две лицевые стороны, следовательно ткань не имеет изнанки как таковой, причем каждая сторона ткани может быть однообразной или различной по рисунку переплетения. Двухличные П. т. подразделяются на переплетения из основы и утка. Для изготовления двухличной ткани основным переплетением требуются две основы для одной и другой стороны ткани, которые переплетаются одним общим утком. Для двухличной ткани уточного переплетения необходимы два утка, по одному для каждой стороны ткани, и одна общая основа. Отношение нитей одной основы к другой зависит от назначения ткани и материала, из которого она выполняется. Материал, пряжа, м. б. различного цвета или одноцветный. Отношение нитей отдельных основ и утков может быть 1 : 1, 2 : 1 и даже 3 : 1. Фиг. 29



Фиг. 30.

представляет двухличное основное переплетение, в котором верхняя и нижняя сторона атлас $\frac{5}{2}$, а фиг. 30—двухличное уточное переплетение, у которого верхняя и нижняя саржа $\frac{1}{3}$. Двухличные переплетения тканей применяют при изготовлении лент и других тканых изделий.

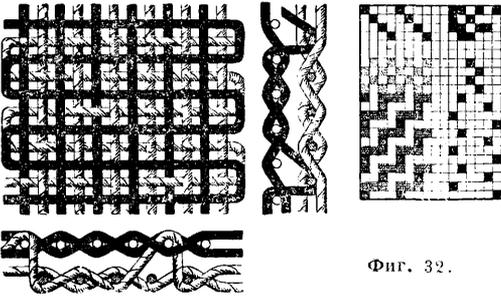
2) Двойные П. т. Группы многослойных тканей служат для образования



Фиг. 31.

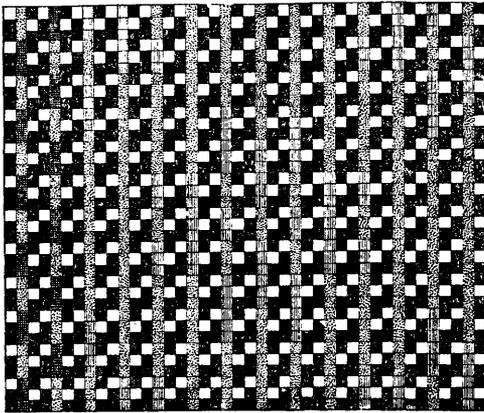
двух и более тканей, лежащих друг на друге. Каждая такая ткань имеет свою самостоятельную основу и уток. В зависимости от рисунка переплетения нити основы или утка одной ткани или не участвуют в переплетении нитей другой или же они в отдельных местах соединяются с ее нитями утка или основы. В зависимости от назначения ткани рисунок переплетения, род, качество и цвет материала (пряжи) в верхней и нижней тканях могут быть разные, вследствие чего внешний вид одной и другой стороны ткани будет совершенно различным. Из простейших видов двойных П. т. отметим переплетение для образования полых тканей, в которых верхняя и нижняя ткань соединяются общим утком только в

кромках (мешки, пожарные рукава, круглые фитили). На фиг. 31 представлена полая мешковая ткань и ее гроденаллевый рисунок переплетения. Для выработки мешковой ткани требуется одна, усиленная по



Фиг. 32.

числу нитей, основа и один общий уток. Отношение одного слоя основы к другому 1:1. На фиг. 32 приведено переплетение двойной ткани, в построении к-рой участвуют две самостоятельные основы и два утка, которые образуют гроденаллевое переплете-



Фиг. 33.

ние с одной и другой стороны ткани. К этому виду переплетения близко подходят переплетения тканей так называемого пикэ (фиг. 33).

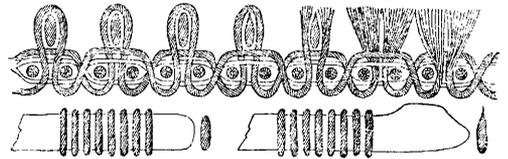
3) Ворсовые П. т. обладают особенностью производить на ткани образование ворсовой поверхности, причем при своем первоначальном образовании этот ворс имеет вид петель, образованных либо основой



Фиг. 34.

либо утком, которые затем расчесываются особыми приспособлениями. Смотря по роду нитей, образующих ворс, ворсовые ткани делятся на основноворсовые ткани (напр. бархат) и на уточноворсовые (плис, манчестер). Основноворсовые ткани требуют двух основ: грунтовой, или изнаночной, и ворсовой. Уточноворсовые ткани состоят из од-

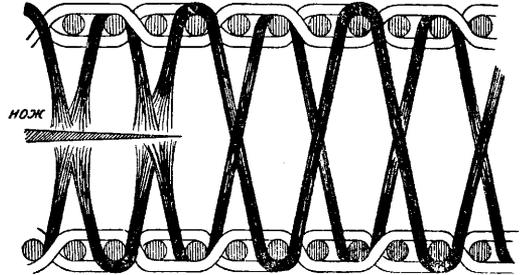
ной основы и двух утков, из которых один именуется грунтовым; он переплетается с грунтовой основой, а другой — ворсовым, образующим ворсовую поверхность ткани. Отношение ворсовой основы к грунтовой 1:2. Ворсовая ткань с низким ворсом называется бархатом, а с высоким ворсом — плюшем. Фиг. 34 представляет разрез уточного, фиг. 35 — основного бархата. Для получения бархата в 2 полотна — саморезного —



Фиг. 35.

требуются три основы: две грунтовых и одна ворсовая основа, усиленная числом нитей. Разрез двухполотного бархата представлен на фиг. 36.

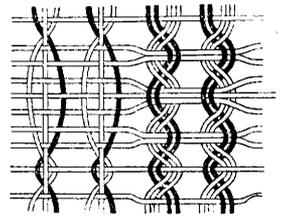
4) А ж у р н ы е П. т. являются сложной группой переплетений, требующих особого



Фиг. 36.

приспособления для получения на ткани свойственного этому переплетению эффекта. Характерной особенностью тканей этого рода переплетения является изменение в процессе ткачества направления отдельных основных нитей, к-рые из прямолинейного положения интервалами принимают извилистое направление.

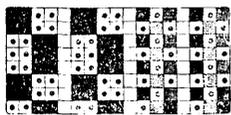
Такое перемещение между собой основных нитей образует в ткани просветы и соответствующий рисунок переплетения. Для изготовления ткани с простым ажурным переплетением требуются две осно-



Фиг. 37.

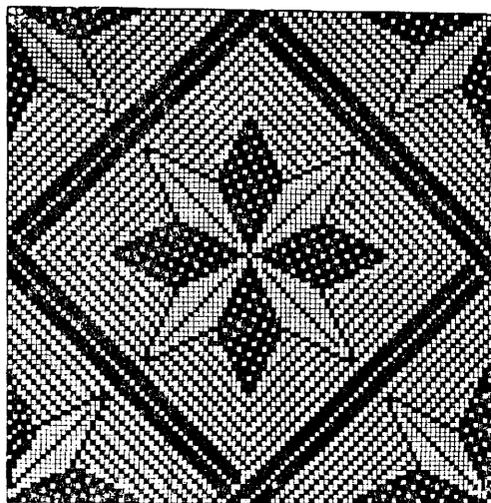
вы: коренная (стоевая) или ажурная, перевивочная. Уток один. Перемещение нитей достигается особой ремизкой, называемой крылом с подкрылком. При усложнении рисунка П. т. вводится ряд новых основ как перевивочных и строевых, так и для получения дополнительного эффекта в виде мелкоузурчатого или иного рисунка переплетения. Фиг. 37 представляет ажурную ткань, а на фиг. 38 показан рисунок переплетения этой ткани.

Класс фасонных, или жаккардовых, П. т. объединяет все те виды переплетений, величина основного раппорта которых превышает возможную норму, установленную для раппорта при работе на каретках Доби. Т. о. переплетения, основной раппорт которых будет содержать более 30—40 нитей (фиг. 39), могут быть выполняемы только лишь при помощи машины Жаккарда, к-рая системой арката, вместо подъема основы ремизом,



Фиг. 38.

производит индивидуальный подъем основных нитей, соединенных в группы однородных по рисунку нитей. Такой способ дает возможность увеличивать размер раппорта например до 400, 1 000 и 2 400 нитей, а вместе с этим—укрупнять, усложнять и разнообразить рисунок узора П. т. Ткани, вырабатываемые при помощи машины Жаккарда, называются фасонными, или жаккардовыми. Этот класс переплетений изобилует чрезвычайным разнообразием, которое представляет собой сочетание переплетений различных классов и их отдельных подгрупп, построение главнейших из



Фиг. 39.

которых было изложено выше. Фасонный класс возможно подразделить на следующие три группы переплетений: 1) некрупноузорчатые, 2) крупноузорчатые и 3) сложнoузорчатые, построение которых производится индивидуально в каждом отдельном случае (см. *Патронирование*). Класс фасонных переплетений является наивысшей ступе

пенью и достижением техники переплетений и ткацкого производства, с помощью к-рых представляется возможность выполнять ткани, начиная с простого узора (фиг. 39) и кончая художественными произведениями в виде портретов, тканых картин на различные сюжеты, тканых обоев и др., см. *Патронирование*.

Лит.: Гапешин С. А., Технология волокнистых веществ, П., 1915; Жапиров А. Г., Руководство по анализу и заправке тканей, Варшава, 1903; Клейн К. Д., Ткачество в суконном производстве, Иваново-Вознесенск, 1927; Шорин А. И., Опыт практич. руководства к механич. ткачеству хлопчатобумажных тканей, Книги 1, 2, М., 1881; Бакун Н. К., Теория ткацких переплетений, М., 1930—31; Хвальковский В. Н., Теория переплетений и анализ тканей, М., 1930; Nisbet H., Grammar of Textile Design, 2 ed., L., 1919; Barker A. F., An Introduction to the Study of Textile Design, 2 ed., L., 1924; Watson W., Textile Design and Colour, L., 1922; Watson W., Advanced Textile Design, L., 1913; Kastanek J., Leitfaden für den Unterricht in der Bindungslehre, Brünn, 1901; Blüthner E., Katechismus der Bindungslehre, Brünn, 1909; Gruner A., Theorie d. Schaft- u. Jacquard-Gewerbe, W., 1902; Donat F., Methodik d. Bindungslehre, Dekomposition u. Kalkulation für Schafweberei, 3 Aufl., W.—Lpz., 1908; Donat F., Die farbige Gewebemusterung, W., 1907; Boshack W., Die Florgewebe, W., 1905; Finsterbusch R., Die mechanische Weberei u. die Fabrikation d. Kunst- u. Figurendreher, Altona, 1889; Lamottier P., Études des armures-satins, «Industrie Textiles», P., 1901.

С. Молчанов.

ПЕРЕПЛЕТНОЕ ДЕЛО, см. *Типографское дело*.

ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ, см. *Консервное дело*, *Сушка плодов и овощей*, *Соки*.

ПЕРЕЦ, группа растений южных стран. плоды (а иногда и листья) которых употребляют как пряность. Черный и белый П. представляют высушенные плоды от тропич. растения *Piper nigrum* (сем. *Piperaceae*), причем черный П.—незрелые плоды, а белый—зрелые плоды, освобожденные от внешней плодовой оболочкой. Своим острым вкусом П. обязан эфирному маслу и пиперину $C_{17}H_{19}NO_3$ —слабому органич. основанию, распадающемуся при кипячении с КОН на пипериную к-ту и пиперидин. Содержание эфирного масла: в черном П. 0,6—1,9%, в белом П. 0,5—1,4%; содержание пиперина: в черном П. 4,6—13,0%, в белом П. 4,6—9,1%. Общее количество добываемого П.—26 000 т в год, из них 14 000 т дает о. Суматра. Лучший сорт П.—малабарский. П. часто фальсифицируется как в зернах, так и в молотом виде.

Красный стручковый П.: испанский П., или паприка,—плоды *Capsicum annuum* L. и *C. longum* D. С. и кайенский П.—плоды *C. baccatum* L. Испанский П. разводится в СССР на юге (в Крыму, на Кавказе и в других местах); в незрелом состоянии (зеленый) он употребляется для производства консервов (ф. а. р. ш. рованный П., см. *Консервное дело*), в зрелом состоянии (красный перец) применяется как пряность. Действующая составная часть паприки, так наз. капсаицин $C_{18}H_{27}NO_3$,—вещество фенольного характера, обладающее огромной едкостью. В кайенском П. содержится больше капсаицина, почему он обладает еще более жгучим вкусом.

Кроме перечисленных видов к этой группе растений относятся также: бетель (*Piper betle*), листья к-рого (вместе с зернами

пальмы *Araca catechu*) жуют туземцы; к у б е б а (*Piper cubeba*), зерна к-рого употребляются как пряность; п и м е н т, или я м а й с к и й п е р е ц (*Pimenta officinalis*, сем. Myrtaceae), дающий плоды со вкусом гвоздики, перца и корицы (рыночное название плодов—«Allgewürz», «allspice»).

Лит.: Товароведение, под ред. П. П. Петрова и Ф. В. Цереветникова, т. 4, стр. 483—493, М., 1929; Товарная энциклопедия, под ред. В. Р. Вильяма и Ф. В. Цереветникова, стр. 913—915, М., 1937; M o e l l e r J., Mikroskope d. Nahrungs- u. Genussmittel aus d. Pflanzenreiche, 2 Aufl., В., 1905. Ф. Цереветников.

ПЕРИДОТИТЫ И ПИРОКСЕНИТЫ, общие названия глубоких изверженных горных пород, сложенных из темноцветных (меланократовых) минералов (оливин, пироксены, первичная роговая обманка, биотит, шпинели) и рудных минералов (титаномагнетит, хромит, платина и платиноиды, сульфиды меди и никеля). Рудные минералы иногда скопляются в количествах, позволяющих промышленную эксплуатацию (магматические рудные выделения). П. и п. образуются в результате или дифференциации магм или ассимиляции магмой осадочных пород; уд. в. 3,2—3,4; структура кристаллическая средне- и крупнозернистая; цвет в общем темный (темнозеленый, темнобурый, вплоть до почти черного); форма залегания—глубинные массивы, лакколиты, батолиты; размеры значительно меньше, чем гранитные интрузии. При выветривании эти породы образуют серпентины (змеевики); этот процесс сопровождается образованием хризотил-асбеста и выделением железных руд и гидросиликатов никеля. В химич. отношении П. и п. характеризуются сравнительно небольшим содержанием SiO_2 (~40%) и Al_2O_3 , значительным содержанием MgO (до 45%), FeO (до 17%), CaO (до 18%) и следами щелочей; характерно постоянное присутствие хрома и никеля. Ниже приведены анализы нескольких горных пород из групп П. и п.

Составные части	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2 . . .	43,75	38,72	42,80	31,84	44,99	56,80	40,15
TiO_2 . . .	—	—	—	—	0,97	—	—
Al_2O_3 . . .	18,02	2,55	—	1,37	5,91	0,03	4,60
Fe_2O_3 . . .	7,50	4,50	—	15,63	3,42	0,63	12,24
FeO . . .	5,31	3,78	9,40	14,25	8,30	—	10,87
MnO . . .	—	—	—	—	сл.	—	—
MgO . . .	16,68	41,36	47,38	33,10	21,02	21,19	15,01
CaO . . .	12,40	—	—	0,91	9,79	17,93	17,26
Na_2O . . .	1,46	0,57	—	—	0,91	—	—
K_2O . . .	0,51	сл.	—	—	0,74	—	—
P_2O_5 . . .	—	—	—	—	0,05	—	—
H_2O . . .	1,21	7,70	0,57	2,49	3,89	4,62	0,40

1—ультраосновные габбро, Денежкин Камень, Сев. Урал; 2—дунит, там же; 3—дунит, гора Дун в Новой Зеландии; 4—дунит, богатый магнетитом, Косвинский Камень, Сев. Урал; 5—верлит, гора Кристалл Фолдс, Мичиган, С. Америка; 6—пироксенит, гора Биг-тау, р. Енисей, Сибирь; 7—Косвит ($c\ 0,58 \text{ Sr}_2\text{O}_3$), р. Косва, Сев. Урал.

Перидотиты состоят из оливина с тем или иным содержанием пироксенов (диопсид, бронзит, гиперстен, авгит, эгерин-авгит, диаллаг); при преобладании последних порода переходит в пироксениты. В зависимости от минералогич. состава различают следующие главные разновидности пород: дунит состоит преимущественно из оливина; присутству-

ют хромит и магнетит; верлит—из оливина и диаллага; косвит—то же с преобладанием диаллага; лерцолит—из оливина, диопсида, энстатита; гарцбургит—из оливина, бронзита, энстатита; роговообманковый перидотит включает зеленую или коричневую роговую обманку, слюдяной—биотит. При преобладании роговой обманки над оливином и пироксенами порода переходит в горнблендит. Диаллагит, бронзитит, гиперстенит состоят преимущественно из какого-нибудь одного пироксена. Излившиеся на поверхность перидотитовые и пироксенитовые породы образуют мелко- и среднезернистые, бесплагиоклазовые (в отличие от оливиновых диабазов и мелафиров) породы—пикрит, пикритовый порфирит, лимбургит, авгитит—породы черного или зеленовато-черного цвета.

Лит.: Левинсон-Лессинг Ф. и Белякин Д., Петрографич. таблицы, Л., 1927; О г Э., Геология, 3 изд., Москва, 1924; М у ш к е т о в И., Физич. геология, 3 изд., т. 1, Ленинград, 1924; Ш т и н и И. и М у ш к е т о в Д., Техническая геология, Л.—М., 1925. П. Топольницкий.

ПЕРИЛОВОЕ МАСЛО, жирное масло, получаемое из семян *Perilla osimoides* (Индия, Китай, Япония), сем. губоцветных. В последние годы делают опыты культуры периллы в СССР (С. Кавказ). Семена содержат 40—45% масла; прессованием получают 32—33%. П. м. отличается горьким вкусом, к стеклу не прилипает, собираясь в капли, теряет эту способность при нагревании до 250°. $D_{20}^{20} = 0,928 \div 0,934$. Показатель преломления = 1,481 ÷ 1,483 (20°). Число омыления = 187 ÷ 197; иодное число = 180 ÷ 206. Гексабромное число = 51 ÷ 64.

Составные части П. м.: 12% насыщенных кислот (пальмитиновой и стеариновой), 4% олеиновой, 10% α -линолевой, 43% β -линолевой, 20% α -линоленовой, 3% β -линоленовой, 16,2% оксикислот. П. м. относится к высыхающим маслам; на воздухе поглощает кислород до 21—26% в 70—80 час.; высыхает в течение 6 сут., применяется для олифования. Олифа, приготовленная из П. м. с 3% свинцовомарганцевого резината, высыхает в течение 6 ч.; с 5% того же резината—в 4,5 ч.

Лит.: Л ю б а р с к и й, «Маслоб.-жировое дело», М., 1926; там же, 1927, 9/10; И в а н о в С. Л., там же, 1929. С. Иванов.

ПЕРИОД функции, приращение аргумента, после к-рого повторяются значения периодич. ф-ии. В знаках: если при всяком t

$$f(t + T) = f(t),$$

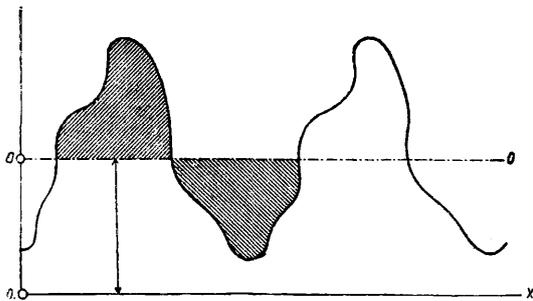
то T —п е р и о д периодич. ф-ии $f(t)$. Если t обозначает время, то и П. ф-ии обозначает промежуток времени между одинаковыми значениями периодич. ф-ии времени. Числом периодов в секунду (обозначение—пер/сек.) измеряется частота (см.) колебательного процесса, например переменного тока (см.). Технич. частоты последнего лежат в пределах 40—60 пер/сек.; в радиотехнике они значительно выше: 10^5 — $6 \cdot 10^8$ пер/сек. (см. *Несущая волна*). В англйской и французской радиотехнич. литературе пер/сек. называется цикл, в немецкой герц.

П. в астрономии употребляется в значении времени оборота планеты или кометы.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА химич. элементов, классификация химич. элементов, предложенная в 1869 г. Д. И. Менделеевым

в результате открытого им *периодич. закона* (см.). Менделеев положил в основу П. с. соотношения между ат. в. элементов и свойствами простых тел и образуемых элементами соединений. Располагая элементы по возрастающим ат. в. и замечая, что через каждые 7 элементов свойства их периодически повторяются, Менделеев расположил все элементы в систему, к-рая первоначально состояла из 12 семичленных горизонтальных рядов. В дальнейшем по мере накопления фактич. материала, особенно же в связи с открытием явлений *радиоактивности* (см.) и *рентгеновых лучей* (см.), первоначальное построение системы видоизменилось, а с 1913 г., после работ Мозли, ат. в. в качестве основы классификации П. с. уступил свое место порядковому номеру. Подробнее см. *Периодический закон*.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, ф-ии, не меняющие своего значения при увеличении аргумента на постоянное число τ , т. е. удовлетворяющие условию: $f(x + \tau) = f(x)$ для всякого x ; τ называется периодом. График П. ф. представляет неограниченное повторение одного куска кривой, перенесенного вдоль оси x -ов на длину $\tau, 2\tau, \dots, -\tau, \dots$ (см. фиг.). Если П. ф. имеет период τ , то



числа $2\tau, 3\tau, \dots, -\tau, \dots$ также являются периодами. Обыкновенно под периодом разумеют наименьший положительный период. Простейшие П. ф.—тригонометрические ф-ии (см. *Тригонометрические функции*); $\sin x$ и $\cos x$ имеют период 2π : $\sin(x + 2\pi) = \sin x$, $\cos(x + 2\pi) = \cos x$. Ф-ии $\sin nx$ и $\cos nx$ имеют период $\frac{2\pi}{n}$ (наименьший); при n целом они допускают также период 2π . Это обстоятельство имеет большое значение для выражения произвольной П. ф.: произвольная П. ф. с периодом 2π , при нек-рых дополнительных условиях, м. б. представлена в виде ряда, содержащего постоянный член и члены с $\sin nx$, $\cos nx$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) с постоянными коэф-тами (см. *Гармонический анализ*, *Ряды Фурье*). П. ф. имеют большое применение в физике и механике для описания периодич. процессов (колебаний); если явление имеет период T , то основными П. ф. являются $\sin \frac{2\pi t}{T}$, $\cos \frac{2\pi t}{T}$ (t —независимое переменное, время; см. *Маятник*). После тригонометрич. ф-ий важным классом П. ф. являются эллиптические, или двоякопериодические, функции (см. *Эллиптические функции*). Здесь рассматриваются также комплексные значения аргумента z ; два периода $2\omega, 2\omega'$ тоже, вообще гово-

ря, комплексные; двоякопериодич. функции $f(z)$ определяются условиями: $f(z + 2\omega) = f(z)$, $f(z + 2\omega') = f(z)$. В последние годы датский математик Гаральд Бор изучил новый класс ф-ии—почти-периодические ф-ии. Их определение тако: $f(x)$ является почти периодической ф-ией, если для всякого малого положительного числа ϵ можно найти такие числа τ («почти-периоды»), что для всех x имеет место неравенство: $|f(x + \tau) - f(x)| < \epsilon$; при этом разные почти-периоды, соответствующие данному ϵ , д. б. расположены не реже нек-рой арифметич. прогрессии. Простейшими почти-периодич. ф-иями являются суммы П. ф. с несоизмеримым отношением периодов, напр. $A \sin ax + B \sin bx$, если $\frac{a}{b}$ иррациональное число. Доказывается, что любая почти-периодическая ф-ия м. б. представлена бесконечным рядом Фурье вида $\sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos \lambda_n x + b_n \sin \lambda_n x)$, где λ_n —любые действительные числа (если λ_n целые, то получим П. ф.). Почти-периодич. ф-ии встречаются в ряде проблем динамики.

Лит.: Привалов И. И., *Ряды Фурье*, Москва—Ленинград, 1930. В. Степанов.

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН, закон периодичности химических и физич. свойств элементов. Краткая формулировка П. з. состоит в следующем: все химические и подавляющее большинство физич. свойств элементов представляют собой периодич. ф-ию (прерывную) от величины заряда атомного ядра. Закон этот был открыт Д. И. Менделеевым в 1869 г. и опубликован в том же году в первом томе *Журнала русского физико-химич. общества*, а также и за границей. В то время не существовало никаких представлений об атомном ядре, и Менделеев формулировал свой П. з. несколько иначе, а именно за аргумент взял вместо заряда ядра ат. вес и на основе постулата развил идею о естественной периодической системе элементов, разместив в ней отдельно элементы вполне правильно—в порядке возрастания ядерного заряда (см. табл.). При этом Менделееву, как известно, пришлось поступиться в трех случаях правилом постепенного нарастания ат. веса и поместить элемент с меньшим ат. весом после элемента с весом бльшим. Список элементов, известных в настоящее время, обнаруживает четыре случая подобной аномалии атомных весов. В 1913 году Мозли заменил в формулировке Менделеевского закона ат. вес зарядом ядра, находящим непосредственное выражение в так наз. порядковом числе, или атомном номере, элемента. Свообразный смысл понятия об ат. в. был раскрыт позднее работами Астона и Гаркинса. Первые проблески понимания причин периодичности свойств элементов мы находим в работах Дж. Дж. Томсона, но только Н. Бор (1913) дал ясное толкование как строения электронных оболочек атомов, так и периодической системы элементов. Свое завершение идеи Бора получили в 1925 г. в принципе, высказанном Паули: «в атоме не может существовать двух электронов,

Таблица элементов с изотопами нерадиоактивных элементов.

Порядк. номер	Название элемента	Символ элемента	Сред- ний ат. в.	Ат. в. изотопов	Порядк. номер	Название элемента	Символ элемента	Сред- ний ат. в.	Ат. в. изотопов
1	Водород	H	1,0078	1,0078	49	Индий	In	114,8	115
2	Гелий	He	4,0020	4	50	Олово	Sn	118,70	112i, 114k, 115l, 118c, 117f, 118b, 119e, 120a, 121h, 122g, 124d
3	Литий	Li	6,94	6b, 7a					121i, 123b
4	Бериллий	Be	9,02	9					126b, 128a, 130c, 127
5	Бор	B	10,82	10b, 11a					124i, 126f, 128f, 129a, 130g, 131c, 132b, 134d, 136e
6	Углерод	C	12,000	12	51	Сурьма	Sb	121,76	133
7	Азот	N	14,008	14	52	Теллур	Te	127,5	(136b), 138a
8	Кислород	O	16,0000	16,17,18	53	Иод	J(I)	126,932	138, 90
9	Фтор	F	19,00	19	54	Ксенон	X	130,2	140, 13
10	Неон	Ne	20,183	20a, (21), 22b					140a, 142b
11	Натрий	Na	22,997	23					141
12	Магний	Mg	24,32	24a, 25b, 26c	55	Цезий	Cs	132,81	142, 144, (145), 146
13	Алюминий	Al	26,97	27	56	Барий	Ba	137,36	
14	Кремний	Si	28,06	28a, 29b, 30c	57	Лантан	La	138,90	
15	Фосфор	P	31,02	31	58	Церий	Ce	140,13	
16	Сера	S	32,06	32a, 33b, 34c	59	Прозермий	Pr	140,92	
17	Хлор	Cl	35,457	35a, 37b	60	Неодим	Nd	144,27	
18	Аргон	Ar	39,944	36b, 40a					
19	Калий	K	39,104	39a, 41b	61	Иллиний	Il	—	
20	Кальций	Ca	40,07	40a, 44b	62	Самарий	Sm	150,43	
21	Скандий	Sc	45,10	45	63	Европий	Eu	152,0	
22	Титан	Ti	47,90	48, (50)	64	Гадолиний	Gd	157,3	
23	Ванадий	V	50,95	51	65	Тербий	Tb	159,2	
24	Хром	Cr	52,01	52	66	Диспрозий	Dy	162,46	
25	Марганец	Mn	54,93	55	67	Гольмий	Ho	163,5	
26	Железо	Fe	55,84	54b, 56a	68	Эрбий	Er	167,64	
27	Кобальт	Co	58,94	59	69	Тулий	Tu	169,4	
28	Никель	Ni	58,69	58a, 60b	70	Иттербий	Yb	173,5	
29	Медь	Cu	63,57	64a, 65b	71	Лютеций (Кас- снопей)	Lu (Cp)	175,0	
30	Цинк	Zn	65,38	63i, (65), 66b, (67), 68c, (69), 70d	72	Гафний	Hf	178,6	
31	Галлий	Ga	69,72	69a, 71b	73	Тантал	Ta	181,36	
32	Германий	Ge	72,60	74a, 72b, 70c, 73, 75, 76, 71, 77	74	Вольфрам	W	184,0	182, 183, 184, 186
33	Мышьяк	As	74,93	75	75	Рений	Re	186,31	185b, 187a
34	Селен	Se	79,2	74f, 76c, 77e, 78b, 80a, 82d	76	Осмий	Os	190,9	186e, 187f, 188d, 189c, 190b, 192a
35	Бром	Br	79,916	79a, 81b	77	Иридий	Ir	193,1	
36	Криpton	Kr	82,9	78f, 80e, 82c, 83d, 84a, 86b	78	Платина	Pt	195,23	
37	Рубидий	Rb	85,45	85a, 87b	79	Золото	Au	197,2	
38	Стронций	Sr	87,63	86b, 88a	80	Ртуть	Hg	200,61	198d, 199c, 200b, 201e, 202a, 204f
39	Иттрий	Y	88,92	89					
40	Цирконий	Zr	91,22	90a, 92c, 94b, (96)	81	Таллий	Tl	204,39	
41	Ниобий (Ко- лумбий)	Nb (Cb)	93,5	96p, 98g, 99e, 100d, 101b, 102a, 104c	82	Свинец	Pb	207,21	206b, 207c, 208a, (209)
42	Молибден	Mo	96,0		83	Висмут	Bi	209,00	209
43	Мазурий	Ma	—		84	Полоний	Po	210,0	
44	Рутений	Ru	101,7		85	Экапоб	Ek J	—	
45	Родий	Rh	102,9		86	Радон (Эмана- ций, Нитон)	Rn (Em, Nt)	222	
46	Палладий	Pd	106,7		87	Экацезий	EkCs	—	
47	Серебро	Ag	107,880		88	Радий	Ra	225,97	
48	Кадмий	Cd	112,41	107a, 109b 110c, 111e, 112b, 113d, 114a, 116f	89	Активный	Ac	(227)	
					90	Торий	Th	232,12	
					91	Протактиний	Pa	(231)	
					92	Уран	U	238,14	

Изотопы радиоактивных элементов—см. Спр. ТЭ, т. I. Буквы при ат. в. изотопов указывают содержание того или иного изотопа в составе элемента (а—наибольшее, b—меньше и т. д.).

имеющих совершенно идентичные квантовые числа». Этот принцип позволил теоретически объяснить структуру периодической системы. В настоящее время в связи с дальнейшими успехами науки (волновая механика, новое учение Лондона о валентности, новые экспериментальные данные) П. з. может быть истолкован еще глубже и продолжает служить путеводной нитью для исследователей свойств вещества.

Попытки классификации элементов делались и до Менделеева: Доберейнер (1829 г.) установил закон триад, по которому аналогичные (по свойствам) элементы м. б. сгруппированы по три в «триады», причем ат. в. среднего члена такой группы близок к полусумме ат. в. крайних элементов; эту идею далее развивали Петтенкофер, Дюма. Значительно ближе к П. з. подошел

Шанкуртуа (1826 г.), еще ближе Ньюландс (1865 г.) в своем законе октав. Менделеев расположил все известные ему химич. элементы в порядке возрастания ат. в. и отметил, что в таком ряду периодически повторяются аналогичные серии элементов, т. н. периоды. Если написать один период под другим, то в отдельные вертикальные столбцы, названные Менделеевым группами, попадают элементы, аналогичные по своим физич. и химич. свойствам. Заметив, что целый ряд элементов не укладывается в систему, если им приписать ат. в., общепринятые в то время, Менделеев признал необходимым исправить эти веса. Так, для элемента индия принимался в то время ат. в. 75,4 (37,7 × 2, т. к. индий считали двухвалентным элементом по некоторому сходству с цинком); однако в ряду Менделеева место

для элемента с ат. в. в 75 занято мышьяком:

IV гр.	V гр.	VI гр.
Ge	As	Se
72,5	74,96	79,2

Ясно, что ат. в. индия не м. б. равен 75,4; остается предположить, что валентность индия равна не двум, но трем или четырем, и ат. в. его тогда будет соответственно $37,7 \times 3 = 113$ или $37,7 \times 4 = 151$. Предположив, что индий трехвалентен, Менделеев нашел для него место в системе между кадмием (ат. в. 112) и оловом (ат. в. 119) и т. о. указывал на необходимость искать аналогии индия не с цинком (II группа), но с алюминием (III группа), что при дальнейшем исследовании вопроса оправдывается. Подобным путем были исправлены или установлены Менделеевым ат. в. индия, урана, платины, осмия, иридия, золота, титана, бериллия, церия, иттрия. Д. И. Менделеев не остановился на исправлении ат. в. элементов известных. Ему принадлежит также предсказание новых, тогда еще неизвестных, элементов со всеми их важнейшими физич. и химич. свойствами. Предсказаны были аналог бора — экабор, аналог алюминия — экаалюминий, затем экасилиций, экатантал, экамарганец и экамарганец и экацирий и экакол. Из этих 8 элементов первые шесть теперь уже открыты и названы: скандий, галлий, германий, протактиний, мазурий и рений. Как близко совпадение между свойствами элементов, предсказанных Менделеевым и фактически открытых, видно из следующего сопоставления:

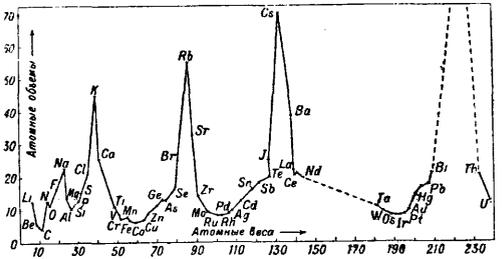
Предсказано Д. И. Менделеевым в 1871 г. Найдено Кт. Винклером в 1886 г.

Экасилиций	Es	Германий	Ge
Ат. в.	72	Ат. в.	72,5
Уд. в.	5,5	Уд. в.	5,469
Ф-ла окисла	EsO ₂	Ф-ла окисла	GeO ₂
Уд. в. окисла	4,7	Уд. в. окисла	4,703
Хлористое соединение	EsCl ₄	Хлористое соединение	GeCl ₄
t _{кп.}	100°	t _{кп.}	86°
Уд. в.	1,9	Уд. в.	1,887
Металлоорганич. соединение	Es(C ₂ H ₅) ₄	Металлоорганич. соединение	Ge(C ₂ H ₅) ₄
t _{кп.}	160°	t _{кп.}	160°
Уд. в.	0,96	Немного легче воды	

Весь фактич. материал химии, представлявший ранее бессистемное скопление разрозненных данных, получил на основе П. в. новое освещение и был систематизирован; блестящие обобщения, предсказания, новые пути исследования и выше всего сама философская идея о существовании естественной системы элементов, о существовании закона, подчиняющего себе многообразие элементов, — вот вклад в науку, обессмертивший имя Д. И. Менделеева. В 1870 г. германский химик Лотар Мейер, уже знакомый с открытием Менделеева, опубликовал статью, в к-рой дал кривую атомных объемов, особенно ярко подчеркнув этим с количественной стороны идею периодичности физич. свойств химич. элементов (фиг. 1).

Открытие периодической системы элементов дало химии мощный толчок вперед, но самый принцип построения системы, причина периодичности химических и физических свойств оставались тайной до недавнего времени. Только успехи физики, разгадав-

шей природу рентгеновых лучей и линейчатых оптических спектров, позволили в настоящее время дать истолкование этой системе. С современной точки зрения каждый нейтральный материальный атом состоит из равного количества частиц положительного электричества (протоны) и отрицательного электричества (электроны). Все протоны данного атома и некоторая часть его электронов (цементирующие электроны) составляют ядро атома; вокруг ядра, лежащего в центре атома, расположена электронная сфера, т. е. пространство, заключающее в себе все остальные (иногда называемые планетарными) электроны. Т. к. заряды протонов и электронов равны друг другу по величине и только противоположны по знаку, заряд ядра равен всегда разности между числом его протонов и цементирующих электронов, умноженной на элементарный заряд ($4,77 \cdot 10^{-10}$ абс. эл.-ст. ед.);



Фиг. 1.

число планетарных электронов конечно также равно этой разности, т. е. равно числу свободных положительных зарядов ядра. Масса ядра приблизительно равна сумме масс его протонов, а т. к. масса ядерного протона, выраженная в шкале ат. в., близка к единице, следовательно и вес ядра в той же шкале равен числу входящих в него протонов; электроны имеют малую массу, приблизительно в 1842 раза меньшую, чем масса одного протона, а потому массу цементирующих электронов можно в первом приближении не принимать во внимание; то же можно сказать и про планетарные электроны. Таким образом ат. в. в первом приближении д. б. равен числу протонов, входящих в ядро атома.

В 1913 году Мозли, изучая рентгеновы спектры элементов, нашел основной закон, согласно к-рому положительный заряд ядра (а следовательно и число планетарных электронов) атомов данного элемента есть величина вполне определенная и равная порядковому номеру элемента в таблице Менделеева. Т. о. положительный заряд ядра первого по порядку элемента — водорода — равен заряду одного протона, а так как ат. в. водорода равен 1, то в водородном ядре очевидно присутствует только один протон и нет совсем цементирующих электронов; ф-ла водородного атома будет $[p]e$, где p , стоящее в квадратных скобках, обозначает ядро, состоящее из одного протона, а e есть единственный планетарный электрон. Формула кальциевого атома будет $[p^{40}e^{20}]e^{20}$, так как

атомный вес кальция равен 40, а порядковый номер—20. Заряд ядра последнего элемента таблицы урана оказался равным 92; на этом основании можно утверждать, что согласно закону Мозли и порядковый номер урана тоже равен 92, т. е. между водородом и ураном в системе должно стоять ровно 90 элементов. Мы не знаем до сих пор, продолжается ли система дальше урана, т. е. существуют ли в природе атомы тяжелее и сложнее урана, имеющие заряд ядра в 93, 94 и т. д. единиц, но если принять уран за последний элемент, общее число их будет равно 92. Из этих 92 элементов в настоящее время только два остаются еще неоткрыты-

риод—самый большой (радоновый)—содержит 32 элемента; от седьмого периода мы знаем лишь обрывок из шести элементов. Вышеупомянутые числа 2, 8, 18 и 32, характеризующие длины периодов, укладываются в простые ф-лы вида: $2 \cdot 1^2 = 2$; $2 \cdot 2^2 = 8$; $2 \cdot 3^2 = 18$ и $2 \cdot 4^2 = 32$, на что указал еще Ридберг. Т. о. мы видим, что химич. характеристика элементов меняется в ряду элементов, расположенных в порядке возрастания ядерного заряда, действительно периодически: после некоторой серии химически активных элементов в системе периодически появляются инертные элементы, причем порядковые номера этих последних подчинены строю математическому правилу. В первом периоде мы имеем один активный элемент водород и один инертный — гелий; в последующих периодах мы имеем опять по одному инертному элементу (в совокупности они дают семейство инертных газов), но число активных возрастает: во втором и третьем периоде их по семи, в четвертом и пятом по 17, в шестом 31. При этом 7 активных элементов второго (неонового) периода резко отличаются друг от друга и являются первыми и наиболее типичными представителями семи семейств, составленных аналогичными по своим свойствам элементами; эти семейства следующие: I семейство одновалентных щелочных металлов (Li, Na, K, Rb, Cs, EkCs), II семейство двухвалентных щелочноземельных металлов (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), III семейство трех-

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	0					
1	H ¹ _{1.0078}								² _{4.002} He					
2	³ _{6.946} Li	⁴ _{9.02} Be	⁵ _{10.82} B	⁶ _{12.00} C	⁷ _{14.00} N	⁸ _{16.000} O	⁹ _{19.00} F		¹⁰ _{20.18} Ne					
3	¹¹ _{22.987} Na	¹² _{24.32} Mg	¹³ _{26.97} Al	¹⁴ _{28.06} Si	¹⁵ _{31.02} P	¹⁶ _{32.06} S	¹⁷ _{35.457} Cl		¹⁸ _{39.94} Ar					
4	¹⁹ _{39.104} K	²⁰ _{40.07} Ca	²¹ _{45.10} Sc	²² _{47.90} Ti	²³ _{50.95} V	²⁴ _{52.01} Cr	²⁵ _{54.93} Mn	²⁶ _{55.84} Fe	²⁷ _{58.94} Co	²⁸ _{58.69} Ni				
	²⁹ _{63.57} Cu	³⁰ _{65.38} Zn	³¹ _{69.72} Ga	³² _{72.60} Ge	³³ _{74.93} As	³⁴ _{79.2} Se	³⁵ _{79.916} Br			³⁶ _{82.9} Kr				
5	³⁷ _{85.45} Rb	³⁸ _{87.63} Sr	³⁹ _{88.93} Y	⁴⁰ _{91.22} Zr	⁴¹ _{93.5} Nb	⁴² _{96.0} Mo	⁴³ _{97.90} Tc	⁴⁴ _{101.7} Ru	⁴⁵ _{102.9} Rh	⁴⁶ _{106.7} Pd				
	⁴⁷ _{107.880} Ag	⁴⁸ _{112.41} Cd	⁴⁹ _{114.8} In	⁵⁰ _{118.70} Sn	⁵¹ _{121.76} Sb	⁵² _{127.5} Te	⁵³ _{126.93} I			⁵⁴ _{130.02} X				
6	⁵⁵ _{132.81} Cs	⁵⁶ _{137.36} Ba	⁵⁷ _{138.90} La	⁵⁸ _{140.15} Ce	⁵⁹ _{140.92} Pr	⁶⁰ _{144.27} Nd	⁶¹ _{144.91} Pm	⁶² _{150.45} Sm	⁶³ _{162.0} Eu	⁶⁴ _{157.3} Gd	⁶⁵ _{159.2} Tb	⁶⁶ _{162.46} Dy	⁶⁷ _{163.5} Ho	⁶⁸ _{167.64} Er
	⁶⁹ _{169.4} Tm	⁷⁰ _{175.5} Yb	⁷¹ _{175.0} Lu	⁷² _{178.6} Hf	⁷³ _{181.4} Ta	⁷⁴ _{184.0} W	⁷⁵ _{188.31} Re	⁷⁶ _{190.9} Os	⁷⁷ _{193.1} Ir	⁷⁸ _{195.23} Pt				
	⁷⁹ _{197.2} Au	⁸⁰ _{200.61} Hg	⁸¹ _{204.39} Tl	⁸² _{207.21} Pb	⁸³ _{209.0} Bi	⁸⁴ ₂₁₀ Po	⁸⁵ ₂₁₀ At							
7	⁸⁷ _{227.03} Fr	⁸⁸ _{226.07} Ra	⁸⁹ _{227.03} Ac	⁹⁰ _{232.04} Th	⁹¹ _{231.04} Pa	⁹² _{238.03} U								
	R ₂ O		RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	Типичные формулы окислов					
				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH		Летучие водородные соединения					

Фиг. 2.

ми, а именно экапозий и экаон, предсказанные еще Менделеевым. Выше приводится таблица элементов с сохранением способа написания ее, предложенного Менделеевым; наиболее существенным дополнением к форме таблицы является включение в клетку каждого элемента наряду с ат. весом порядкового числа, равного заряду ядра.

Как видно из вышеприведенной таблицы (фиг. 2), вся периодическая система элементов состоит из семи периодов. Шесть первых периодов кончаются инертными газами: He, Ne, Ar, Kr, X, Rn; седьмой период, незаконченный, имеет последним элементом уран. Первый период — гелиевый — состоит из двух элементов: водорода и гелия; второй и третий периоды (неоновый и аргоновый), или т. н. малые периоды, состоят каждый из 8 элементов; четвертый и пятый (криптовый и ксенонный), т. н. большие периоды, содержат по 18 элементов; шестой пе-

риодический закон. Вышеупомянутые числа 2, 8, 18 и 32, характеризующие длины периодов, укладываются в простые ф-лы вида: $2 \cdot 1^2 = 2$; $2 \cdot 2^2 = 8$; $2 \cdot 3^2 = 18$ и $2 \cdot 4^2 = 32$, на что указал еще Ридберг. Т. о. мы видим, что химич. характеристика элементов меняется в ряду элементов, расположенных в порядке возрастания ядерного заряда, действительно периодически: после некоторой серии химически активных элементов в системе периодически появляются инертные элементы, причем порядковые номера этих последних подчинены строю математическому правилу. В первом периоде мы имеем один активный элемент водород и один инертный — гелий; в последующих периодах мы имеем опять по одному инертному элементу (в совокупности они дают семейство инертных газов), но число активных возрастает: во втором и третьем периоде их по семи, в четвертом и пятом по 17, в шестом 31. При этом 7 активных элементов второго (неонового) периода резко отличаются друг от друга и являются первыми и наиболее типичными представителями семи семейств, составленных аналогичными по своим свойствам элементами; эти семейства следующие: I семейство одновалентных щелочных металлов (Li, Na, K, Rb, Cs, EkCs), II семейство двухвалентных щелочноземельных металлов (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), III семейство трех-

валентных бора и земельных металлов (B, Al, Ga, In, Tl), IV семейство четырехвалентного углерода (C, Si, Ge, Sn, Pb), V семейство пятивалентного азота (N, P, As, Sb, Bi), VI семейство кислорода (O, S, Se, Te, Po), VII семейство галогенов (F, Cl, Br, I, EkI). Т. о. к 7 активным элементам 2-го периода примыкают в качестве химич. аналогов все 7 активных элементов третьего периода, а из последующих 4-го, 5-го и 6-го периодов тоже только по семи элементов; этот факт подчеркнут нами в таблице тем, что символы аналогичных элементов поставлены точно один под другим в вертикальный столбец. Одна из главных аналогий между членами каждого отдельного семейства — одинаковая высшая валентность по кислороду; высшая валентность всех аналогов углерода равна четырем и по отношению к кислороду и по отношению к водороду; высшая валентность аналогов азота по кислороду равна 5,

по водороду 3, в семействе кислорода соответственно 6 и 2, для галогенов 7 и 1 и т. д. Эти аналогии находят свое символическое изображение в таблице в виде ф-лы высших окислов и водородных соединений, приписанных к каждому вертикальному столбцу. Каждая горизонтальная серия из семи активных элементов начинается электроположительным щелочным металлом, кончается электроотрицательным галогеном. В больших периодах (4-м и 5-м) между щелочноземельным металлом и земельным помещается декада металлч. элементов нового типа:

4-й период:

K Ca [Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn] Ga Ge As Se Br Kr;

5-й период:

RbSr[Y Zr Nb Mo Ma Ru Rh Pd Ag Cd] In Sn Sb Te J. X.

Если элементы, стоящие до и после скобки, являются аналогами элементов 2-го и 3-го периодов, то декады, заключенные в скобки, представляют собой серии нового типа, причем вставная декада 5-го периода аналогична декаде периода 4-го, т. е. элементам ряда Sc—Zn. Точно такую же вставную декаду мы находим и в 6-м периоде, но там она осложнена тем, что между первым и вторым членом декады в свою очередь вставлена еще новая серия т. н. редкоземельных элементов, состоящая из 14 членов. Т. о. строение 6-го периода можно представить так: Cs Ba (La [Ce Pr Nd H Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tu Yb Lu] Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg) Tl Pb Bi Po Ek J Rn. 8 элементов 6-го периода являются аналогами 8 представителей 2-го и 3-го периодов, 10—аналогами элементов соответственных вставных декад 4-го и 5-го периодов, а остальные 14 представляют собой новую своеобразную серию металлов, не имеющую аналогов в вышележащих периодах системы. 7-й период м. б. представлен так: EkCs Ra (Ac Th Pa U...), т. е. кроме двух типичных щелочного и щелочноземельного металлов мы имеем еще 4 члена, представляющих как бы начало вставной декады, т. н. действительно элементы Ac—U сходны с элементами La—W, Y—Mo, Sc—Sr. По аналогии с 6-м периодом можно было бы ожидать между Ac и Th вставку из 14 аналогов ряда Ce—Lu, но на самом деле это не имеет места.

Хотя появление металлов вставных декад представляет собою новое развитие идеи химич. активности, а не простую вариацию типичных элементов малых периодов, тем не менее бо́льшая часть из них м. б. размещена в те же 7 групп, которые были нами указаны. Мы могли бы ожидать, что вставленная между двухвалентным кальцием и трехвалентным галлием декада металлов будет состоять из металлов двух- или трехвалентных со свойствами, промежуточными между кальцием и галлием. На самом же деле мы имеем след за двухвалентным кальцием сразу трехвалентный скандий, затем четырехвалентный титан, пятивалентный ванадий, шестивалентный хром и семивалентный марганец; т. е. природа здесь, хотя и в иной форме, но имитирует до известной степени ход валентности в малых периодах. Элементы конца вставной декады Cu и Zn также примыкают по некоторым своим свойствам к типичным элементам I и II групп

системы, но железо, кобальт и никель не имеют даже отдаленных аналогов в малых периодах, и Менделееву пришлось их поместить в особую, VIII группу; этот факт подтверждает мысль об исключительном положении всех элементов вставной декады и о некоем сомнении в правильности помещения нек-рых ее членов в один столбец с элементами малых периодов. О том же говорит особое, свойственное элементам вставных декад, свойство—давать комплексные соединения, яркая окраска ионов, образуемых этими элементами, магнитные их свойства и многие другие своеобразные проявления их природы, отличающие вставные декады от типичных элементов. Еще более своеобразна и исключительна по своим особенностям группа 14 элементов редких земель; свойства этих элементов близки друг к другу, и вследствие этого их разделение и очистка весьма затруднительны.

Т. о. в системе элементов мы можем отличать следующие составные части: 1) два простейших элемента—водород и гелий, составляющие первый период; 2) 42 типичных элемента (2-й и 3-й периоды и их аналоги из последующих периодов), дающие 8 вертикальных столбцов или групп от 0 до VII; 3) 34 элемента вставных декад, помещенных в те же вертикальные столбцы от I до VII, а также в особую VIII группу. 25 из них, попадая в вертикальные группы, образованные типичными элементами, составляют т. н. побочные подгруппы: Ia—благородные металлы Cu, Ag, Au; IIa—подгруппа цинка Zn, Cd, Hg; IIIa—подгруппа скандия Sc, Y, La, Ac; IVa—подгруппа титана Ti, Zr, Hf, Th; Va—подгруппа ванадия V, Nb, Ta, Pa; VIa—подгруппа хрома Cr, Mo, W; VIIa—подгруппа марганца Mn, Ma, Re. VIII группа составлена тремя триадами: Fe, Co, Ni; Ru, Rh, Pd и Os, Ir, Pt; 4) наконец в системе имеем еще 14 металлов редких земель.

Сложное строение системы долгое время было загадкой и только после успехов физики, выяснившей на основе изучения спектров структуру электронных оболочек атомов, установлены были принципы, лежащие в основе явления периодичности. Прежде всего было выяснено, что состояние каждого планетарного электрона, рассматриваемого отдельно от остальных электронов атома, м. б. охарактеризовано четырьмя символами—т. н. к в а н т о в ы м и ч и с л а м и—соответственно числу независимых периодич. движений или числу степеней свободы данного электрона; три из них отвечают трем пространственным координатам (в первоначальной теории Бора этому отвечали три одновременных движения: вращение электрона по орбите, вращение самой орбиты в известной плоскости вокруг ядра атома и наконец прецессионное вращение этой плоскости), четвертое связано с вращением электрона вокруг его собственной оси. Эти четыре числа n_i , l_i , $l_{i,m}$ и $s_{i,m}$ связаны между собою следующими законами:

$$0 < l_i < n_i - 1,$$

$$l_{i,m} = +l_i, + (l_i - 1) + \dots - l_i,$$

$$s_{i,m} = \pm \frac{1}{2}.$$

Принимая во внимание эти математич. ограничения, а также высказанный в 1925 г. Паули принцип, согласно к-рому в атоме не может существовать двух электронов, для которых все 4 квантовые числа совпадают бы, мы можем вычислить, сколько электронов, отвечающих главным квантовым числам $n_i = 1, 2, 3, \dots$, может поместиться в 1-й, 2-й, 3-й, ... электронной оболочке, или сфере, окружающей ядро атома. По вычислению оказывается, что в первой сфере м. б. максимум 2 электрона, во второй 8, в третьей 18, в четвертой 32, и получаем ряд чисел, характеризующий длину периодов системы элементов, причем 8 электронов, имеющих $n_i = 2$, разбиваются на 2 подгруппы: для $l_i = 0$ мы имеем два электрона

($l_m = 0, s_{i_m} = \pm \frac{1}{2}$), для $l_i = 1$ имеет уже шесть электронов ($l_m = +1, 0$ и -1 и в каждом случае $s_{i_m} = \pm \frac{1}{2}$). Далее 18 электронов третьей сферы разбиваются на три подгруппы, имеющие различное второе квантовое число l_i : в одной из них 2 электрона, в другой 6, в третьей 10; 32 электрона 4-й сферы делятся соответственно на подгруппы в 2, 6, 10 и 14 электронов. Эти числа играют, как оказывается, решающую роль в построении периодической системы. Проходя в системе от первого элемента по порядку до последнего, мы все время имеем возрастание заряда ядра, а следовательно и числа планетарных электронов, к-рые и будут размещаться вокруг ядра, согласно принципу Паули; при этом, как можно показать теоретически, законченному постройкой слою из 8 электронов ($2+6$), а в случае гелия слою из двух электронов ($n_i = 1$) отвечает атом со свойствами инертного газа. Строя электронные оболочки вокруг ядра, мы должны периодически заканчивать одну и приниматься за постройку следующей, более внешней (увеличение n_i на 1); в этот момент мы и будем иметь конец периода, характеризующийся появлением инертного газа. Водород и гелий отвечают постепенному заполнению 1-й электронной сферы на протяжении периода Li—Ne, заполняется 8 электронами 2-я сфера, период Na—Ar отвечает постепенному заполнению 8 электронами 3-й сферы, которая согласно сказанному может содержать в себе не 8, а 18 электронов. Дальнейший ход заполнения электронами пространства вокруг ядра ясен из следующей схемы (см. схему строения электронных оболочек), в которой римскими цифрами изображены последовательно заполняемые электронные сферы; арабские цифры представляют собою число новых электронов, попадающих в атом и размещающихся в том или ином слое; (см. *Строение атома*).

Из этой схемы ясно, что типичные элементы сходны между собой вследствие одинаковой структуры самого внешнего электрон-

Схема строения электронных оболочек.

Периоды	I	II	III	IV	V	VI	VII
		2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6 10	2
H—He	2						
Li—Ne	2	2 6					
Na—Ar	2	2 6	2 6				
K—Ca	2	2 6	2 6	2			
Sc—Zn	2	2 6	2 6 10	2			
Ga—Kr	2	2 6	2 6 10	2 6			
Rb—Sr	2	2 6	2 6 10	2 6	2		
Y—Cd	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2		
In—X	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2 6		
Cs—Ba	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2 6	2	
La	2	2 6	2 6 10	2 6 10	2 6	1 2	2
Ce—Lu	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6	1 2	2
Hf—Hg	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2	2
Tl—Rn	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6	2
EkCs—Ra	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6	2
Ac—U	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10	2 6 4	2

ного слоя (последовательное заполнение его 8 электронами); металлы вставных декад отвечают вхождению 10 электронов во II слой снаружи; металлы редких земель соответствуют накоплению 14 электронов в III снаружи слое (IV слой при наличии более внешних V и VI). Современная теория валентности (Лондон) основана на представлении о непарных электронах, не имеющих внутри атома партнера, обладающего теми же самыми первыми тремя квантовыми числами и отличающегося только знаком четвертого квантового числа (вращение электрона вправо или влево обозначается символами $\pm \frac{1}{2}$). Приложение этой теории к системе элементов объясняет как периодичность валентности, так и многие другие ее особенности, напр. низкую валентность кислорода и фтора.

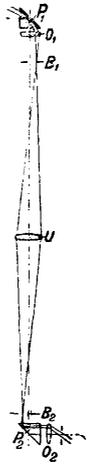
Во всех случаях периодичности физич. и химич. свойств элементов в основе лежит факт периодичных изменений внешней электронной оболочки, имеющих место при рассмотрении элементов, расположенных в ряд Менделеева. От структуры внешней электронной сферы зависит, каким образом атом реагирует на воздействия внешней среды. Свойства центральной части атома не отражаются непосредственно на явлениях, происходящих на его поверхности. Существуют однако явления, зависящие как-раз от ядра атома и не связанные тесно с его периферией; сюда относятся явления радиоактивности и вообще весь комплекс проблем, касающихся прочности ядер, их синтеза и дезинтеграции. Рассматривая эти явления, мы уже не можем ждать периодичности или во всяком случае закон периодичности будет иной, никак не связанный со структурой электронной оболочек, но зависящий от строения ядер. Гаркин первый указал на то, что повидимому существует особая периодичность и для ядерных свойств, но период, открытый им, оказался равным не 8 и не 18, а всего только 2; на протяжении всей системы четные по порядку элементы оказались более распространенными в при-

роде, чем нечетные; число *изотопов* (см.) у четных элементов значительно и веса их большей частью четны. Нечетные элементы мало распространены в природе, число изотопов у них не превышает двух и за редкими исключениями веса их нечетны. Таким образом, проходя через систему, мы попеременно будем встречать элементы с более прочными и менее прочными ядрами. Тем же Гаркинсом была высказана идея о потере массы, происходящей при образовании тяжелых атомов из водорода благодаря громадному экзотермическому эффекту. Астон, изучавший отклонения масс отдельных атомов от целых чисел, составил в 1930 году таблицу этих отклонений и на основании ее пришел к заключению, что наибольшая потеря массы, а следовательно и наибольший экзотермич. эффект образования, отвечает элементам, лежащим в системе около железа. Этот факт, возможно, и объясняет большое распространение в природе железа. Т. о. периодическая система, построенная на основании данных о периферических свойствах атомов, в настоящее время начинает служить и выяснению проблемы эволюции материи. Система Менделеева оказалась не искуственной классификацией элементов, а естественной системой их; она послужила и долго будет служить источником рабочих гипотез, путевой нитью исследователя.

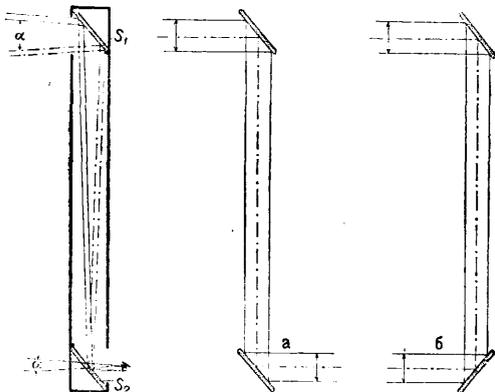
Лит.: Менделеев Д., Основы химии, 9 изд., т. 2, М.—Л., 1928; Хвольсон О. Д., Физика наших дней, 2 издание, М.—Л., 1929; Бор Н., Три статьи о спектрах и строении атомов, пер. с нем., М.—Л., 1923; Крамерс Г. А. и Гольст Х., Строение атома и теория Бора, пер. с англ., М.—Л., 1926; Чугаев Л., Периодич. система химических элементов, Москва, 1913; Спр. ТЭФ, т. I, стр. 45—55; Meyer L. u. Mendelejeff D., Abhandlungen über d. natürliche System d. chemischen Elemente, Ostwalds Klassiker d. exakten Wissenschaften, 68, Leipzig, 1895; Eucken A., Lehrbuch d. chemischen Physik, Leipzig, 1930; Schmidt K., Das periodische System d. chemischen Elemente, Lpz., 1917; Rabinowitz E. u. Thielo, Das periodische System d. Elemente, Stg., 1930. С. Шукарев.

ПЕРИСКОП, оптич. прибор, дающий возможность рассматривать предметы, расположенные в горизонтальных плоскостях, не совпадающих с горизонтальной плоскостью

заметного наблюдения за противником из защищенных пунктов, в технике—для исследования недоступных внутренних частей изделий. В простейшей форме П. состоит из вертикальной трубы (фиг. 1) с двумя наклоненными под углом в 45° зеркалами S_1 и S_2 или призмами с полным внутренним отражением, расположенными параллельно друг другу в разных концах трубы и обращенными друг к другу своими отражающими поверхностями. Однако отражательная система П. может конструироваться различно. Система из двух параллельных зеркал (фиг. 2а) дает прямое изображение, правая и левая стороны которого идентичны с соответствующими сторонами наблюдаемого предмета. Система из двух перпендикулярных зеркал (фиг. 2б) дает изображение обратное, и т. к. оно рассматривается наблюдателем, стоящим спиной к предмету, то правая и левая стороны меняют свои места. Перевертывания изображения и смещения сторон легко достигнуть, помещая в систему преломляющую призму, но необходимость наблюдения спиной к предмету, а следовательно и затруднительность в ориентировке остается, и поэтому вторая система менее пригодна. Недостатками П., изображенного на фиг. 1 и применяемого в позиционной войне, являются незначительный угол зрения α (ок. $10-12^\circ$) и небольшая светосила, что вынуждает ограничиваться длиной не более 1 000 мм при сравнительно большом диаметре трубы—до 330 мм. Поэтому в П. отражающая система обычно связывается с системой линз. Это достигается присоединением к отражательной системе П. телескопа, одного или двух. При этом т. к. обычная астрономич. труба дает обратное изображение с перемещенными сторонами, то комбинация перпендикулярных зеркал с такой трубой даст прямое изображение с правильно расположенными сторонами. Недостатком такой системы является положение наблюдателя спиной к предмету, о чем упомянуто выше. Присоединение астрономич. трубы к системе параллельных зеркал также нецелесообразно, т. к. изображение получится перевернутым, с обращенными сторонами. Поэтому в П. обычно соединяются система параллельных зеркал и земная зрительная труба, дающая прямое изображение. Однако установка двух астрономич. труб после двух инверсий даст также прямое изображение, почему также применяется в П. Трубы в этом случае располагаются объективами друг к другу. Преломляющая система П. не представляет каких-либо особенностей по сравнению с телескопом, однако выбор той или иной комбинации телескопов (точнее линз), их количества и фокусного расстояния определяется требуемыми углом зрения и светосилой П. В лучших П. яркость изображения уменьшается ~ на 30% в зависимости от системы и сорта линз. Т. к. отчетливость изображения зависит и от окраски предметов, то улучшение видимости достигается также применением цветных светофильтров.



Фиг. 3.



Фиг. 1.

Фиг. 2.

глаза наблюдателя. Применяется на подводных лодках для наблюдения за поверхностью моря при погруженном состоянии лодки, в сухопутной армии—для безопасного и не-

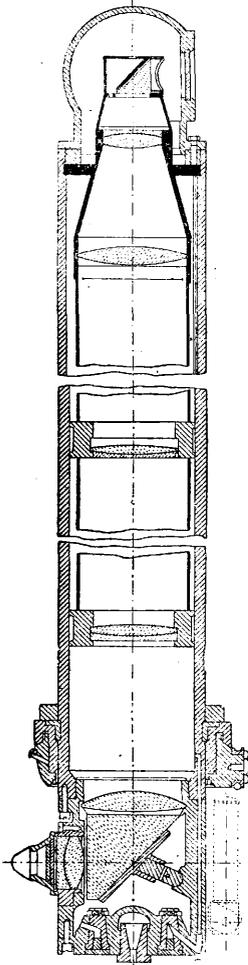
В простейшей форме перископа (фиг. 3) верхняя линза O_1 дает в точке B_1 действительное изображение предмета, преломляя лучи, отраженные призмой P_1 . Собирательная линза U создает в точке B_2 также действительное изображение предмета, которое отражается призмой P_2 и рассматривается через окуляр O_2 глазом наблюдателя. В трубах обычно применяются ахроматические линзы, а также принимаются меры для устранения других аберрационных искажений. Устанавливая один за другим два телескопа, действующие подобно описанному выше, получают возможность увеличить расстояние между призмами без ущерба для светосилы П. и его поля зрения. Простейший П. такого типа показан на фиг. 4. Уже первые П. подобного типа дали поле зрения в 45° и увеличение 1,6 при оптической длине в 5 м при диаметре трубы в 150 мм.

Т. к. наблюдение одним глазом утомительно, то были предложены П., дающие изображение на матовом стекле, однако это изображение значительно теряло в четкости, и поэтому применение в П. матовых стекол распространения не получило.

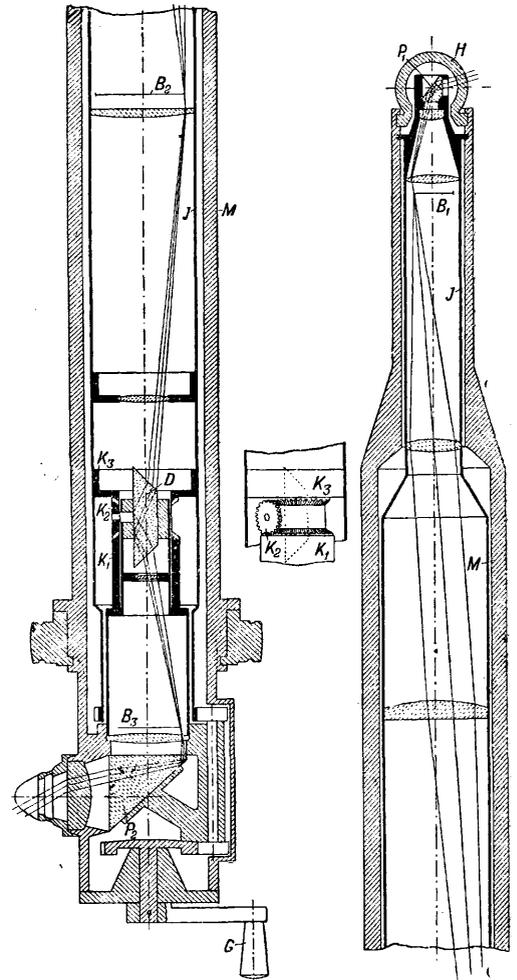
Следующим этапом в развитии идеи П. явились попытки уничтожить необходимость поворачивания трубы П. при осмотре горизонта на 360° . Это достигалось соединением

нескольких (до 8) П. на одной трубе; в каждый из окуляров осматривалась соответствующая часть горизонта, причем наблюдатель должен был обходить трубу. Такого рода мультипликаторные П. не давали все же всей картины в целом и поэтому были предложены о м н и с к о п ы, дающие весь горизонт в виде кольцевой картины благодаря замене объектива шаровой преломляющей поверхностью. Этого рода приборы, отличающиеся значительной сложностью, не давали увеличения поля зрения по вертикали, что препятствовало наблюдению за самолетами, и искажали изображение, а потому вышли из употребления. Более удачным было укрепление оптич. системы во внутренней трубе, к-рая могла вращаться внутри наружной независимо от последней (фиг. 5). Такого рода панорамные П., или клетто-

с к о п ы, требуют некоторого добавочного оптич. устройства. Световой пучок, проникая в головку П. через шаровую стеклянную крышку H , предохраняющую прибор от попадания воды и не играющую оптич. роли, распространяется по оптич. системе P_1, B_1, B_2 и т. д., к-рая укрепляется во внутренней трубе J . Последняя вращается при помощи цилиндрич. зубчатой передачи, показанной внизу прибора рукояткой G , независимо от наружного кожуха M . При этом изображение, падающее на линзу B_3 , преломляемое призмой P_2 и рассматриваемое окуляром, будет вращаться около световой оси окуляра. Во избежание этого внутри внутренней трубы укрепляется четырехугольная призма D , вращающаяся около вертикальной оси при помощи планетарной передачи K_1, K_2, K_3 с половинной скоростью и выпрямляющая изображение. Оптич. сущ-



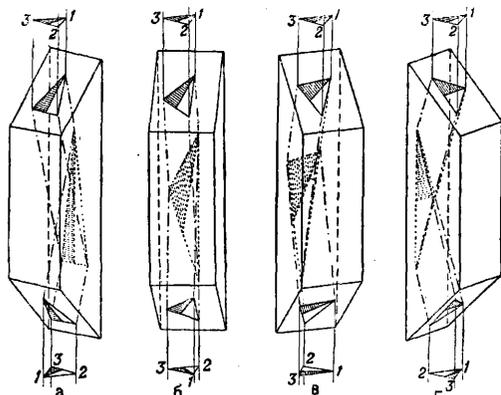
Фиг. 4.



Фиг. 5.

ность устройства уясняется из фиг. 6, показывающей, как вращение призмы поворачивает изображение с вдвое большей скоростью. Увеличение поля зрения в вертикальном направлении от 30° в обычном П. до 90° достигается в зенитном П. установкой в объективной части прибора призмы, вра-

шающейся около горизонтальной оси, независимо от поворота всей верхней части около вертикальной оси для обозрения горизонта. Оптич. часть П. такого типа дана на фиг. 7.



Фиг. 6.

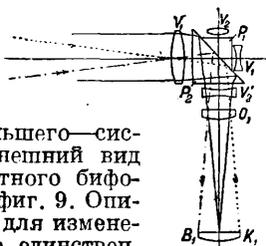
П. употребляются на подводных лодках для двух целей: наблюдения и управления торпедной стрельбой. Наблюдение может заключаться в простом ориентировании в окружающей обстановке и в более тщательном рассматривании отдельных предметов. Для наблюдения предметы д. б. видимы в натуральную величину. При этом практически установлено, что для точного воспроизведения с монокулярным наблюдением предметов, наблюдаемых обычно невооруженным глазом бинокулярно, увеличение прибора д. б. больше 1. В настоящее время все П. подводных лодок имеют увеличение 1,35—1,50 для простого ориентирования. Для тщательного рассматривания отдельных предметов увеличение д. б. больше, с максимально возможной освещенностью. В настоящее время применяется увеличение $\times 6$. Т. о. к П. предъявляется двойное требование в отношении увеличения прибора. Это требование удовлетворяется в бифокальных П., оптич. часть объектива к-рых дана на фиг. 8.



Фиг. 7.

Перемена увеличения достигается поворотом системы на 180° .

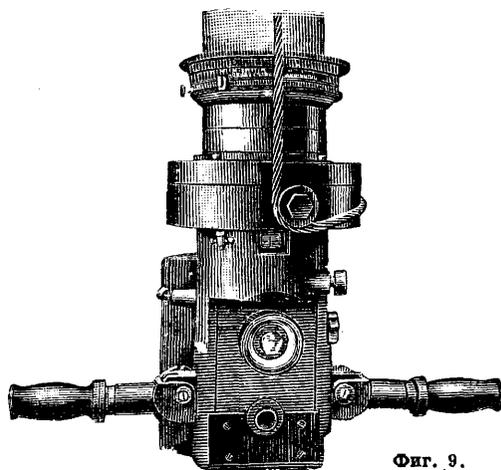
при этом объектив O_1 и линза K_1 не перемещаются. Для большего увеличения служит система V_1, P_2, V_2 , для меньшего — система V_1, P_1, V_2 . Внешний вид нижней части зенитного бифокального П. дан на фиг. 9. Описанная конструкция для изменения увеличения не единственная. Более просто та же цель достигается удалением с оптич.



Фиг. 8.

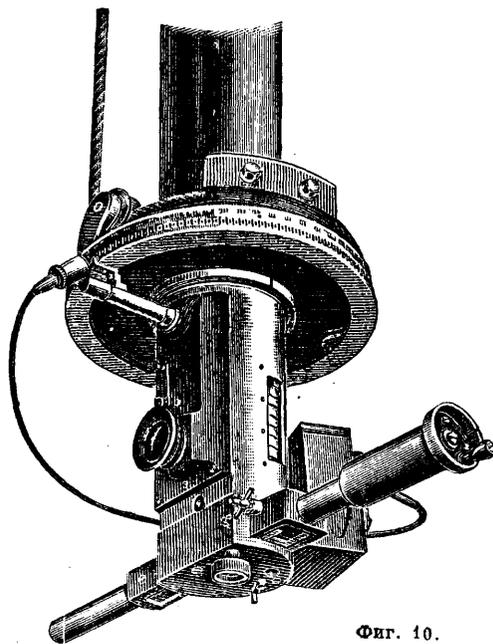
оси прибора излишних линз, укрепленных в оправе, к-рая может поворачиваться по желанию около оси. Последняя конструкция вертикально или же горизонтально.

Для пленкования предметов, определения их расстояния, курса, скорости и для управления торпедной стрельбой П. снабжаются специальными приспособлениями.



Фиг. 9.

На фиг. 10 и 11 показаны нижняя часть перископа и наблюдаемое поле зрения для П., снабженного вертикальнобазисным даль-

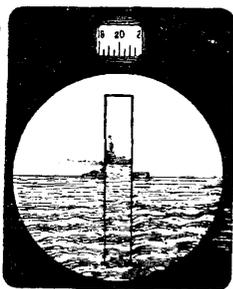


Фиг. 10.

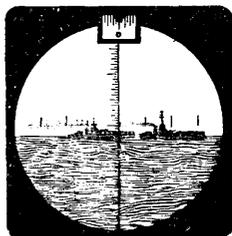
мером. На фиг. 12 показано поле зрения П. для определения расстояния и курсового угла по принципу совмещения. На фиг. 13 дана нижняя часть П., снабженного фотографической камерой, и на фиг. 14 — нижняя часть П. с приспособлением для управления торпедной стрельбой.

Головка П. при движении вызывает на поверхности моря волнообразование, к-рые позволяют установить присутствие подводной лодки. Для уменьшения видимости го-

ловную часть П. делают возможно меньшего диаметра, что уменьшает светосилу П. и требует преодоления значительных оптич. затруднений. Обычно узкой устраивают лишь верхнюю часть трубы, постепенно расширяя



Фиг. 11.



Фиг. 12.

ее книзу. Лучшие современные П. при длине трубы большей 10 м и диаметре в 180 мм имеют верхнюю часть длиной ок. 1 м с диаметром всего в 45 мм. Однако в настоящее время опытом установлено, что открытие подводной лодки достигается не обнаружением самой головки П., а видимостью ее следа на поверхности моря, к-рый сохраняется продолжительное время. Поэтому в настоящее время П. высовывают над поверхностью моря периодически на несколько секунд, необходимых для производства наблюдения, и сейчас же скрывают его до нового появления

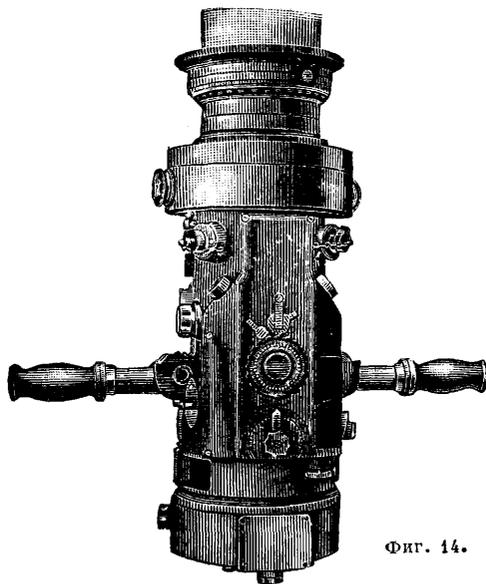
через определенный промежуток времени. Волнообразование, вызываемое в этом случае, значительно приближается к обычному волнению морской воды.

Различие t° в трубе и в окружающей среде в соединении с влажностью воздуха внутри П. приводит к отпечетанию оптич. системы, для устранения которого устраивают приспособления для осушки П. Внутри П. устанавливается воздушная трубка, проведенная в верхнюю часть трубы и выходящая наружу в нижней части П.

С другой стороны последней устраивают отверстие, из к-рого воздух высасывается из П. и попадает в фильтр, заряженный хлористым кальцием (фиг. 15), после чего нагнетается в верхнюю часть перископа воздушным насосом, по внутренней трубе.

Трубы П. должны отвечать особым требованиям прочности и жесткости, во избежание нарушения оптич. системы; кроме того материал их не должен влиять на магнитную стрелку, что нарушило бы работу судовых компасов. Кроме того трубы д. б. особо стойкими в отношении коррозии в морской воде, т. к. помимо разрушения самих труб будет нарушаться плотность соединения в

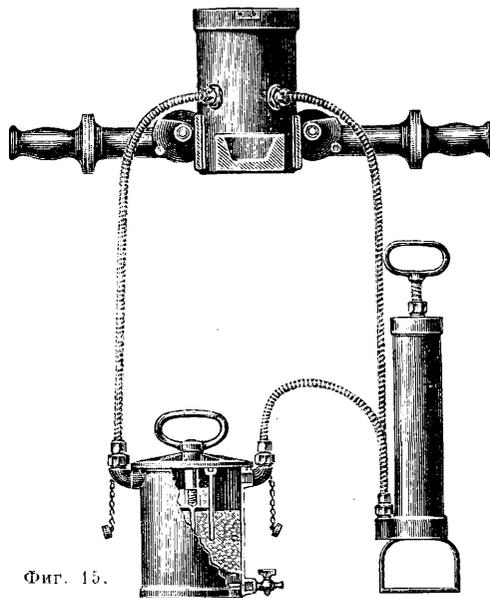
сальнике, через к-рый П. выдвигается из корпуса лодки. Наконеч геометр. форма труб должна отличаться особой точностью, что при большой длине их создает при про-



Фиг. 14.

изводстве значительные трудности. Обычным материалом для труб служит маломанитная нержавеющая никелевая сталь (Германия) или специальная бронза—и м а д и е в а я (Англия),—обладающая достаточной упругостью и жесткостью.

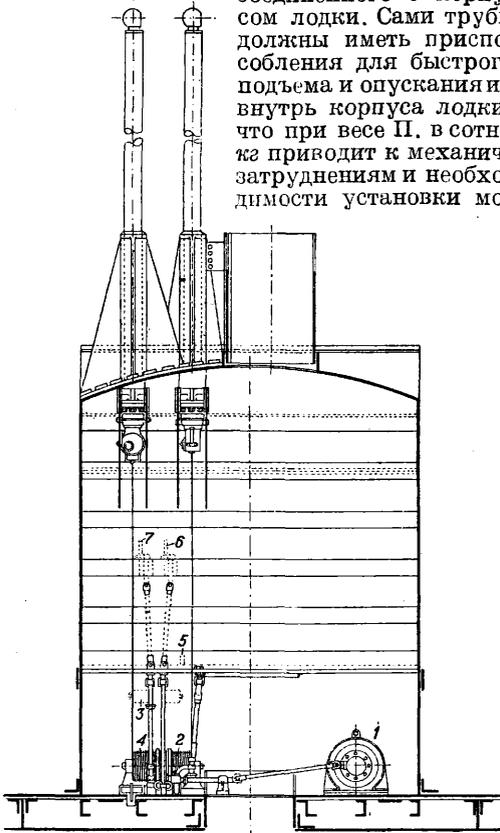
Укрепление П. в корпусе подводной лодки (фиг. 16) вызывает затруднения, зависящие



Фиг. 15.

как от необходимости предотвратить попадание морской воды между трубой П. и корпусом лодки, так и от вибрации последнего, нарушающей ясность изображения. Устра-

нение этих затруднений лежит в конструировании сальника, достаточно водонепроницаемого и в то же время упругого, надежно соединенного с корпусом лодки. Сами трубы должны иметь приспособления для быстрого подъема и опускания их внутрь корпуса лодки, что при весе П. в сотни кг приводит к механическим затруднениям и необходимости установки мо-



Фиг. 16.

торов 1, которые вращают лебедки 2, 4 (3—включение для среднего положения, 5—ручной привод, 6, 7—рукоятки для механизма сцепления). При подъеме или опускании трубы наблюдения делается невозможным, так как окуляр быстро перемещается по вертикали. В то же время надобность в наблюдении особенно велика при всплытии лодки. Для устранения этого применяется устройство особой площадки для наблюдателя, соединенной с П. и перемещающейся с ним. Однако это вызывает перегрузку труб П. и необходимость выделения в корпусе судна особой шахты для перемещения наблюдателя. Поэтому чаще применяют систему стационарного П., позволяющего наблюдателю сохранять свое положение и не прерывать свою работу во время перемещения П. Эта система (фиг. 17) расчленяет окулярную и объективную части П.; первая остается неподвижной, а вторая перемещается с трубой по вертикали. Для оптич. соединения их внизу трубы устанавливают четырехгранную призму, и т. о. световой пучок в П. этой конструкции отражается четыре раза, меняя свое направление. Т. к. движение трубы изменяет расстояние между нижней призмой и окуляром, то последняя перехватывает световой пучок в различных

его точках (в зависимости от положения трубы), что нарушает оптич. единство системы и приводит к необходимости включения в нее еще одну подвижную линзу, регулируемую пучок лучей соответственно положению трубы.

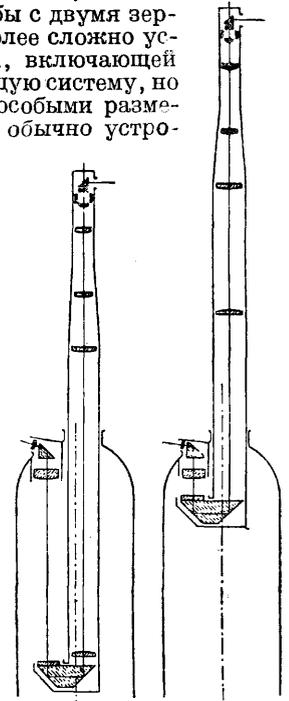
Обычно на подводных лодках устанавливают не менее двух П. Первоначально это вызывалось желанием иметь запасный прибор. В настоящее время, когда требуются два П. различной конструкции—для наблюдения и атаки, П., применяемый при атаке, является в то же время и запасным на случай порчи одного из них, что важно для выполнения основной задачи—производства наблюдения. Иногда кроме указанных П. устанавливают еще третий, запасный, употребляемый исключительно при порче обоих главных.

Армейские П. отличаются большей простотой конструкции по сравнению с морскими, сохраняя в то же время основные черты и усовершенствования прибора. В зависимости от назначения конструкция их различна. Обычный траншейный П. состоит из деревянной трубы с двумя зеркалами (фиг. 1). Более сложно устройство трубы П., включающей оптич. преломляющую систему, но не отличающейся особыми размерами; такая труба обычно устроена на принципе панорамного перископа (фиг. 18).

Блиндажный П. (фиг. 19) по конструкции сходен с морским простейшего типа и назначается для производства наблюдений из укрытий.

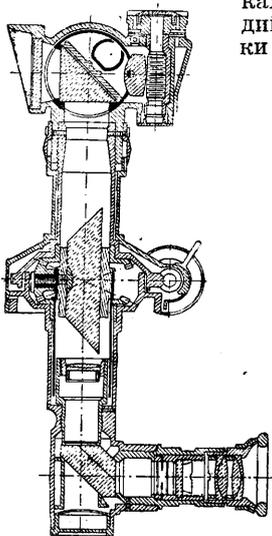
Мачтовый перископ служит для наблюдения отдаленных предметов или в лесу, заменяя неудобные и громоздкие вышки. Он достигает высоты 9—26 м и состоит из мачты, служащей для укрепления оптич. системы, монтируемой внутри двух коротких труб большого диаметра.

Окулярная труба укреплена на лафете внизу мачты, а объективная—на выдвинутой верхушке мачты. Так, образом в этом типе отсутствуют промежуточные линзы, что несмотря на значительное увеличение (до $\times 10$) при низком положении мачты вызывает уменьшение последнего по мере выдвигания мачты с одновременным понижением четливости изображения. Мачта монтируется на специальном лафете, служащем также и для перевозки прибора, причем мачта сдвигается. Лафет достаточно устойчив и лишь при сильном ветре требует дополнительного крепления отводами.

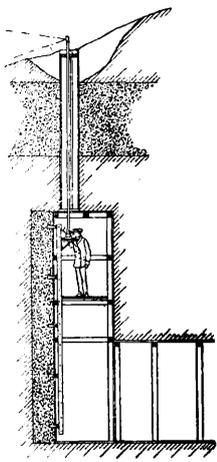


Фиг. 17.

Перископ с успехом применяется в технике для обследования отверстий, высверленных в длинных поковках (валах, каналах орудий и др.), для проверки отсутствия раковин,



Фиг. 18.



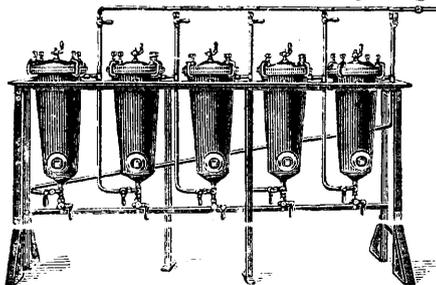
Фиг. 19.

трещин, а также и других пороков. Прибор состоит из зеркала, расположенного под углом в 45° к оси канала, укрепленного на особой оправе и соединенного с осветителем. Оправа перемещается внутри канала на особом стержне и может поворачиваться около оси канала. Телескопич. часть смонтирована отдельно и помещается вне исследуемой поковки; она служит не для передачи изображения, как в обыкновенном П., а для лучшего рассмотрения захватываемого П. поля зрения.

Лит.: Weidert F., Entwicklung u. Konstruktion der Unterseebots-Schrohre, Jahrbuch der schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin, 1914, 15, p. 174; A Dictionary of Applied Physics, London, 1923, v. 4, p. 350; K ö n i g A., Die Fernrohre und Entfernungsmesser, Berlin, 1923. Р. Тишбайн.

ПЕРКИСЛОТЫ, см. Перекиси.

ПЕРКОЛЯТОР, аппарат, применяемый для извлечения из различного сырья растворенных в нем веществ и для получения тинктур в химико-фармацевтической (см. Галеновы препараты) и в парфюмерной промышленности. При перколяции применяет-



ся принцип вытеснения: в условиях медленного протекания растворителя через перерабатываемое сырье происходит постепен-

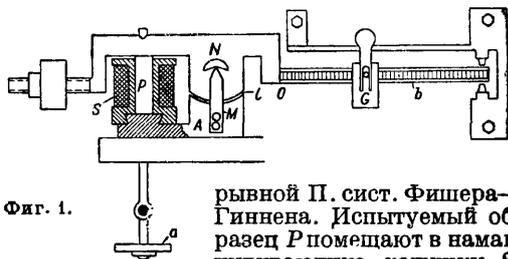
ное вытеснение свежим растворителем образующегося раствора. При этом свежий растворитель поступает сверху, а раствор стекает одновременно снизу, и т. о. используется увеличение уд. в. экстракта по сравнению с чистым растворителем для осуществления вытеснения. Кроме того свежий растворитель поступает все время на сырье, обычное извлеченным веществом.

Обычно применяют П. небольших размеров, емкость их не превышает нескольких десятков л. Материалом для П. служит луженая медь, алюминий, керамич. материалы, стекло, эмалированное железо. Недостатком перколяции является медленность процесса, требующего обычно несколько дней. Положительной стороной этого метода является хорошее использование сырья без необходимости применения нагревания. Нередко несколько П. соединяются в батареи (см. фиг.).

Лит.: Ullm. Encz., B. 5, 2 Aufl.; Wagner A., Die Parfümerieindustrie, Halle a/S., 1928; Dietrich E., Neues pharmazeutisches Manual, 14. Auflage, Berlin, 1924. Б. Рувомий.

ПЕРМЕАМЕТР, прибор для исследования магнитных свойств ферромагнитных материалов. Название происходит от английского слова permeability (проницаемость). П. служат для получения кривых намагничивания и кривой гистерезисного цикла. Получение кривых намагничивания сводится к определению магнитной индукции (см.) в испытуемом образце и соответствующей ей напряженности магнитного поля. В зависимости от метода измерения магнитной индукции различают: отрывные П., магнито-электрические и П. для измерения баллистическим методом.

Отрывной П. [3, 4] по принципу действия основан на соотношении между величиной подъемной силы магнита и магнитной индукции в нем. На фиг. 1 представлен от-



Фиг. 1.

рывной П. сист. Фишера—Гиннена. Испытуемый образец P помещают в намагничивающую катушку S.

На массивном чугунном основании A укреплено два стальных ножа M, на к-рых вращается чугунное коромысло N. По большому плечу коромысла можно передвигать груз G. Основание и малое плечо коромысла, вместе взятые, носят название я р м а П.; между ними имеется воздушный зазор l в 0,1 мм. Если пропустить ток по намагничивающей катушке, то образец намагнитится и притянет малое плечо коромысла. Магнитный поток замыкается через образец, коромысло, воздушный зазор и основание П. Передвигая груз по балочке вправо от нуля шкалы b , можно найти положение груза G, при котором малое плечо коромысла оторвется от образца. Зная длину плеч коромысла и массу груза, можно вычислить

силу, к-рую необходимо приложить в месте соприкосновения образца и коромысла, чтобы оторвать их друг от друга. Сила тяжения и магнитный поток в образце связаны соотношением:

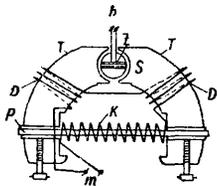
$$F = \frac{\Phi^2}{8\pi s} = \frac{(B - H)^2 s^2}{8\pi s} = \frac{(B - H)^2 s}{8\pi}, \quad (1)$$

где Φ —магнитный поток в максвеллах, F —сила тяжения в динах, s —сечение образца в см², B —магнитная индукция в образце в гауссах, H —сила магнитного поля, создаваемого катушкой, в эрстедах. В данном случае поток Φ , тяжение к-рого преодолевается при отрывании образца, равен разности между полным потоком в образце Bs и потоком Hs , создаваемым намагничивающей катушкой П. Из выражения (1) определяют

$$B = \sqrt{\frac{8\pi F}{s}} + H;$$

H вычисляют по ф-ле $H = \frac{0,4\pi NI}{l}$, где N —число витков катушки, l —ее длина, I —сила тока в А. Устанавливая разные значения (1) и определяя каждый раз F , получают зависимость $B = f(H)$. Чтобы не производить каждый раз вычислений силы F , предварительно градуируют П. при помощи грузов a , подвешиваемых на коромысло. Результаты, получаемые при испытаниях на отрывных пермеаметрах, являются очень неточными, и поэтому применение этих пермеаметров возможно лишь для сравнительных ориентировочных испытаний.

Магнито-электрические П. [1,4,5] устроены по принципу магнито-электрич. измерительных приборов. Наиболее широко распространен в практике П. сист. Кепселя, схематически изображенный на фиг. 2.



Фиг. 2.

Магнитная цепь состоит из образца P , массивного железного ярма T , воздушного промежутка и железного цилиндра Z . В воздушном промежутке помещена рамка S с обмоткой h . С рамкой связана стрелка, перемещающаяся над шкалой с нулем по середине, градуированной на магнитную индукцию в гауссах (максимум 20 000). Для намагничивания образца служит катушка K . Витки D служат для компенсации магнитного потока намагничивающей катушки, когда в П. нет образца. Силу тока I_h в рамке устанавливают в соответствии с сечением образца s_p в см² и поддерживают постоянной во время измерений. Когда образец намагнитчен, отклонение рамки пропорционально магнитному потоку образца (приблизленно), а следовательно и индукции в образце и силе тока в рамке. При определении основной кривой намагничивания начинают с минимальной силы тока в намагничивающей катушке, постепенно ее увеличивая, и каждый раз отсчитывают индукцию. Дойдя до желаемого максимума, уменьшают постепенно силу тока до нуля, затем переключают направление тока и снова увеличивают до прежнего максимума. Т. о. снимают гистерезисный цикл. На-

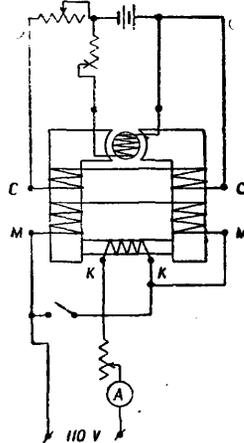
пряженность магнитного поля в эрстедах вычисляют по формуле:

$$H = \frac{0,4\pi NI_m}{l} = 100 I_m,$$

где I_m —сила тока в намагничивающей катушке. В П. сист. Кепселя можно испытывать как прямолинейные цилиндрич. образцы, так и прямоугольного сечения, в частности пакеты листового материала. Испытания на П. сист. Кепселя не отличаются большой точностью. Обычно к П. даются поправочные кривые, называемые кривыми магнитного сдвига. Эти кривые показывают, насколько д. б. изменена (с тем или иным знаком) напряженность поля, вычисленная по вышеприведенной ф-ле для данной измеренной индукции. Кривые магнитного сдвига получают путем сравнительных испытаний образцов более точным методом и на П. сист. Кепселя. Точность измерений на П. сист. Кепселя с поправками для соответствующего материала и размера образца ок. 5% в отношении H для данной B . Из современных П. того же типа надо отметить П. фирмы Бош [6], последней конструкции 1929 г. Одним из источников ошибок при измерении в П. является наличие ярма и стыков образца с ярмом. На проведение потока через них тратится магнитодвижущая сила, вследствие чего, в частности, измеренная остаточная индукция оказывается меньше истинной. Когда индукция в материале равна остаточной, сила поля внутри образца равна нулю. С достаточным приближением можно считать, что тангенциальная составляющая силы поля в непосредственной близости у образца равна силе поля внутри образца.

В П. сист. Боша, к-рый в основном устроен подобно П. сист. Кепселя, имеется приспособление, позволяющее с большей точностью измерять остаточную индукцию. Для этого применен маленький магнит, который может вращаться вокруг оси, перпендикулярной к плоскости образца. Магнит помещен вблизи образца. Когда напряженность поля не равна нулю, магнит расположится в направлении поля вдоль образца.

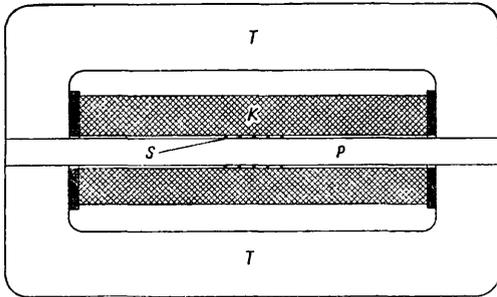
Когда же напряженность поля вблизи образца станет равна нулю, магнит устанавливается перпендикулярно образцу, имея в виду, что П. перед измерениями ориентируется так, что ось образца перпендикулярна к магнитному меридиану. На фиг. 3 представлена схема П. системы Боша. Обозначения на схеме: M —намагничивающая катушка на ярме, K —намагничивающая катушка на образце, C —вспомогательные обмотки для компенсации намагничивающего действия ярма. П. сист. Боша предназначается главн. обр. для



Фиг. 3.

испытаний полосовых образцов (длиной 10 см) закаленной стали для постоянных магнитов. Испытание заключается в снятии части гистерезисного цикла между остаточной индукцией и коэрцитивной силой. Вначале образец намагничивают, соединя обмотки *M* и *K* последовательно. Затем обмотку *M* замыкают накоротко рубильником и при измерениях остается включенной только обмотка *K*. Индукцию отсчитывают по отклонению стрелки П., напряженность поля вычисляют по силе тока в обмотке *K* и ее постоянной. П. градуируется при помощи стандартного образца, для которого известны остаточная индукция и коэрцитивная сила. Испытывая такой образец, подбирают силу тока в обмотке рамки и в обмотках *C*. Для П. системы Боша также необходимо иметь кривые магнитного сдвига для разных материалов и образцов разного сечения.

П. для баллистических измерений и й [1, 2, 4] имеют наиболее широкое распространение в практике магнитных измерений. Простейший тип П., впервые разработанный Гопкинсоном, представлен на фиг. 4.



Фиг. 4.

Испытуемый образец *P* в форме круглого цилиндрического стержня или полосы прямоугольного сечения зажимают в ярме *T* из литого железа или листовой электротехнической стали. В просвете ярма помещается катушка *K* с равномерно распределенной намагничивающей обмоткой (одинаковое число витков на 1 см длины). Непосредственно на образец или на охватывающую его гильзу навивают в центральной части измерительную обмотку *S*, присоединяемую во время измерений к баллистическому гальванометру. Баллистич. метод основан на измерении баллистич. гальванометром магнитного потока в момент его изменения по величине или направлению. Допустим, что снимается основная кривая намагничивания. Тогда, установив нек-рую силу тока в намагничивающей обмотке, переключают его направление, и в этот момент наблюдают отклонение *a* гальванометра. Магнитную индукцию *B* в гауссах вычисляют по ф-ле:

$$B = \frac{C\alpha}{2n_2s},$$

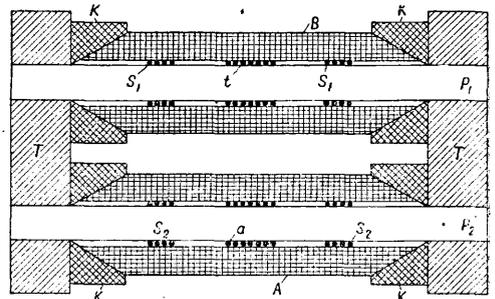
где *C*—постоянная гальванометра в единицах магнитного потока (максвеллах) на одно деление по шкале для данного сопротивления, на к-рое замкнут гальванометр, *n*₂—число витков измерительной обмотки, *s*—сечение образца в см². Напряженность поля, соответствующая измеренной индукции, вы-

числяется с практически достаточным приближением по ф-ле:

$$H = \frac{0,4\pi NI}{l} \text{ эрстедов,}$$

где *N*—число витков намагничивающей обмотки, *l*—длина намагничивающей катушки в см, *I*—сила тока в А. В виду того что магнитодвижущая сила, создаваемая намагничивающей катушкой, тратится на проведение магнитного потока не только через образец, но также и через ярмо и стыки образца с ярмом, вычисленная по вышеуказанной ф-ле *H* меньше истинной. Кроме того наличие стыков обуславливает рассеяние магнитного потока, и образец намагничивается неравномерно. Основные требования, в связи с этим предъявляемые к П.,—получение однородного намагничивания вдоль всей длины образца, находящегося внутри намагничивающей катушки. Это м. б. осуществлено лишь в том случае, если вдоль всего пути магнитного потока на каждом его участке падение магнитного потенциала равно приращению магнитного потенциала за счет внешней магнитодвижущей силы. Из этих условий вытекает, что магнитное сопротивление ярма д. б. минимальным или же ярмо д. б. снабжено намагничивающей обмоткой. То же и в отношении стыков образца с ярмом, представляющих наиболее слабое место в конструкциях П.

В более совершенных конструкциях П. на ярмо надевают намагничивающую катушку, а на концах главной намагничивающей катушки вблизи стыков ярма с образцом навивают дополнительные компенсационные обмотки, питаемые током независимо от главной обмотки. На фиг. 5 схематически представлен один из таких П. конструкции Бурровса [2, 7]. Для испытания необходимо два образца одинаковых размеров и примерно с однородными магнитными свойствами. Образцы *P*₁ и *P*₂ замыкаются ярмами *T**T*. На каждом образце навиты измерительные обмотки в центральной части



Фиг. 5.

по 100 витков и на нек-ром расстоянии в обе стороны от центра по 50 витков. Главные и компенсационные намагничивающие обмотки включаются в цепь постоянного тока независимо друг от друга. Обмотки *S*₁*S*₁, *S*₂*S*₂ соединяют последовательно между собой и навстречу обмоткам *t* и *a* в цепь баллистич. гальванометра. При данной силе тока в обмотках *B* и *A* (соединенных последовательно) в компенсационных обмотках *K* устанавливают такую силу тока, чтобы при од-

повременном переключении тока в обеих намагничивающих цепях гальванометр не давал бы отклонения. Тогда можно считать, что образцы на протяжении, занимаемом измерительными обмотками, намагничиваются равномерно, и напряженность поля можно вычислить по вышеприведенной ф-ле. Для измерения индукции обмотки t и a соединяют последовательно между собой и гальванометром и обычным методом измеряют индукцию. Измеренная индукция в данном случае является средней для общих образцов. Другой, более точный метод несколько отличается от описанного. Один из образцов является испытываемым, а второй — вспомогательным. Обмотки B и A в этом случае включают в отдельные цепи, все же компенсационные — последовательно между собой. При данной силе тока в обмотке B , в обмотке A устанавливают такую силу тока, чтобы гальванометр, замкнутый на обмотки t и a , включенные между собой навстречу, не давал отклонения при одновременном переключении тока в обеих намагничивающих цепях. Выравнивание потока в испытуемом образце P_1 осуществляется, как описано в первом методе. Для измерения индукции с гальванометром соединяют только обмотку t . Главным недостатком этого П. — сложность манипуляций и необходимость иметь два образца. В смысле же точности получаемых результатов пермеаметр системы Бурровса является одним из лучших и принят в качестве стандартного в Американском бюро стандартов. Изготавливается фирмой Leeds & Northrup Co.

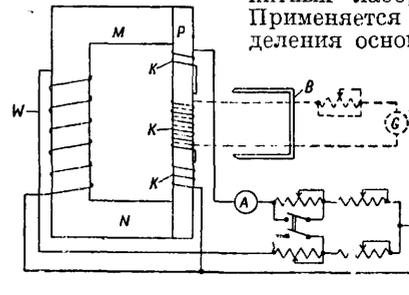
Из современных П. по своей оригинальной идее интересен П. системы Юза [8], изготавливаемый фирмой Cambridge Instrument Co., London. Он приспособлен для испытания цилиндрич. и прямоугольного сечения образцов длиной не меньше 115 мм и максимальным сечением 19×19 мм. Возможно также испытание листовых образцов. На фиг. 6 представлен эскиз П. и схема соединений для измерений. Образец P при помощи вкладышей и винтов зажимают в ярме MN . Намагничивающая обмотка K на образце разбита на три части т. о., что между центральной катушкой и крайними имеются зазоры, в к-рые может входить, касаясь образца, железная вилка B . На ярмо надета самостоятельная намагничивающая обмотка W . Испытуемая длина образца определяется расстоянием между лезвиями вилки B . Измерительная обмотка навивается на образец на той же длине, что и центральная намагничивающая катушка. При данной силе тока в обмотке K , устанавливают в обмотке W такую силу тока, чтобы гальванометр, присоединенный к измерительной обмотке, не давал отклонения при соприкосновении вилки B с образцом. Тогда можно считать, что на этом участке нет утечки магнитного потока. Далее измеряют индукцию, переключая (при определении основной кривой намагничивания) ток одновременно в обеих намагничивающих цепях. Напряженность поля в эрстедах вычисляют по формуле:

$$H = \frac{0,4\pi NI}{l},$$

где I — сила тока в обмотке K , l — длина меж-

ду вилкой в см. Другие конструкции П. для баллистич. измерений в основном подобны описанным и отличаются лишь деталями конструкции.

К П. также м. б. отнесена дифференциальная установка [1, 2, 9, 10], изготовляемая фирмой Siemens & Halske и получившая распространение в заводских магнитных лабораториях. Применяется для определения основной кри-

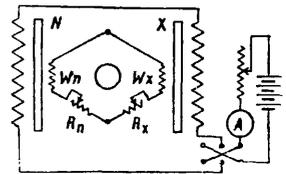


Фиг. 6.

вой намагничивания листовой электротехнич. стали. Сам дифференциальный метод основан на сравнении испытуемого образца с нормальным, магнитные свойства к-рого известны. Установка состоит из двух совершенно идентичных приборов Эпштейна, двух рычажных магазинов сопротивления, баллистич. гальванометра, реостатов для регулирования намагничивающего тока, амперметра и отдельного переключателя. Схема соединений представлена на фиг. 7. Магнитная цепь прибора Эпштейна представляет квадрат из 4 пакетов полос листовой стали. Ширина полосы 3 см, длина 50 см, вес каждого пакета 2,5 кг. Пакеты помещают внутрь пустотелых катушек, расположенных также по сторонам квадрата. Обмотки катушек соединены последовательно. В один из приборов Эпштейна помещают нормальный образец N , в другой — испытуемый X . Вторичные обмотки W_n и W_x последовательно с магазинами R_n и R_x включают навстречу баллистическому гальванометру. При данной силе намагничивающего тока изменяют R_n и R_x так, чтобы гальванометр не давал отклонения при переключении тока. Тогда

$$\frac{B_x}{B_n} = \frac{R_x}{R_n},$$

если сечения образцов одинаковы, B_x и B_n — соответственно индукции испытуемого и нормального образцов. Обычно R_n берут численно равным B_n и регулируют только R_x . Измерения можно производить с практически достаточной точностью при напряженностях поля вычисляют по силе тока и постоянной намагничивающей обмотки прибора. Дифференциальная установка фирмы Сименс и Гальске имеет большое достоинство в том, что измерения занимают мало времени и не требуется последующих вычислений.



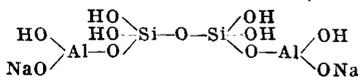
Фиг. 7.

Лит.: 1) Gumlich E., Leitfaden der magnetischen Messungen, Brschw., 1918; 2) Spronger T., Properties a. Testing of Magnetic Materials, N. Y., 1927; 3) Миткевич В. Ф., Физические основы электротехники, ч. 1, М.—Л., 1928; 4) Руководство к лабораторным занятиям по электрич. и магнитным измерениям, под ред. М. Шателена и Н. Пономарева, Л., 1931; 5) Kath H., Ein neuer Magnetisierungs-Apparat der Firma Siemens & Halske A.-G., «ETZ», B., 1898, p. 411; 6) Oertel W., Die Prüfung von Dauermagnetstahl, «St. u. E.», 1929, B. 49, 40, p. 1449; 7) Burrows C. W., The Determination of the Magnetic Induction in Straight Bars, «Scientific Papers», Bureau of Standards, Wash., 1909, 117; 8) Hughes E., A Magnetic Bridge for Testing Straight Specimens a. Analysis of the Hysteresis Loop of Cobalt-Chrome Steel, «Physical Review», London, 1925, v. 37, p. 203; 9) Schreiber K. A., Materialprüfungsmethoden im Elektromaschinen- u. Apparatebau, Stuttgart, 1915; 10) Wever F. u. Lange H., Zur technischen Anwendung des Differentialleisenprüfers, «Archiv f. Electro-technik», B., 1929, B. 22, H. 6, p. 509. Е. Шрамов.

ПЕРМУТИТЫ, гидратированные алюмосиликаты, получаемые искусственным путем. В природе встречаются очень сходные по составу и свойствам минералы, называемые **цеолитами** (см.). Состав П. может быть выражен общей ф-лой:



где $n : m : p = 1 : 1 : (2 \div 10)$. П. приписывают строение, к-рое показывает, что щелочной металл связан с алюминием, напр.:



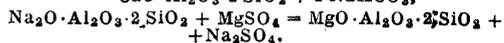
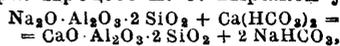
Как цеолиты, так и П. обладают способностью легко обменивать входящий в их состав натрий на другой металл. Если напр. натриевый П. обработать раствором соли калия, то натрий переходит в раствор, а калий замещает натрий в П. Реакция такого обмена м. б. выражена ур-ием:

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{KCl} \rightleftharpoons \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 2\text{NaCl}$. Эта реакция обратима: калиевый П. при действии на него избытка хлористого натрия переходит обратно в натриевый П., отдавая при этом калий в раствор. Было показано, что к этой реакции применим закон действующих масс.

П. готовят двумя путями: либо сплавлением исходных материалов при температуре ок. 1000° либо осаждением из растворов. По первому способу сплавляют в печах, аналогичных применяющимся для получения стекла, каолин с кварцем и содой в различных соотношениях. Вместо каолина берут также полево шпат. Полученную стеклообразную массу измельчают и обрабатывают водой. Примером получения П. осаждением из раствора может служить следующий рецепт: готовят раствор 2 500 г сернокислого натрия в 50 л воды, прибавляют 844 см³ раствора алюмината натрия, содержащего 44 г алюминия; при помешивании приливают 315 г раствора кремнекислого натрия, содержащего 79 г SiO₂ плотностью 45° Вё. Полученный осадок промывают водой и отжимают на фильтрпрессах; массу сушат и измельчают. Вместо алюмината натрия можно применять также и сернокислый алюминий, напр. смешивают: 25 кг Al₂(SO₄)₃ · 18 H₂O с 31,5 кг раствора соды 45° Вё и 26,25 кг растворимого стекла 40° Вё, содержащего 25% SiO₂. Смесь нагревают и сушат. Хорошие П. получают также обработкой к-тами некоторых горных пород. П., полученные оса-

ждением, в общем стоят выше полученных путем сплавления.

П. применяют гл. обр. для понижения жесткости воды, напр. для паровых котлов, для чего жесткую воду пропускают через слой П. При этом содержащиеся в воде соли кальция и магния обмениваются своими металлами с натрием П. и т. о. удаляются из раствора. Процесс м. б. выражен ур-иями:



Когда П. настолько насыщен кальцием и магнием, что перестает понижать жесткость воды, его регенерируют. С этой целью используют натриевый П. промывают 8—10%-ным раствором поваренной соли, чем достигается замена кальция и магния натрием, после чего П. снова годен к употреблению. Подобную регенерацию можно повторять практически неограниченное число раз. Количество хлористого натрия, необходимое для регенерации П., обычно в 6—8 раз больше эквивалента поглощенных кальция и магния. Подробнее об очищении воды П. см. *Вода* (очищение воды в технике и промышленности).

П. могут служить также для удаления из воды железа и марганца, что важно напр. в писчебумажном, красильном и других производствах. Для этого на П. наносят перекись марганца, которая, окисляя растворенные соли железа и марганца, переводит их в нерастворимое состояние. Для регенерации восстановленной перекиси марганца через П. пропускают раствор марганцевокислого калия. П., содержащий перекись марганца, был также предложен для дезинфекции воды. Было предложено применять П. и для других целей, напр. для извлечения калия из сахарных соков и в качестве носителя (подкладки) для катализаторов. В последнем случае соль металла, который желательно ввести, фильтруют через П., чем замещают натрий на желаемый металл. Так напр., П. с кобальтом служит прекрасным катализатором для получения кислорода из белильной извести. Были попытки применять содержащие хром П. в качестве катализаторов для фиксации азота.

П. готовятся многими фирмами в Европе и Америке и выпускаются в продажу под разными названиями, напр.: «Ле пермо», «Рафинит», «Дусиль» и др.

Лит.: Singer F., Über künstliche Zeolithe u. ihren konstitutionellen Zusammenhang mit anderen Silikaten, B. 1910, Brach J. u. Hausdorf G., Die Reinigung des Kesselwassers, B., 1909; Weiss, Das Mangan im Grundwasser und seine Beseitigung, Der städtische Tiefbau, 1910; Zoch J., Über den Basenaustausch kristallisierter Zeolithe gegen neutrale Salzlösungen, Berlin, 1915; Dierert E., Eparation des eaux par les échangeurs de bases, «Chimie et Industrie», P., 1929, 22, p. 249. Б. Брун.

ПЕРОКСИДАЗЫ, см. *Энзимы*.

PERPETUUM MOBILE, вечное движение, ложный с точки зрения современной науки принцип, согласно к-рому можно построить такой механизм, к-рый, будучи раз приведен в движение, сможет находиться в движении и даже совершать нек-рую полезную работу «вечно», т. е. неограниченно долгое время, без заимствования энергии извне. Очевидно,

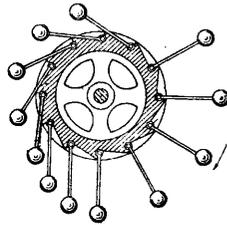
что принцип Р. м., понимаемый в таком именно смысле, противоречит принципу сохранения энергии (см.), одному из самых основных принципов современного точного естествознания, по которому энергия из ничего создана быть не может, а каждое определенное количество энергии какого-либо вида, в частности кинетической, может перейти только в соответствующее эквивалентное количество энергии другого вида. Т. к. каждый механизм без постоянного сообщения энергии извне обладает лишь вполне ограниченным запасом последней, к-рый постепенно расходуется как на преодоление вредных сопротивлений, так и на выполнение полезной работы, то механизм без постоянно действующего внешнего источника энергии должен по истечении определенного промежутка времени остановиться; продолжение же движения механизма после израсходования своего собственного запаса энергии означало бы получение энергии из ничего.

В теоретич. механике закон сохранения энергии вытекает, как теорема из основных уравнений (ур-ия Лагранжа) для всех случаев, когда уравнения связей не содержат времени в явной форме (склерономны). В противном случае (реономных связей), содержащих время в явной форме) нарушение принципа энергии, вообще говоря, не противоречило бы уравнениям механики. В частном случае сил, являющихся отрицательными частными производными по координатам от нек-рой функции координат (см. *Потенциал*), принцип энергии принимает обычную простую форму независимости суммы кинетической и потенциальной энергии от времени. Принцип энергии рассматривается в физике как эмпирич. постулат, справедливый, как показывает опыт, при всех условиях и для любых механич. или немеханич. замкнутых систем.

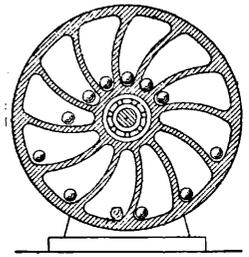
Естественно, что до установления принципа сохранения энергии делались постоянно попытки (и со стороны людей науки) осуществить Р. м. несмотря на то, что наиболее выдающиеся из них интуитивно постигали тщетность этих попыток. Наиболее ранней попыткой осуществления Р. м. является попытка Пьер-де-Маренкура использовать для этой цели магнитные силы, о чем он сообщает в своей рукописи, написанной в 1269 г. Несмотря на то, что еще Леонардо да Винчи (1452—1519), Кардан (1501—1576), Стевин (1548—1620), Галилей и др. считали невозможность осуществления Р. м. постулатом и делали на основе этого различные выводы в своих научных построениях, все же 16-й, 17-й и 18-й вв. полны попыток осуществить Р. м. Только по окончательном установлении в середине прошлого столетия принципа сохранения энергии Майером (1842), Джоулем (1843) и Гельмгольцем (1847) наука смогла точно обосновать невозможность Р. м. Несмотря на это и до настоящего времени продолжают тщетные попытки добиться осуществления Р. м.

Наиболее часто используются свойства рычага, гидростатич. закон Архимеда, силы магнитного притяжения и т. д. Примерами могут служить следующие проекты конструкций. По внешней окружности колеса (фиг. 1),

помещенного в вертикальной плоскости, прикреплены при помощи шарниров стержни равной длины с одинаковыми грузами, прикрепленными к их концам, причем с одной стороны колеса стержни висят под действием веса грузов, а с другой удерживаются в радиальном направлении зубцами. На первый взгляд кажется, что грузы последней стороны, находясь в общем на более отдаленном расстоянии от центра, чем грузы с другой стороны, должны перевешивать, вследствие чего колесо будет вертеться без сообщения работы извне. Более тщательное рассмотрение механизма показывает однако, что



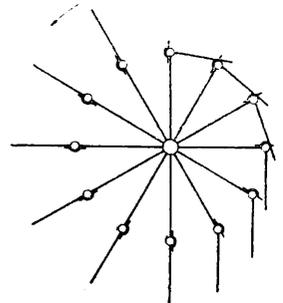
Фиг. 1.



Фиг. 2.

колесо, будучи выведено из состояния равновесия, должно будет остановиться вследствие того, что на стороне с более близкими к центру грузами последних окажется больше, чем с другой стороны, причем наступит такое положение, при к-ром суммы моментов сил тяжести относительно оси вращения справа и слева окажутся равными по величине, после чего колесо остановится. Видоизменением указанного проекта является проект механизма, указанного на фиг. 2. В закрытом барабане с изогнутыми перегородками находятся тяжелые шары, которые, перекачиваясь во время движения барабана, то находятся у внутренних сторон стенок барабана то концентрируются в центральной его части, обеспечивая этим якобы непрерывное вращение барабана. Невозможность постоянного вращения барабана без сообщения внешней энергии очевидна из рассуждений, аналогичных предыдущим. Аналогичный принцип лежит и в основе проекта механизма, изображенного на фиг. 3.

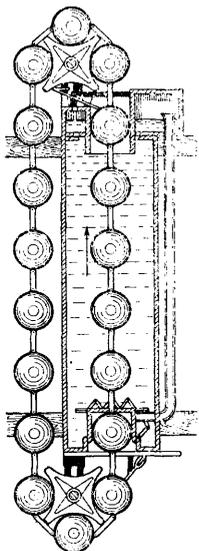
На законе Архимеда основан например следующий проект осуществления Р. м. Имеется ряд полых шаров, нанизанных на нить; часть из них находится в жидкости, другая часть — в воздухе (фиг. 4). Идея этого



Фиг. 3.

механизма заключается в том, что полые шары должны последовательно всплывать на поверхность жидкости, увлекая за собой и всю цепь нанизанных шаров, попадающих попеременно из воздуха в жидкость и наоборот. В свою очередь шары могут приводить в движение вертушку, и Р. м. как будто бы

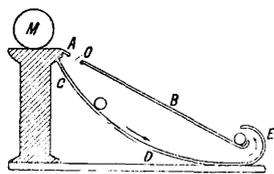
осуществлено. Невозможность осуществления этой идеи, не говоря о трудностях устройства входного отверстия, или сальника, заключается в том, что шар, входящий в жидкость, не только не всасывается последней снизу вверх, но встречает, наоборот, противодействие со стороны жидкости к своему проникновению в нее, причем работа, затраченная на то, чтобы протолкнуть шар в жидкость, не меньше той работы, к-рую шар возвращает при своем всплывании на поверхность. Так обр. выигрыша энергии не будет, и механизм в вечном движении быть не может. На принципе магнитного притяжения основывается следующая схема осуществления Р. м. На верхнем конце наклонной плоскости *AB* (фиг. 5) находится магнит *M*, притягивающий к себе металлич. шарик, перемещающийся по плоскости *AB*. На пути к *M* шарик встречает отверстие *O*, в к-рое он и проваливается, попадая затем на изогнутую поверхность *CDE*, имеющую закругление в



Фиг. 4.

нижнем своем конце. В своем обратном движении шарик, вследствие закругления *D*, окажется в нек-рый момент над плоскостью *AB* и снова начнет свое движение по последней, снова провалится в отверстие *O* и т. д. Невозможно усмотреть однако, что в действительности произойдет одно из двух: или шарик проскочит мимо отверстия и притянется магнитом или же в каком-нибудь положении на поверхности он остановится благодаря тому, что сила притяжения, сила реакции поверхности и вес шарика взаимно уравновешиваются в этом положении.

Помимо вышеуказанного Р. м., носящего название *perpetuum mobile* 1-го рода, рассматривают еще и т. н. *perpetuum mobile* 2-го рода, сущность к-рого заключается в следующем. Как известно из термодинамики (см.), можно произвольное количество тепловой энергии преобразовать в любой другой вид энергии в соответствующем строго определенном количестве. Однако же такое преобразование тепловой энергии возможно лишь при наличии носителей различных темп-р и отдачи определенного количества тепла носителю с низшей темп-рой (2-й закон термодинамики). Механизм, при помощи к-рого можно было бы превратить тепловую энергию какого-нибудь тела в другой вид энергии, в частности в механич. работу, без наличия перепада темп-р между данным телом и другим каким-либо носителем тепла и притом без всякого



Фиг. 5.

изменения термич. состояния окружающей среды, и осуществил бы Р. м. 2-го рода. Несмотря на то, что тепловая энергия, находящаяся в любом теле, вполне ограничена и что вследствие этого даже при осуществлении Р. м. 2-го рода едва ли можно было бы говорить о вечном движении, — все же этот термин имеет некоторое оправдание в том, что преодоление сил трения и других вредных сопротивлений механизма должно обратно перевести определенное количество механич. энергии в тепловую энергию.

Лит.: Planck M., Das Prinzip der Erhaltung d. Energie, Lpz., 1908; Schäfer C., Die Prinzipie der Dynamik, B., 1919.

М. Серебrennikov.

ПЕРСИК, *Persica vulgaris*, дерево, достигающее 10 м в культуре и в диком состоянии до 6 м; принадлежит к сем. Amygdalaceae. Родина этого дерева Китай и Персия, откуда оно распространилось в культуре в Ю. и З. Европу, на юг Европ. части СССР, в Америку и т. д.; в одичалом состоянии встречается в Закавказье. При росте на свободе обладает широкой кроной с очередными ветвями, с опадающими на зиму простыми продолговато-ланцетовидными листьями, остропильчато-зубчатыми по краям. Цветет весной до распускания листьев, цветы единичные, сидячие с пурпуровыми лепестками. Плод неразверзающаяся сочная костянка с продольной бороздой на одной стороне. Семя крупное с деревянистой оболочкой. Сочные части плода употребляют в пищу. Древняя культура П. привела к установлению до 2 000 культурных сортов П., отличающихся по опушению плодов, по степени твердости их мякоти, по отставанию мякоти от косточки, по форме косточки и т. п. Из поджаренных семян П. добывают черную краску, из свежих — масло (см. *Спр.* ТЭ, т. III).

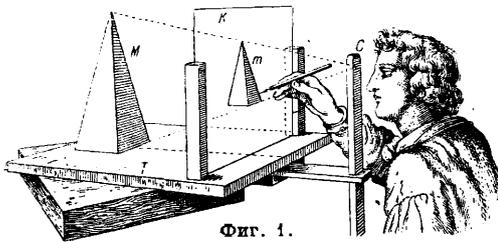
Разводят П. семенами и прививкой на диком П., дамасской сливе, абрикосе, миндале, терновнике. П. предпочитает плодородные, легко проникаемые, но не влажные почвы. Для получения большого количества плодов на юге СССР воспитывают его в виде шпалер и ведут обрезку прошлогодних плодоносивших побегов. Культура П. особенно развита во Франции и США. Древесина П. красива, темнокрасного цвета со светлокоричневыми прожилками и обладает запахом горького миндаля; она тверда, плотна, хорошо полируется, об. в. 0,73, пригодна для токарных, столярн. изделий и для фанеры.

Лит.: Медведев Я., Деревья и кустарники Кавказа, 3 изд., стр. 97—98, Тифлис, 1919; Немец Я., Промышленное плодоводство в Северной Америке, 2 изд., СПб., 1899; его же, Руководство к плодоводству, 2 изд., СПб., 1899.

Н. Нобранов.

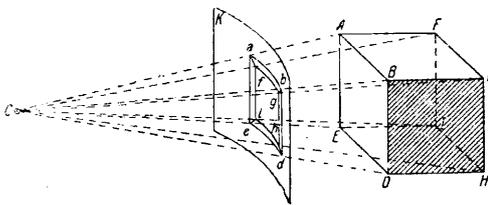
ПЕРСПЕКТИВА, метод построения изображения предметов в том виде, в каком последние представляются при непосредственном их рассматривании в пространстве. При этом П. называют также и самые полученные изображения. Термин П. происходит от лат. слова *perspicere*, что значит «видеть насквозь». Происхождение такого термина объясняется тем, что в средние века, когда было положено основание теории этой науки, для рисования предметов применялся следующий простой прибор (фиг. 1). На доске *T* между двумя стойками укреплялось прозрачное стекло *K*. Изображаемый предмет *M* ставился сзади стекла. Спереди же, на нек-ром

расстоянии от стекла, прикреплялся к доске вертикальный брусок со сквозным отверстием C сверху. Через это отверстие зритель мог видеть сквозь стекло предмет M и зарисовывать его на стекле. Совокупность лучей зрения от точки C до точек предмета образует пучок, пересекающий переднюю поверхность стекла K и дающий в этом пересечении изображение, или П., предмета M . Плоскость (в данном случае передняя поверхность стекла), на которой строится перспективное изображение, называется картинной плоскостью или просто — картиной. Точка C , из которой рассматривается предмет, называется точкой зрения или центром проекций. Линии, идущие от этой точки к разным точкам изображаемого предмета, называются лучами зрения или проектирующими лучами. Само же изображение m называется также еще и центральной П. тела M на плоскость K . Таким образом по фиг. 1 тело M проектируется из точки C на плоскость K .



Фиг. 1.

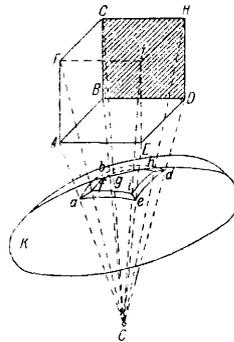
В зависимости от вида поверхности K , на которую проектируется тело M , различают следующие виды перспективы. 1) В линейной П. (фиг. 1) поверхность K является плоскостью (этот случай наиболее распространен). Художник применяет его при рисовании предметов с натуры, фотограф — при фотографировании (в последнем случае центр объектива является центром проекции, а чувствительная пленка или стекло — картиной). Тень, отбрасываемая свечой на бумагу, тоже служит примером линейной П. 2) В панорамной П. (фиг. 2) изобра-



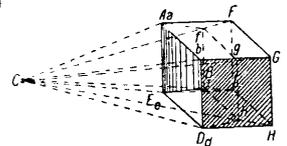
Фиг. 2.

жение $abde...$ предмета $ABDE...$ получается на внутренней стороне цилиндрич. поверхности K , причем точка зрения C обыкновенно располагается на оси этой поверхности. 3) В купольной П. (фиг. 3) изображение $abde...$ предмета $ABDE...$ получается на внутренней поверхности шара или купола K , а точка зрения C иногда совпадает с центром шара. 4) В театральной П. точки изображаемого предмета проектируются

по известным правилам на ряд плоскостей — декораций. Напр. на фиг. 4 показана изображаемая комната $ABDEFGHI$ без передней стены $ABDE$ и построена ее декорация $abdefghi$ на пяти плоскостях: $afie$, $fgih$, $ghdb$, $abgf$ и $deih$. 5) В рельефной (фиг. 5) П. изображение $abde...$ предмета $ABDE...$ является пространственной сплошной формой, все точки которой, как и в предыдущих случаях, располагаются на соответствующих лучах, идущих из точки зре-

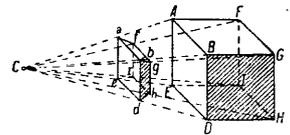


Фиг. 3.



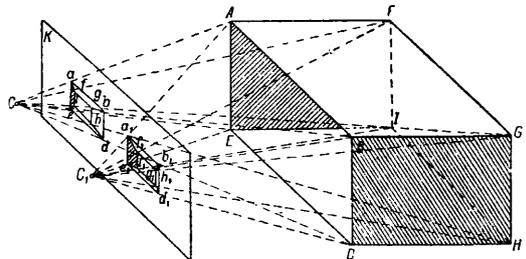
Фиг. 4.

ния C . Примерами могут служить барельефы на памятниках, изображения на медалях и т. п. Кроме вышеописанных видов П., получаемых в предположении одной точки зрения, еще различают стереоперспективу, когда предмет изображается на плоскости с двух точек зрения, и т. о. получаются две его П. На фиг. 6 изображена комната $ABDEFGHI$, две точки зрения — два глаза C и C_1 и на картине K построены две перспективы $abde...$ и $a_1b_1d_1e_1...$



Фиг. 5.

Выбор точки зрения относительно изображаемого предмета определяется желанием зрителя видеть те или иные стороны предмета. Расстояние ее от предмета принимается около 2,5 наибольших видимых размеров предмета. Не следует выбирать точку зрения в диагональной плоскости предмета или на линии, перпендикулярной к фасаду его, так как в пер-

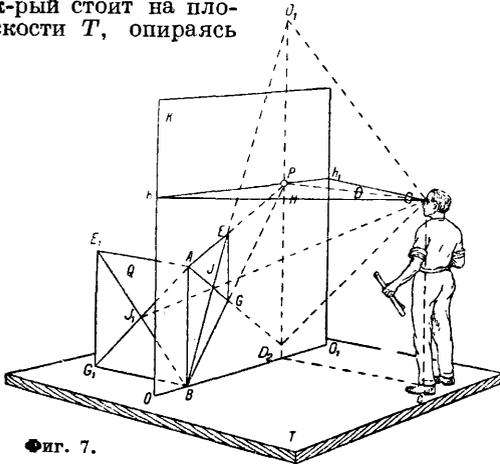


Фиг. 6.

вом случае исчезает одно из вертикальных ребер предмета (например четырехногий стол кажется трехногим), а во втором — изображения получаются скученными, т. к. фасад не будет иметь перспективного сокращения, а будет похож на чертёж. Абсолютные размеры картин, а также отношения ширины их к высоте м. б. самыми разнообразными

в зависимости от сюжета картины. Следует упомянуть о форме их, известной еще в древности и называемой золотым сечением картины. Такая картина имеет отношение ширины к высоте равное 1,6.

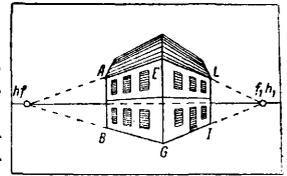
Основные термины П. Кроме приведенных терминов: точка зрения, картина и лучи зрения, приведем объяснение еще нескольких основных терминов. Предположим, что зритель, глаз которого помещается в точке C (фиг. 7), и к-рый стоит на плоскости T , опираясь



Фиг. 7.

на нее в точке s , желает нарисовать на картине K вертикальный квадрат ABG_1E_1 , плоскость которого перпендикулярна картине. Пусть полученная перспектива будет $ABGE$. Плоскость T , на которой стоит зритель и относительно которой ориентируются все изображаемые предметы, называется предметной плоскостью. Линия OO_1 пересечения картины K с плоскостью T называется основанием картины. Горизонтальная плоскость H , проведенная через точку зрения C , называется плоскостью горизонта. Линия hh_1 сечения плоскости горизонта H с картиною K называется линией горизонта картины. Точка P пересечения картины с перпендикуляром к ней, проведенным из точки зрения, называется главной точкой картины. Расстояние $d = PC$ точки зрения до картины называется главным расстоянием. Наблюдая в натуре ряд горизонтальных линий предмета, в действительности параллельных друг другу и удаляющихся от нас, мы замечаем, что они вдали кажутся все сближающимися друг с другом и как бы сходящимися в точке, лежащей на линии горизонта. При изображении таких линий на картине их П. также должны сходиться в одной точке, расположенной на линии горизонта. Эта точка называется точкой схода П. линий, параллельных в натуре. Если такие линии в натуре горизонтальны, то их точки схода располагаются на линии горизонта картины. Если при этом они еще и перпендикулярны к картине, то точка схода их совпадает с главной точкой картины. Если они от зрителя идут вдаль и вверх, то точка схода их лежит над линией горизонта картины и называется возду-

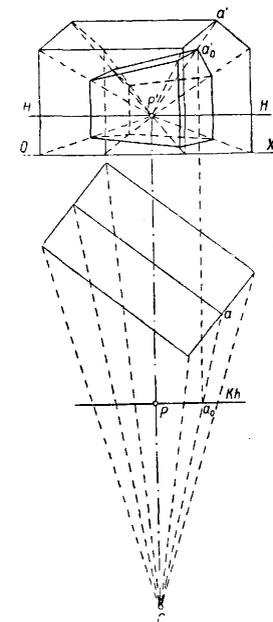
шной точкой схода, если же они идут от зрителя вдаль и вниз, то точка схода их лежит под линией горизонта картины и называется земной точкой схода. Для нахождения на картине точки схода П. группы линий, параллельных друг другу в пространстве, достаточно провести из точки зрения линию, параллельную этому направлению до пересечения с картиной. Напр. на фиг. 8 точка P является точкой схода П. AE и BG сторон квадра-



Фиг. 8.

та AE_1 и BG_1 , к-рые перпендикулярны картине. Точка D_1 будет воздушной точкой схода, и в нее идет П. BE диагонали BE_1 квадрата, причем линия CD_1 проведена параллельно BE_1 . Точка D_2 будет земной точкой схода, и в нее идет П. AG диагонали квадрата AG_1 ; линия CD_2 проведена параллельно AG_1 . На фиг. 8 приведен пример П. дома $ABEGLI$; показаны: линия горизонта hh_1 и точки схода f, f_1 перспективы двух групп горизонтальных и параллельных друг другу линий карнизов, поясков, основания и коньков крыши левого и правого фасада.

Простейшие способы построения П. предмета. Метод Дюрера (радиальная П.). Нем. художник и геометр Альбрехт Дюрер еще в начале 16 в. предложил способ построения П. предмета по

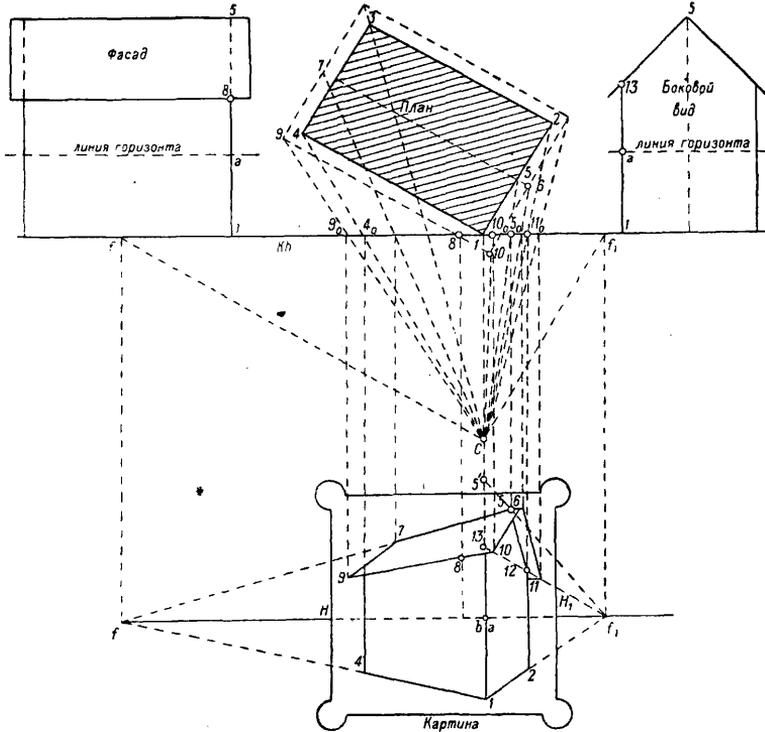


Фиг. 9.

данному его плану и фасада. На фиг. 9 показан пример применения этого метода. Над линией OX изображен фасад дома, выбрана линия горизонта HN и на ней задана главная точка P' будущей картины. Под линией OX изображены: план дома, точка зрения C , основание картины Kh , а также план главной точки P картины. Все соответствующие точки плана и фасада располагаются на линиях, перпендикулярных к OX . Построение состоит в следующем. Соединяем в плане точку зрения C с характерными точками дома пунктирными линиями и замечаем точки пересечения их (напр. a_0) с основанием картины Kh . На фасаде соединяем точку P' с аналогичными точками фасада дома. Сносим точки плана (с линией $P'h$) на аналогичные пунктирные линии фасада. Например точку a_0 плана сносим в точку a'_0 на линии $P'a'$. Точка a'_0 и будет

перспективой конька a' дома. Построив ряд подобных перспектив точек и соединив их в должном порядке, получим П. всего дома, изображенную над линией ОХ.

Метод архитекторов. При построении П. фасада здания архитекторы часто пользуются методом Дюрера с применением в нем точек схода. Рассмотрим этот метод на примере. На фиг. 10 сверху изображен



Фиг. 10.

дом в плане и двух фасадах. Даны: картинная плоскость Kh , проходящая через передний угол $1-13$ дома, точку зрения C и линию горизонта. Решение. Проводим из точки C линии Cf и Cf_1 , параллельные сторонам плана дома, и находим точки пересечения этих линий с картиной. Далее, внизу чертежа проводим горизонтальную линию HN_1 , к-рую принимаем за линию горизонта картины и переносим на нее точки f и f_1 . Эти точки будут служить точками схода П. линий, параллельных Cf и Cf_1 . Далее на плане проводим из C лучи к разным точкам плана и замечаем точки пересечения этих лучей с Kh . Т. о. найдены точки $9_0, 4_0, 5_0, 11_0$ и т. д. Проводим через эти точки вертикальные пунктирные линии вниз. На этих линиях должны располагаться П. тех же точек. Замечая, что вертикальное ребро дома $1-13$, совпадая с картиной, будет проектироваться на нее без искажения. Поэтому, проведя вертикаль через точку 1 плана, заметим точку a пересечения ее с линией горизонта картины и отложим от точки a вниз и вверх отрезки $a1$ и $a13$, соответственно равные отрезкам $a1$ и $a13$ на боковом фасаде. Проведя через точки 1 и 13 линии в точку схода f_1 , получим в местах пересечения их соответ-

ствующей вертикалью точки 2 и 12 . Проведя же линию $1f$, получим точку 4 . Далее на вертикали $1-13$ на картине откладываем отрезок $a5'$, равный возвышению $a5$ конька дома над горизонтом на фасаде. Проведя же линию $5'f_1$, получаем и точку 5 —П. этого конька. Далее проводим линию $5f$ и получаем точки 6 и 7 . Обращаясь к плану дома, видим, что один из карнизов крыши пере-

секает картину в точке 8 , находящейся на высоте $a8$ (фасад) над горизонтом. Сносим точку 8 на картину и откладываем $b8$ (картина)— $a8$ (фасад). Далее проводим линию $8f$ и находим точки 9 и 10 . Проведя же линию $10f_1$, найдем точку 11 . Т. о. пользование точками схода f и f_1 значительно облегчает построение П. Однако это облегчение имеет место лишь тогда, когда эти точки лежат в пределах чертежа и когда не требуется увеличить размера картины по сравнению с данным чертежом предмета. В противном случае надлежит пользоваться так наз. методом большой картины, или методом перспективных сеток.

История П. ведет свое начало к глубокой древности. Еще в «Оптике» Евклида, жившего за 300 лет до нашей эры, есть указания на некоторые правила линейной П. До Евклида теми же вопросами занимался Птолемей и Элиодор Ларисский. Позднее целый ряд авторов посвящает свои труды изучению законов П.. Пиетро де Янчи Франческо (1380—1476), Леонардо да Винчи (1452—1519), Леон Батиста Альберти (1511), Виттор (1505), Альбрехт Дюрер (1471—1528), Гвидо Убальди (1545—1607) Деваг Жерар (1593—1662). Далее следует целый ряд ученых, изучавших и углублявших вопросы П. (см. библиографию).

Лит.: Рыгин В. А., Перспектива, П., 1918; Leonardo da Vinci, Trattato della pittura (начало 16 в.); Leon Battista Alberti, Della pittura e della statua, 1511; Pilet J. J., Traité de perspective lineaire, précédé du tracé des ombres, 3 éd., P., 1921; Hauck G., Lehrbuch d. malerischen Perspektive mit Einschluss d. Schattenkonstruktionen, B., 1910; Storey G. A., The Theory a. Practice of Perspective, Oxford, 1910; Enrico V., Prospettiva lineare pratica con tavole a rilievo, Milano, 1902.

Н. Рыгин.

ПЕРСУЛЬФАТЫ, см. Пережиски.

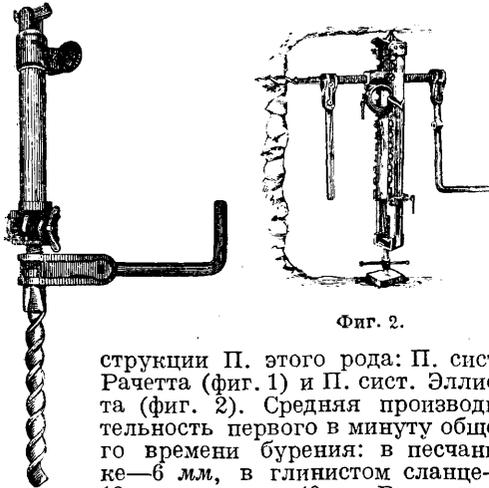
ПЕРАУАНСКИЙ БАЛЬЗАМ, продукт патологич. порядка, получающийся из дерева *Mucosylon balsatum* var. *Perreira*, растущего в западной части Ю. Америки. Для добытия П. б. с дерева снимают часть коры, обычно после предварительного поколачивания деревянными молотками данного участка коры; обнаженные части ствола обжигают при помощи смоляных факелов и на эти места навязывают тряпки, которые и впитывают вытекающий бальзам. Выжимая или вываривая эти тряпки, получают П. б. Иногда обжигание применяется лишь после того, как прекратится первое истечение бальзама.

П. б., полученный вывариванием, уступает по качеству полученному выжиманием и прессованием тряпок. По внешнему виду П. б.—густая жидкость, не тянущаяся в нити, в тонких слоях—желтого цвета, в толстых—коричневого. Хорошие сорта совершенно прозрачны, обладают приятным не сильным запахом, напоминающим бензойную смолу и ваниль. В спирте, ацетоне, хлороформе П. б. растворяется хорошо, в жирных маслах, скипидаре, сероуглероде—значительно хуже. Эфирное масло составляет около 50 % П. б. и состоит из циннамина—смеси бензиловых эфиров бензойной и коричной к-ты, кроме того установлено присутствие: свободной коричной к-ты, дигидробензойной к-ты, неролидола (перувиола), фарнезола и коричневого спирта. Смоляная часть П. б.—коричневый эфир перурезинотаннола $C_{13}H_{16}O_4ON$. Фальсифицируется П. б. различными другими бальзамами; для установления его чистоты определяются химич. константы П. б. и циннамина, а также количество последнего.

Лит.: Вольф Г., Бальзамы, смолы, искусств. смолы, олифы и лаки, пер. с нем., П., 1923; Wolf H., Die natürlichen Harze, Steg., 1928. Б. Рувоский.

ПЕРФОРАТОРЫ, инструменты, применяемые гл. обр. в горном деле для бурения шпуров. Последние обыкновенно служат для помещения взрывчатых веществ при *взрывных работах* (см.). По роду применяемой энергии перфораторы разделяются на ручные, пневматические, электрические и гидравлические.

Ручные П. Эти П. относятся к группе вращательных. В горном деле вследствие их малой производительности они почти вышли из употребления. Существуют две кон-

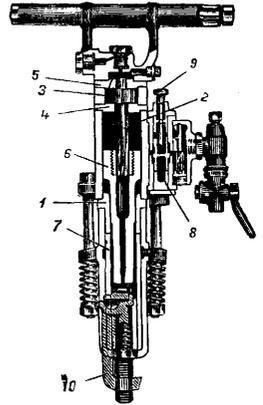


Фиг. 2.

струкции П. этого рода: П. сист. Рачетта (фиг. 1) и П. сист. Эллиота (фиг. 2). Средняя производительность первого в минуту общего времени бурения: в песчанике—6 мм, в глинистом сланце—13 мм и в угле—40 мм. Вследствие своего малого веса этот П. удобен для проведения шпуров в разных направлениях. Производительность П. сист. Эллиота (приспособленного для бурения горизонтальных шпуров) в минуту: в песчанике—7 мм, в глинистом сланце—17 мм и в угле—40 мм.

Пневматические П. имеют широкое применение в горном деле и м. б. разбиты на две группы: ударные (для твердых пород) и вращательные (для мягких пород). У д а р н ы е

П. в свою очередь делятся на две группы: П. молоткового типа и П. долбежно-поршневые; главное различие между этими типами сводится к тому, что в молотковых П. рабочая часть (бур) не связана с поршнем; последний во время работы наносит ряд частных ударов тыльной части бура; в долбежно-поршневом П. бур связан жестко со штоком поршня и совершает с ним движение вперед и назад. Молотковые П. отличаются сравнительно небольшим весом, работают с большим числом ударов и имеют короткий ход поршня. Этот тип П., наиболее широко применяемый в горном деле, подразделяется на 3 группы: 1) ручные весом 10—20 кг, длиной 35—70 см, которые при работе удерживаются руками; применяются они гл. обр. при бурении шпуров в породах незначительной крепости; 2) более тяжелые, весом 30—45 кг, длиной 125—140 см, устанавливаемые на особых подставках, а чаще на распорных колонках; применяются преимущественно для бурения глубоких шпуров в крепких породах; 3) П. с телескопич. нажимной стойкой применяются для бурения восстающих шпуров. Вес этих П. колеблется от 25 до 35 кг. На фиг. 3 показан ручной П. молоткового типа фирмы Ingersoll-Rand Co. Здесь 1—муфта, 2—стержень с геликоидальной нарезкой, 3—кольцо с зубцами на внутренней поверхности (храповик), 4—нижняя шайба, 5—верхняя упорная шайба, 6—поршень с гайкой, 7—штулка с прямой нарезкой, 8—распределительная коробка с лубрикатором и приспособлением для продувки шпура сжатым воздухом, 9—курок для продувки и 10—держатель бура. Подача воздуха попеременно по одну и другую сторону поршня происходит по каналам, просверленным в стенках цилиндра. Распределение воздуха производится крыльчатым клапаном, к-рый перекидывается воздухом, поступающим с одной или с другой стороны клапана в зависимости от положения поршня. В нек-рых П. воздух распределяется шариковыми клапанами, цилиндрич. золотниками и пр. Заднюю поверхность поршня обычно делают больше передней, чтобы рабочий ход совершался с большей скоростью, чем холостой; с этой же целью каналы, подводящие воздух при холостом ходе поршня, делают меньшего сечения, чем при рабочем ходе. В конце холостого хода поршня образуется воздушный буфер, чем предупреждаются удары о крышку цилиндра. П. обычно имеют особый механизм для поворачивания бура. В нек-рых П. новейшей конструкции поворачивание бура производится независимым воздушным двигателем.



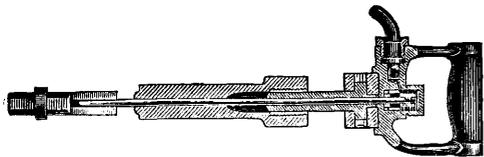
Фиг. 3.

При бурении П. для удаления измельченной породы необходимо производить промывку и продувку шпуров. Продувка шпура делается свежим или отработанным воздухом. Воздух поступает к забою шпура по каналу внутри бура. Для продувки полной струей свежего воздуха в П. имеется специальное приспособление в распределительной коробке, при посредстве к-рого воздух направляется в канал бура при крайнем верхнем положении поршня. Механизм для продувки приводится в действие курком, который расположен на распределительной коробке, близ рукоятки. Продувка шпуров воздухом не экономична и сопровождается выделением большого количества пыли.



Фиг. 4.

Более экономичной является промывка шпуров водой. Вода подводится к П. двумя способами: или рядом с воздухопроводом проводится отдельный трубопровод, подающий воду из напорного резервуара, или вблизи работ устанавливаются один или несколько баков с водой. Баки соединяются с трубопроводом сжатого воздуха, последний вытесняет воду и по рукаву подает ее в П. На фиг. 4 показана установка для промывки шпуров водой по второму способу. На фиг. 5 представлено устройство для подачи воды внутри П. Вода подается по особой тонкой трубке, проходящей через геликоидальный стержень и поршень и входящей в тыльную часть пустотелого бура. Иногда при бурении шпуров устраивается комбинированная очистка забоя: продувка отработанным воз-



Фиг. 5.

духом и промывка водой. Смазка П. устраивается обычно непрерывная и автоматическая. Подача смазки осуществляется поступающим воздухом. Аппарат для смазки (лубрикатор) помещается внутри распределительной коробки; в других П. лубрикатор помещается отдельно, сбоку цилиндра.

Буры для П. применяются различного сечения: квадратные, шестигранные со скошенными краями, круглые, спиральные. Тыльная часть буров бывает чаще шестигранного сечения и несет упорное кольцо. Форма долота в зависимости от назначения бывает разнообразная. Для твердых пород чаще применяются формы: крестообразная, с двумя параллельными лезвиями, шестигранная; для мягких пород—Z-образная и др. При

бурении шпуров производится смена затупленных буров; одним буром в зависимости от крепости породы можно пробурить 100—500 мм. Т. к. края головки бура истираются и следовательно уменьшается диаметр шпура, то следующий бур должен иметь долото немного меньше предыдущего. Диаметры головки бура обычно уменьшают на 1,5—3 мм в зависимости от крепости пород и глубины шпура. Заправка буров производится на специальных станках (бурозаправочные машины), особыми штампами, соответствующими форме долота. Бурозаправочные станки обычно приводятся в действие сжатым воздухом. Сменные долота пока не получили широкого распространения; при бурении в твердых породах они оказались неэкономичными. На фиг. 6 представлены различные формы стальных буровых головок. Обычно буры применяются пустотелые, длиной до 5 м и более; разница в длинах буров одного комплекта колеблется до 600 мм, в зависимости от количества сменяемых буров на п. м шпура. Количество буров в комплекте зависит от твердости пород и глубины шпура. Наиболее употребительные размеры буровой стали—30 мм—круглая, 22 мм—шестигранная со скошенными краями, 20 мм—шестигранная; чаще применяются пустотелые заготовки стали. При бурении по углю и в рыхлых породах применяют спиральные бу-



Фиг. 6.

ры, автоматическим поворачиванием которых достигается удаление буровой пыли из забоя шпура.

Давление воздуха в П. обычно применяется в 5—6 атм. Увеличение давления сверх этой нормы вызывает сильное изнашивание П. и поломку буров, увеличение же скорости бурения при этом сравнительно с увеличением давления незначительно. Расход свободного воздуха (приведенного к атмосферному давлению) П. колеблется от 1,5 до 2,5 м³/мин (в зависимости от веса перфоратора).

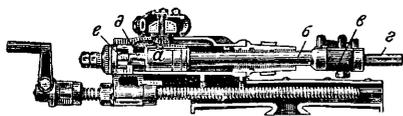
Производительность П. колеблется в зависимости от крепости пород и обычно составляет: в граните 3—6, в кварците 2—5, в известняке 9—13, в угле средней крепости 70—75 см/мин. Чистое время бурения составляет 50—40% всего рабочего времени; остальное время уходит на смену буров, перестановку П. и пр. Производительность П. в 6-часовую рабочую смену при руде средней крепости составляет 10—15 м. Шпуры при подземных горных работах чаще бурят длиной 1—5 м. Мощность, потребляемая одним П., составляет ок. 15 НР, считая, что на сжатие 1 м³/мин при давлении 6 атм требуется 7 НР на валу компрессора. Клд П. может быть принят в 10—15%.

Колонковые П. Тяжелые П. при бурении устанавливаются на особых подставках, стойках. При подземных работах для

бурения горизонтальных или слабо наклонных шпуров чаще применяются трубчатые стойки (колонки) с распорными винтами. Вес такой колонки колеблется от 50 до 185 кг, длина 1,8—3 м, диам. 75—100 мм. П. в этом случае устанавливается на особой подставке, к-рая закрепляется на горизонтально расположенном коротком валу; последний особым зажимом укрепляется на вертикальной стойке (колонке). Благодаря подвижности соединений П. может быть повернут в любое положение. При бурении подача П. производится посредством винта, вращаемого от руки. Автоматическая подача бура не получила распространения.

Телескопические П. При бурении восстающих шпуров применяют телескопич. стойки, которые раздвигаются действием сжатого воздуха. П. и стойка конструктивно составляют одно целое. Повертывание аппарата производится вручную. В последнее время однако появились телескопич. П. с механизмом для автоматич. поворачивания бура или с независимым для этой цели воздушным двигателем. Телескопич. П. снабжают приспособлением для разбрызгивания воды с целью увлажнения воздуха или устройствами для промывки шпура водой и продувки воздухом. Длина телескопических П. обычно 1,3 м, если штанга сдвинута; в раздвинутом положении длина достигает до 2 м. П. тяжелого типа при работе на поверхности (в карьерах) часто устанавливаются на треногах. При проходке штольней образных выработок большого сечения несколько П. (4—8 штук) могут устанавливаться на специальной тележке, движущейся по рельсам; в этом случае перед взрывом пробуренных шпуров П. могут быть быстро удалены от забоя.

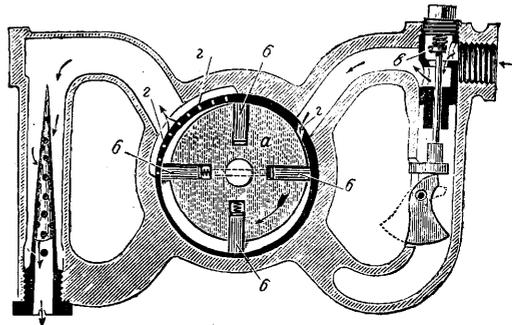
Долбежно-поршневые П. В этих П. бур связан со штоком поршня. П. эти обладают более тяжелым весом (чаще от 50 до 150 кг) и делают меньшее количество ударов (от 300 до 600 в мин.) по сравнению с молотковыми П. В настоящее время они выходят из употребления и применяются иногда в открытых работах при бурении глубоких шпуров большого диаметра. Представителем этой группы могут служить П. фирмы «Ингерсоль Ранд» (фиг. 7, где *a*—поршень,



Фиг. 7.

b—шток, *c*—головка штока, *d*—бур, *e*—геликоидальный стержень, *e*—храповое колесо с собачкой). Этот П. делает 600 ударов в мин. и расходует 3 м³ свободного воздуха в мин. при давлении 5,5 atm. Распределение воздуха производится посредством крыльчатого клапана. Вращательные движения в этих П. производятся посредством винтового стержня и храпового колеса при обратном ходе поршня. Ударные П. могут приводиться в действие кроме воздуха—паром, что в некоторых случаях целесообразно, напр. при работе парового экскаватора.

Вращательные пневматические П. в настоящее время получили широкое распространение, особенно П. легкого типа. Они весят 7—14 кг и работают при давлении 4—5 atm. Число оборотов двигателя 3 000 в мин.; сверло делает 125—500 об/мин. Расход воздуха 0,85 м³/мин. Производительность до 2 м/мин при начальном диам. шпура в 40 мм. Применяются для бурения шпуров в углях. Двигатель такого П. устроен



Фиг. 8.

по принципу турбины коловратного типа (фиг. 8). В кожухе находится эксцентрично установленное колесо *a*, *b*—алюминиевые лопатки, *c*—кран для впуска сжатого воздуха, *d*—каналы для впуска и выпуска отработанного воздуха; направления движения воздуха указаны стрелками. Иногда применяются поршневые двигатели.

Электрические П. Электрич. П. разделяются на вращательные, пульсаторные и ударные. Электрич. вращательные П. применяются в мягких породах и разделяются на: 1) легкие, т. е. электрические сверла, работающие вручную и предназначенные для бурения в мягких породах, и 2) более тяжелые, устанавливаемые на распорных колонках. П. строятся с моторами трехфазного тока, причем мотор соединяется с П. непосредственно или при помощи гибкого вала; последняя конструкция менее распространена. Сверло делает 100—300 об/мин. в зависимости от крепости пород. Ручные электрич. сверла весят 12—13 кг. Мощность их 0,3—0,4 kW. Производительность легких П. в таких породах, как гипс, каменная соль, уголь, равна 0,5—1,5 м/мин. Тяжелые электрич. П. имеют мощность 2,5 kW. Производительность их 0,15 м/мин в крепких породах (известняк, песчаник).

Электропульсаторные П. состоят из электродвигателя с пульсатором, который установлен на отдельной тележке, и пневматич. П. особого устройства. Принцип действия основан на передаче движения поршню П. посредством двух пульсирующих столбов воздуха. Электродвигатель приводит во вращение коленчатый вал пульсатора. Один цилиндр последнего соединен рукавом с цилиндром П. по одну сторону поршня его, а другой цилиндр другим рукавом по другую сторону поршня П. Для начала работы требуется установить во всем аппарате давление 2,5—3 atm. Пульсатор снабжен регулирующим вентилем, к-рым устанавливается необходимое давление в зависимости от твер-

дости породы. В этих П. отсутствует устройство для распределения воздуха. Поворачивание бура совершается храповым механизмом. Общий вес установки 770—900 кг. Мощность двигателя 3—6 л. Число ударов в мин.—400. Вследствие своей громоздкости и других недостатков этот тип П. широкого применения не получил.

Ударные электрические П. Действие этих П. основано на принципе сжатия и растяжения пружин. П. делает 400—500 ударов в минуту и требует затраты энергии 1,5—2 л. Вес П. с электродвигателем 100 кг. Производительность перфоратора в крепких породах 4,5—6 см/мин (чистое время бурения).

Гидравлические П. Эти П. относятся к группе вращательных. Применение их чрезвычайно ограниченное. Они применяются при бурении в крепких породах. К этой группе относится турбинный П. «Донверсмарк», предназначенный для работы в каменном угле. В качестве двигателя в этом П. применено колесо Пельтона, от которого при помощи червячной передачи движение передается сверлу. При бурении по углю в течение 3 мин. проводится шпур глубиной 2 м при расходе за это время 80 л воды.

См. Механизация горных работ и Разработка полезных ископаемых.

Лит.: Справочник по каменноуг. делу, изд. Донугля, Харьков, 1928; Г е ф е р Г., Справочник по горному делу, ч. 1—2, Берлин, 1923; P e e l e R., Mining Engineers' Handbook, 2 ed., N. Y., 1928. М. Яковлев.

ПЕСОК, осадочная рыхлая, несцементированная обломочная, зернистая горная порода. Образование П. различно: 1) главным образом он является продуктом разрушения различных, по преимуществу кварцосодержащих горных пород; 2) вулканич. песок

переноса; так, частицы П., находящегося в первоначальном месте залегания (горный песок), имеют острореберные очертания. Носный П. округлен и отшлифован тем более, чем на большее расстояние он перенесен водой или ветром. Залежи П. кроме формы и величины частиц характеризуются также составом основной породы, степенью сохранности составных частей (более мягкие, легко выветриваемые и выщелачиваемые разрушаются быстрее) и способом отложения.

В зависимости от минералогич. состава основной породы П. разделяются на следующие разновидности. К в а р ц е в ы е П. — наиболее распространенный вид; они имеют наибольшее применение в промышленности. Чистый кварцевый П. белого цвета состоит из водопрозрачных или матовых зерен; от присутствия в нем незначительных количеств окислов железа он приобретает различные оттенки: желтого, бурого и красного цвета. Кроме добываемого из месторождений кварцевого П. его получают еще размалыванием слабо сцементированных кремнистым цементом песчаников, а также как побочный продукт, получаемый при отмучивании каолина. Анализы кварцевых П. СССР приведены в табл. 1. Железистые П. содержат кроме основной кварцевой массы окисл железа и гидраты окиси железа; иногда частицы П. цементируются железистыми солями в виде белых слоев (Eisportstein). Магнитные П. состоят из зерен титанистого магнитного железняка с примесью зерен кварца, слюды и других минералов. Известковые, доломитовые, слюдяные, шпатовые, магнетитовые, глауконитовые, нефелиновые П. получают название в зависимости от присутствия в П. того или

Табл. 1. — Анализы кварцевых песков СССР.

Состав	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M
SiO ₂	90,63	99,29	96,14	98,11	94,36	95,28	99,34	99,24	97,77	98,79	98,83	99,70
Al ₂ O ₃	8,55	0,42	0,77	0,60	3,28	2,39	0,44	0,26	0,26	0,61	0,21	0,48
Fe ₂ O ₃		0,041	0,31	0,078	0,25	0,71	0,09	0,12	—	—	—	0,03	0,03
CaO	0,14	0,105	0,17	—	0,58	0,54	—	0,19	0,08	0,13	—	—
MgO	0,07	0,12	0,01	0,02	0,07	Сл.	0,16		0,03	—	—	0,25	0,23
K ₂ O	0,71	0,10	0,85	0,13	—	—	—	—	—	—	0,61	0,64
Na ₂ O	0,48	0,20	0,69	0,36	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ O	0,26	0,10	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Потери при прокаливании	1,12	0,22	0,47	0,26	—	0,44	0,16	0,2	0,11	0,17	—	—

Обозначения: А—дер. Мелехово, В—дер. Манарьино, С—дер. Пиналево, D—дер. Фальково, все Тихвинского района (б. Череповецкой губ.); Е—б. имение Воронцова, б. Новгородской губ.; F—оттуда же красный песок; G—Саблинский песок, Ленинградской обл.; H—Лисичанский з-д, д. Рязанцево, Екатор. ж. д.; I и K—подмосковный песок Головинна (г. Люберцы); L и M—песок в-да Ликфельда (Детскосельск. р., Ленингр. обл.).

состоит из зерен вулканич. стекла, пемзы и других минералов лавового происхождения; 3) морской П. часто является продуктом разрушения кораллового вещества. Разрушенные вследствие *выветривания* (см.) горные породы в дальнейшем перемещаются ветром и водой, подвергаются промывке, выщелачиванию, вследствие чего появляются различные виды обломочных пород, в том числе и П.

Гранулометрич. состав П. характеризуется следующими размерами частиц: мелкий песок 0,02—0,2 мм, средний 0,2—0,5 мм, крупный 0,5—1,0 мм, очень крупный 1—2 мм. Форма песчинок зависит от дальности их

иного количества соответствующих минералов. Россыпями называются П., содержащие зерна оловянной, титановой руды, редких минералов, драгоценных и цветных камней, золота, платины и др. В технич. отношении П., имеющие в качестве основной породы кварциты, известняки, граниты, более ценны, чем пески, образовавшиеся из слюдяных сланцев или филлитов, т. к. отмывание слюдяных листочков влечет за собой большие расходы.

По способу отложения П. подразделяются на горные, овражные, речные, морские, донные и погребные. Горные и овражные П. отлагаются у подножья гор или

переносятся водой на незначительные расстояния в овраги; песчинки их весьма угловаты, с острыми ребрами и перемешаны с глинистыми землистыми иловатыми частицами. Речной П. обыкновенно самый чистый, находящийся на дне или на берегах рек, перенесен водой на значительные расстояния и вследствие трения при переносе имеет форму зерна б. или м. округленную, чуть даже полированную; он отлагается слоями, чередующимися часто прослойками *гравия* (см.) или глины. Морской песок имеет зерна наиболее округленные вследствие обтачивания их волнами. Дюнный П. состоит из мельчайших частиц, вынесенных из морского песка и отлагающихся под действием ветра в прибрежных местностях. Погребной П. встречается на известной глубине под наносными слоями других пород; остроуголоватые частицы его имеют шероховатую поверхность; этот П., сравнительно редко встречающийся в природе, является наилучшим П. в строительном деле. Кроме того П. дают еще следующие обозначения: оподзоленные П., встречающиеся под лесом, болотами, торфяниками. Эоловые П. (барханы, выдуи, кучугуры, дюны) иногда прикрыты почвенным слоем и оподзолены; они нередко выходят непосредственно на поверхность. Валунные П. (содержащие валуны и гальку) имеют значительную площадь распространения; эти П., предварительно отсеянные, употребляются для неотвешенных изделий. Алювиальные П. обладают непостоянством как минералогического, так и механич. состава; эти П. обычно связаны с крупными речными системами; дилувиальные — большей частью прикрыты позднейшими образованиями и обнажаются на склонах речных берегов и оврагов; элювиальные — образующиеся на месте разложения кристаллич. пород и выщелачивания известковых пород и содержащие большие количества силикатов и глинистых примесей.

Применение П. в промышленности и строительном деле огромно. В зависимости от целей применения изменяются и требования, предъявляемые к П. В технике различаются следующие сорта П.: стекольный, литейный, огнеупорный, керамический, металлургический, строительный и асфальтовый, машинный, мостовой и дорожный, балластный, шлифовальный, фильтровальный, кровельноотелевый и др. В стекольном производстве применяется чистый кварцевый П., являющийся главной составной частью шихты для стекла; этот П. должен содержать более 99% кремневой к-ты, окиси же железа не д. б. больше половины %. Практика дает (в Америке) следующие пределы содержания в этих П. окиси железа при производстве разных сортов стекла (в %):

Флинтглас и известково-натровое стекло	0,02—0,05
Листовое зеркальное	0,10—0,20
Бутылочное и оконное	0,20—0,35
Темное бутылочное	0,50—0,65

Глинозем в П. понижает прозрачность стекла и увеличивает его тугоплавкость; допускаемое количество его для лучших стекол 0,1—0,6%. Кроме состава в стекольном П. имеет большое значение величина зерен и

их форма; предпочтительный размер зерен 0,15—0,55 мм; зерна мельче 0,135 мм не экономичны, они «горят». Для непузырнстого стекла применяется песок с остроугольными зёрнами. В последнее время нашел применение в стекольном производстве нефелиновый П. Хибиинских гор. При изготовлении плавленного кварца из кварцевого песка получаются непрозрачные сорта — молочный и шелковистый; прозрачный же получается из кристаллического или жильного кварца. В литейном производстве применяется кварцевый П. с остросереберными, а не окатанно-круглыми частицами. Размер зерен зависит от величины отливок; для тяжелых отливок необходим крупнозернистый П., для легких, а также бронзовых, медных — тонкий песок. В литейных П. необходимы небольшие примеси Al_2O_3 для связи и наличие конституционной воды для пластичности формочной массы. Средний состав литейного П. следующий: 80% SiO_2 ; 9% Al_2O_3 ; 3,5% Fe_2O_3 ; до 3% CaO и MgO ; до 1,5% щелочей; до 3% воды и до 3% органич. примесей. Литейный песок должен придать формочной массе огнеупорность, пластичность и вязкость (для отчетливого рельефа отливки), пористость, небольшую теплопроводность, податливость (для свободного сокращения металла при охлаждении). Огнеупорный П. идет на приготовление разнообразных огнеупорных изделий, кирпича, посуды и т. п. П. должен обладать высокой $t_{пл}$ и при высокой t° способствовать механич. прочности изделий; поэтому он не должен содержать окиси железа, глины, щелочей, понижающих его огнеупорность; примесь известки до 2% желательна, т. к. способствует спеканию частиц; зерна П. должны быть угловатыми, т. к. окатанные не имеют связанности между собою. В керамической промышленности применяется остросереберный кварцевый песок как отощающий материал при изготовлении фаянсовых, фарфоровых и других керамич. масс и как составная часть различных глазурей; присутствие тяжелых металлов и их окислов является безусловно недопустимым. В металлургической промышленности используется кварцевый П. с большим содержанием SiO_2 как составная часть шихты при выплавке металлов и как набивка кислот подов и стенок печей. П. должен быть огнеупорен и для получения компактной и непроницаемой массы должен содержать зерна разной величины, вплоть до самых тонких. В строительной промышленности П. имеет многообразное применение (см. *Строительные материалы*). Для приготовления асфальтовой массы применяют П. без глины, органич. примесей, с размерами зерен, проходящих через решето № 3 полностью, не свыше 60% № 8, не свыше 40% № 30 и не свыше 7,5% № 190. П. для паровозных песочниц при просеивании должен проходить через решето № 20 и вовсе не проходить через решето № 80, д. б. свободным от пыли, грязи и гравия. В качестве шлифовального материала применение песка очень разнообразно: приготовление искусственных точильных и шлифовальных инструментов, шлифовальная

(стеклянная) бумага, песочное дутье и пр. П. для полировки не должен содержать грубых зерен, дающих царапины. Для распиловки камня и мрамора П. должен состоять из твердых частиц одного размера. В химической промышленности П. применяется при изготовлении спичек, мыла, красок, различных фильтровальных и нагревательных приспособлений.

Кроме перечисленных главных применений П. используется в многочисленных случаях, как например в горном деле при мокрой закладке выработанного пространства, в песочных часах, как нормальный П. при испытании цементов. Нормальный П. должен быть совершенно чист от пыли, глинистых, железистых, сернистых и других веществ; по величине зерен он должен полностью проходить через сито с 64 отверстиями на см² и оставаться на сите с 144 отверстиями на см²; герм. нормальный П. (из Фрейенвальда) содержит 99,06% SiO₂; 0,84% Fe₂O₃ и Al₂O₃; потери при прокаливании 0,10%, удельн. вес 2,654; он должен содержать 0,04% отмучиваемых частей, 0,04% осаждаемых аммиаком из солянокислого раствора, 0,01% извести и 0,05% частей, растворимых в соляной к-те.

Месторождения и добыча П. Месторождения П. встречаются, начиная от самых древних (силурийских) до новейших (четвертичных) отложений. Форма залегания чрезвычайно разнообразна: неправильная, плоско-гнездовая, линзообразная, лентообразная, иногда карманная, бугристая и редко — пластовая. Мощность однородных по всей толще П. варьирует от 0,1 до 10 м и больше, а площадь залегания от нескольких десятков до тысячи и больше м²; слои П. обычно содержат пропалски загрязненного песка или глины. Залегające в палеозое пески отличаются значительной площадью распространения, мощностью и относительным постоянством качества по сравнению с четвертичными П., залегающими не так глубоко, как первые. Особенно ценны месторождения каолиновых П., представляющих продукт перетложения (переноса) кварца после выщелачивания и выноса каолина. Из мировых месторождений кварцевых П. наиболее известны следующие: в Германии (близ Аахена, Липпе, Лаузитца, Martinsroda); в Англии (Бельфаст, Дербишир, Aylesford); в Чехо-Словакии (Пильзен); Франции (Фонтенебло, Charlesville); в Бельгии (Намюр, Jesseps); США (штаты — Кентукки, местность Tip-Top; Огайо, местность Niles; Индиана, Coxville; Пенсильвания, Clearfield). Анализы некоторых из этих П. указаны в табл. 2 (стекольные) и табл. 3 (литейные и огнеупорные). В СССР месторождения П. широко распространены по всей территории Союза, однако месторождений чистых П. с крупными запасами, т. н. промышленных П., пока открыто и разрабатывается не много; П. местного значения обслуживает местн. нужды, гл. обр. близлежащий стекольный завод. В табл. 4 (ст. 267—271) пе-

Табл. 2. — Состав стекольных кварцевых песков.

Состав	A	B	C	D	E
SiO ₂	99,79	99,71	98,61	99,14	91,38
Al ₂ O ₃	0,12	0,014	0,74	0,23	3,66
Fe ₂ O ₃	0,014	0,041	0,22	0,02	0,47
CaO	0,8	0,04	0,12	0,21	0,81
MgO	—	0,05	сл.	0,08	сл.
K ₂ O	—	—	—	—	—
Na ₂ O }	—	0,042	—	—	3,49
H ₂ O	—	—	—	—	—
Потеря при прокаливании	—	0,042	0,32	0,52	—
Mn ₂ O ₄	—	0,04	—	—	—

Обозначения: А — США, Пенсильвания, Clearfield; В — Германия, Лаузитц, Hohenbock; С — США, Индиана, Coxville; D — США, Кентукки, Tip-Top; E — Германия, Martinsroda.

Табл. 3. — Состав литейных и огнеупорных песков.

Состав	A	B	C	D	E	F
SiO ₂	90,40	98,17	98,79	81,47	99,06	81,26
Al ₂ O ₃	6,56	0,71	0,49	8,84	0,56	5,69
Fe ₂ O ₃	0,18	0,03	0,16	0,84	0,04	4,29
CaO	0,16	0,11	0,16	0,86	0,17	4,34
MgO	сл.	0,07	0,09	0,81	—	0,46
K ₂ O	—	—	—	2,78	0,26	0,87
Na ₂ O	—	0,41	0,28	1,50	0,11	0,38
Потеря при прокаливании	2,48	—	0,21	2,24	0,22	2,81

Обозначения: А — Англия, Derbyshire, огнеупорный; В — Англия, Derbyshire, огнеупорный; С — Бельгия, Jesseps; D — Belfast, литейный, содержит 0,35% TiO₂; E — Aylesford, литейный; F — Франция, Charlesville, литейное литье.

речислены известные в Союзе месторождения кварцевых П. с краткой характеристикой их. Месторождения Сибирского края и Туркменской ССР разведаны лишь в последнее время; запасы этих месторождений пока еще не определены.

Добыча П. ведется обыкновенно в карьерах и каменоломнях. При мощных наносах применяются подземные разработки, чаще всего штольнями. В Америке П. разрабатывается и гидравлическим способом (см. *Гидравлические разработки*); при этом способе происходит промывка и отмучивание песка. В крупных предприятиях за границей П. добывается гл. обр. экскаваторами, землечерпалками, драгами, землесосами и подвергается мойке и сортировке, причем процессы доставки П., его мойки, сортировки и сушки объединяются в один процесс. Статистика добычи П. ведется несовершенно и неполно. В табл. 5 представлены данные потребления П. в США. В 1926 г. там же

Табл. 5. — Потребление песка в США по сортам.

Название	1922 г.			1923 г.			1924 г.
	т	Цена т в долл.	%	т	Цена т в долл.	%	т
Стекольный	1 768 549	1,62	25,3	2 034 958	1,84	21,9	2 300 000
Формовочный	3 839 115	1,17	64,6	5 559 644	1,21	59,5	—
Абразивный	1 183 161	1,46	16,7	1 456 039	1,62	15,5	—
Огнеупорный	237 065	1,42	3,4	307 794	1,45	3,1	—
Всего	7 027 890	—	100,0	9 358 435	—	100,0	—

Табл. 4. — Месторождения кварцевых песков СССР.

№	Месторождение	Возраст	Условия залегания	Запасы	Химич. состав (%)	Способ добычи	Потребители
А. Промышленные пески.							
1	Люберецкое месторождение, в 5—12 км от г. Люберцы Московской обл.	В. юра	Пласт мощностью более 4 м, вскрыша 2 м	Частью развед. (ок. 180 330 т)	Ср. ан. (42) SiO ₂ —98,94 Al ₂ O ₃ —0,55 Fe ₂ O ₃ —0,18	Карьеры	Стекольные з-ды. Центральная и С.-З. области
2	Часов-ярское месторождение, в 3 км от ст. Часов-Яр б. Артемовского окр.	Третичн.	Мощность до 4 м, вскрыша до 1 м	—	Ср. ан. (18) SiO ₂ —99,20 Al ₂ O ₃ —0,26 Fe ₂ O ₃ —0,17	Карьеры	Стекольные з-ды Украины
3	Саблинское месторождение, с. Захожье, в 8—9 км от ст. Поповка Окт. ж. д. Ленинградской обл.	Н. силур	Мощность пласта ок. 2 м, вскрыша ок. 2 м	Частью разв. зап. 65 500 т	Ср. ан. (20) SiO ₂ —99,07 Al ₂ O ₃ —0,37 Fe ₂ O ₃ —0,19	Карьеры	Стекольные и металлургические з-ды Ленинградской обл.
4	Боровичское месторождение, близ Боровичей б. Новгородского окр.	Н. карбон	Мощность пласта 10 м, глубина залегания 24 м	Не развед.	Ср. ан. (3) SiO ₂ —96,88 Al ₂ O ₃ —0,68 Fe ₂ O ₃ —0,99	Штольни и открытые работы	Стекольные и фаянсовые заводы Новгородского окр. и металлургич. з-ды Ленинградского района
5	Хватовское месторождение Вольского района	Третичн.	Мощность пласта 4,5—8 м, вскрыша 1 м	—	SiO ₂ —98,68 Fe ₂ O ₃ —0,49	Открытые работы	Хватовские стекольные заводы
6	Будское месторождение, в 5 км от ст. Палики б. Брянского окр.	Н. карбон	Мощность пласта ок. 4 м, глубина залегания до 18 м	Частью развед. 327 800 т	Ср. ан. (27) SiO ₂ —99,55 Al ₂ O ₃ —0,14 Fe ₂ O ₃ —0,12	Шахты	Дятьковский хрустальный завод
7	Приданниковское месторождение, в 5 км от Красноуфимска	?	Мощность пласта неизвестна, глубина залегания до 25 м	Не развед.	—	Подземные работы (шурфы и штольни)	Сарсинский и Натальевский стекольные заводы
8	Латинское месторождение, ст. Латная Западных ж. д.	Мел.?	Мощность пласта 0,8—2 м	—	Ср. ан. (5) SiO ₂ —98,94 Al ₂ O ₃ —0,36 Fe ₂ O ₃ —0,17	Открытые работы	—
Б. Местные пески.							
Северный район							
9	Торковичское месторождение, р. Оредеж, в 2 км от ст. Торковичи Ленинградской обл.	Ср. девон	Мощность пласта ок. 3 м, высота над р. Оредеж 3—4 м	—	Ср. ан. (4) SiO ₂ —97,41 Al ₂ O ₃ —1,57 Fe ₂ O ₃ —0,35	Карьеры и небольшие штольни	Торковичский стекольный завод
10	Месторождение Роннин, р. Теребенья, в 24 км от Могутовского з-да Ленинградской обл.	Ср. девон	Мощность пласта ок. 2—2,5 м, глубина залегания 5 м	—	SiO ₂ —98,91 Al ₂ O ₃ —1,01 Fe ₂ O ₃ —0,046	Карьеры	Могутовский стекольный завод
11	Фальновское месторождение, р. Паша у дд. Фальново и Макарыно, в 57 км от ст. Пикалево б. Череповецкого окр.	Н. карбон	Мощность пласта 2—6 м, глубина ок. 16 м	Возм. запас 15 000 000 т	Ср. ан. (5) SiO ₂ —97,22 Al ₂ O ₃ —1,41 Fe ₂ O ₃ —0,80	Штольни	Стекольные заводы Череповецкого окр.
12	Турандинское месторождение, р. Чагода, б. Череповецкого окр.	Четвертичн.	Мощность пласта до 4 м, вскрыша 1—3 м	150 000 м ³	Ср. ан. (11) SiO ₂ —97,83 Al ₂ O ₃ —0,42 Fe ₂ O ₃ —0,18	Карьеры	Смердомский стекольный завод
13	Район Белого Бычка, р. Чагодоща, близ впадения р. Песь, б. Череповецкого окр.	Четвертичн.	Мощность 0,1—0,3 м, вскрыша—почв, слой	360 000 м ³	Ср. ан. (13) SiO ₂ —92,33 Al ₂ O ₃ —4,16 Fe ₂ O ₃ —0,51	Ямы	Покровский и Смердомский стекольные з-ды
Центральный район							
14	Вышневолоцко-Новоторжский район Московской обл.	Н. карбон	Прослой разл. мощн. между глинами	—	—	Ямы	Стекольные з-ды

15	Клинский район, дд. Новая и Опалева 8—10 км от г. Клина Московской обл.	Мел.	Мощность пласта 2—2,5 м, глубина залегания до 2 м	—	—	Подземные работы	Клинские стекольные 3-ды
16	Ивотско-Бытошевский район б. Брянск. окр.	Четвертичн.	Мощность 0,25—1 м, вскрыша—почв. слой	—	Ср. ан. (27) SiO ₂ —96,80 Al ₂ O ₃ —1,48 Fe ₂ O ₃ —0,44	Ямы	Стекольные 3-ды Мальц-комбината
17	Орловский район	Мел.	Мощность пласта 10—12 м	—	—	—	Раньше шли на стекольные 3-ды
18	Владимирско-Рязанский район, Судогодск. и Меленковский районы б. Владимирской губ. и Касимовск. район Московской обл.	Четвертичн.	Мощность 0,5—1 м, вскрыша—почв. слой	—	Ср. ан. (20) SiO ₂ —95,47 Al ₂ O ₃ } 3,19 Fe ₂ O ₃ }	Ямы	Стекольные 3-ды Меленковск. и Судогодск. районов б. Владимирской губ. и Касимовского р. б. Рязанской губ.
Белоруссия							
19	Минский округ	Четвертичн.	Мощность гнезд 0,15—0,45 м, глубина залегания 11 м	113 000 т (4 месторождения)	Ср. ан. (15) SiO ₂ —93,03 Fe ₂ O ₃ —0,68	Открытые работы	Стекольные 3-ды
Приволжский район							
20	Попова гора, Новоузенский район	Третичн.	Мощность пласта 4,5 м	—	SiO ₂ —99,46 Fe ₂ O ₃ —0,021	—	3-д Стеклогаз (в 58 км от месторождения)
21	Хватовское месторождение, Вольский район	Третичн.?	Мощность пласта 4,5—8 м, вскрыша 1 м	—	SiO ₂ —98,68 Fe ₂ O ₃ —0,49	Открытые работы	Хватовский стекольный 3-д
Украина							
22	Р. Случ, Вольнянский район	Четвертичн.	Мощность пласта 1—2 м, глубина залегания 0,2—0,7 м	4 631 000 т (7 месторождений)	—	Открытые работы	Местные стекольные 3-ды
Северный Кавказ							
23	Район Ростова н/Д.	Третичн.	Мощность пласта и глубина залегания неизвестны	—	Ср. ан. (4) SiO ₂ —98,04 Al ₂ O ₃ —0,63 Fe ₂ O ₃ —0,33	Карьеры	Аксайский стекольный 3-д
24	Минераловодский район, г. Бурундук б. Терского окр.	Третичн.	Мощность пласта 3 м, глубина залегания 1,5—4,5 м	—	SiO ₂ —92,35 Al ₂ O ₃ —5,31 Fe ₂ O ₃ —0,96	—	—
25	Район в-да «Дагогни», близ г. Дербента Дагестанской ССР	Третичн.	План мощн. до 10 м	—	SiO ₂ —97,07 Al ₂ O ₃ —1,60 Fe ₂ O ₃ —0,59	Карьеры	Стекольный 3-д «Дагогни»
Грузинская ССР							
26	При д. Кроли, близ ст. Белогоры	Третичн.	2 пласта, мощн. в 10 и 15 м	—	SiO ₂ —88,88—89,42 Al ₂ O ₃ —4,13—6,03 Fe ₂ O ₃ —0,30—1,88 Щелочи 1,37—1,27	—	—
Урал							
27	Воздвиженское месторождение, быв. Пермская губ.	?	Мощность—4,5 м, глубина залегания 4 м	42 000 т	SiO ₂ —98,62 Al ₂ O ₃ —0,97 Fe ₂ O ₃ —0,23	—	Воздвиженский стекольный 3-д
Сибирский край							
28	Лучановское, в 14 км к югу от г. Томска	Третичн.	Средн. мощн. 3—4 м	—	SiO ₂ —90,02 Al ₂ O ₃ —5,27 Fe ₂ O ₃ —1,27 Щелочи—1,58	Карьеры	Стекольный 3-д «Красное утро»
29	Моряновское, к С.-З. от г. Томска	Послетретичн.	Под почвенным слоем, мощн. 3 м	—	Fe ₂ O ₃ —до 2,68 Имеются щелочи	—	Стекольный 3-д «Красная сопка»
30	Белобородовское, в 7 км к северу от г. Томска	Третичн.	—	—	—	—	Валентинский стекольный 3-д

Табл. 4.—Месторождения кварцевых песков СССР. (Продолжение.)

№	Месторождение	Возраст	Условия залегания	Запасы	Химич. состав (%)	Способ добычи	Потребители
31	Ангибесское, в 18 км от г. Маринска	Третич.	Мощность до 15 м, вскрыта до 3,5 м. Месторождение близко к источнику. На глубине 10 м	—	SiO ₂ —92,54—83,88 Al ₂ O ₃ —3,22—3,97 Fe ₂ O ₃ —0,14—0,37 Щелочи—2,55 SiO ₂ —90,08 Al ₂ O ₃ —4,36 Fe ₂ O ₃ —1,38 Щелочи—3,30 SiO ₂ —86,71 Al ₂ O ₃ —7,12 Fe ₂ O ₃ —0,69	Карьеры	Томск. н. д. (для балласта), Якинский 3-д (для бетона) Стекольный 3-д им. Ленина
32	Давыдов Лог, в 24 км к западу от Барнаула	—	—	—	SiO ₂ —97,76—99,00 Al ₂ O ₃ —0,29—1,53 Fe ₂ O ₃ —Сл.—0,75 SiO ₂ —94,15 Al ₂ O ₃ —2,80 Fe ₂ O ₃ —0,083 Щелочи—0,73	Карьеры	Стекольный 3-д «Памяти 13 Борцов» в 7 км от месторождения
33	Крутихинское месторождение Крутихинского района	Каменно-угольн.	Мощность 2,6 м. Запасы значительные	—	SiO ₂ —91,95 Al ₂ O ₃ —3,23 Fe ₂ O ₃ —0,13 SiO ₂ —68,40—91,95; Al ₂ O ₃ —3,58; Fe ₂ O ₃ —0,21; щелочи—0,54	Карьеры	Верхнеудинский, Сло-дьянский и Покровский
34	Харгинское, в 55 км от с. Голоустного на оз. Байкал	—	Мощность вскрыши до 0,8 м. Мощност песков 5,8 м	—	—	Карьеры	Стекольные 3-д
35	Игонгольское, в 43 км от ст. Ключенной Томской н. д.	Кембрийский	Мощность более 3 м	—	—	Карьеры	Красноярский стеколь-ный 3-д
36	Туркменская ССР. Вблизи ст. Келита Ср.-Аз. н. д.	Кембрийский	—	—	—	—	—
37	При с. Калининское, в 23 км к Ю.-В. от Аш-хабада	Кембрийский	—	—	—	—	—

общее количество потребленного П. и гравия 192 млн. т распределилось сл. обр. (в %)

Железнодорожный балласт (мытый)	10,5
Железобетон	59
Известна шпунтурная	16
Немытый песок (равный)	14,5

Данных о добыче песка в других странах не имеется.

Сведения о добыче П. в СССР тоже не отличаются полнотой; более полно учитывается добыча по крупным предприятиям. Общая добыча П. в СССР указана в табл. 6 (взята

Табл. 6.—Добыча песка в СССР (в т). *1

Районы	1911	1924/25	1925/26	1926/27
Европейск. часть СССР РСФСР				
Сев. район *2	34 723	23 211	255 606	669 885
Карел. АССР	—	—	—	473
Центр. район	86 431	206 817	376 598	312 042
Приволжн район	—	3 982	16 967	18 738
Урал. область	207 298	52 781	78 650	162 353*3
Башкир. АССР	3 886	7 089	13 604	7 885
Сев.-Кавк. край	—	26 670	676 429	627 646
Дагест. АССР	—	4 044	3 509	9 401
УССР	480 792	129 544	559 621	790 317
Азиатская часть СССР РСФСР				
Сиб. край	—	1 342	15 246	34 381
Д.-Вост. край	—	—	134 964	—
Кавказ. АССР	80 702	—	—	2 777
Всего	893 832	455 480	2 131 194	2 635 704

*1 Данные заведомо неполные. *2 Включая Вотскую автономную область. *3 В том числе магнезитового П. 30 112 т.

из Годового обзора минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г.), а добыча кварцевого П. по крупным разработкам в табл. 7. Добыча

Табл. 7.—Добыча кварцевого песка по крупным разработкам (в т).

Месторождения	1924/25	1925/26	1926/27
Часов-Яр, Артемовский округ	14 273	43 703	42 179
Люберцы, Московской области	22 311	37 866	34 733
Сабляно, Ленинградской области	8 852	7 714	—
Боровичи, Ленинградской области	—	3 950	2 188
Буда, Брянский район	1 010	2 226	2 771
Придвинково, Кунгурский округ	—	2 571	2 105
Харгино, Иркутский окр.	1 342	3 100	2 360

формовочного П. в 1926/27 г. выразилась для Ленинградской области в 12 300 т, для Центрального района—43 000 т, для Урала—30 350 т и Украины—33 950 т. В довоенное время собственного П. не хватало и для нужд промышленности ввозилось следующее его количество:

Годы	т	Руб.	Годы	т	Руб.
1909	27 900	96 024	1912	57 500	169 983
1910	39 570	96 809	1913	59 500	183 679
1911	47 900	131 613			

В послевоенное время потребность в П. покрывается собственной добычей. Цены на П. (за т) приведены в табл. 8 (по данным

Табл. 8.—Цены на кварцевый песок по данным Продасиликата (за т в руб.).

Наименование местности и сорт песка	1923/24	1924/25	1925/26	Средн. прод. стоимость*1
Люберецкий песок шастовый	4,88	6,37	4,60	8,23
комовый	10,07	10,55	11,98	13,64
Саблинский песок	—	—	7,00	8,00
Воронежский песок, отмученный	—	—	8,49	11,00
Глуховский песок	—	—	—	2,00
Часов-ярский песок кварцевый	—	—	3,66	—
формовочный	—	—	2,75	—

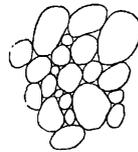
*1 Франко-станция отправления.

Продасиликата). Местные П. значительно дешевле—от 1 до 3 руб. за т.

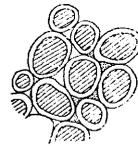
Лит.: О г Э., Геология, пер. с франц., т. 1, М., 1924; Ш т и н И., М у ш к е т о в Д., Техническая геология, Л.,—М., 1925; Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927; то же за 1926/27 г., Л., 1928; М у ш к е т о в И., Физическая геология, т. 1, М.—Л., 1926; Наливкин Д., Пески и течения, «Вестник Геологического комитета», Ленинград, 1927, 7; Г и н а б у р г И., Г е к к е р И., Кварцевые стекловидные пески и их применение в стекольной промышленности, Ленинград, 1928; Л е в и н с о н-Л е с с и н г Ф., Введение в геологию, П., 1923; Г е й с л е р А., Строительные камни, «НИИ», т. 3; Я х о н т о в Н., Кварцевые материалы, там же, т. 2; К л е р М., Строительные пески, материалы для бетона, бута и цокольный камень Свердловского узла, «Уральский техник», Свердловск, 1927, 7; Т и ш е н к о В., Материалы к оценке белых песков Лузского у. с точки зрения их пригодности в стеклоделии, «Труды Государственного исследоват. керамич. ин-та», М., 1927, вып. 9; R i e s K., Foundry Sands, «Michig. Geolog. Surveys», 1908; A l l e n A., Mining and Preparing Sand and Rocks, «Eng. a. Min. Journal Press», 1924; B o s w e l l P. G. H., Sands Used in Metallurgical Practice with Comparative notes on those Used in Glassmanufacture, «J. Soc. Chem. Ind.», L., 1917, v. 36, 34; B e r k e y C., «Bull. N. Y. State Museum», 1911, 146 (изучение песков с экономической точки зрения); B o s w e l l P. G. H., «Proceed. of Faraday Soc.», L., 1916 (о свойствах и месторождениях огнеупорных песков в Англии); L e C h a t e l i e r H., «Revue Metallurg.», P., 1919, Decembre, p. 1256 (описание французских литейных песков). И. Мушкетов.

ПЕСЧАНИК, осадочная слоистая горная порода, состоящая из сцементированных частичек различных разрушенных горных пород. Размер частичек от 0,2 до 3,0 мм. Различают песчаники тонкозернистые, мелкозернистые, среднезернистые и крупнозернистые (грубые). Как состав частичек, так и состав промежуточной скрепляющей массы различен. Частицы, или песчинки, состоят главн. образом из кварца; кроме того в состав зернистой части П. входят полевой шпат, слюда, глаукоцит, железный колчедан, известняк, кремнистый сланец, филлит, глинистый сланец и микроскопич. примеси циркона, ставролита, турмалина, рутила, титанита и др. Промежуточная масса, окружающая песчинки, состоит из кремнезема в различных его видах (кварц, халцедон, опал), известняка, доломита, глины, глаукоцита, гипса и др. Распределение песчинок в промежуточной массе и степень сцепления их также весьма разнообразны. Если промежуточная масса заполняет только промежутки между зернами, не связывая их достаточно прочно и постоянно, она называется за п о л н я ю щ е й м а с с о й, например различного вида глины, железная охра, перегнойные вещества и др. При размягчении водой таких промежуточных масс сцепление исчезает, и порода может

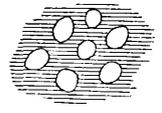
расплываться. В противоположность этому такие вещества, как напр. кварц, халцедон, известняк, доломит, оболочка зерна и связывая их достаточно прочно и постоянно, являются цементом П. Распределение зернистой и цементирующей массы в П. может быть трех видов. 1) Масса только оболочка зерна тонким слоем (фиг. 1). Это так наз. оболочный цемент, или контактовый цемент; промежутки между зернами, поры, остаются либо пустыми (фиг. 2, левая часть) либо заполненными (фиг. 2, правая часть) какой-либо мягкой массой или же цементом иного или иных свойств, чем оболочка, называемым цементом пор, б о р о в ы м ц е м е н т о м. 2) Оболочка зерен, близко прилегающих друг к другу, и поровая масса состоят из однородного по составу и свойствам цемента. 3) Зерна П. удалены друг от друга на то или иное расстояние и как бы плавают в цементе (фиг. 3).



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Во втором и третьем случае цемент называется основным. В зависимости от состава зернистой части, а гл. обр. от природы и количества цементирующей части, находится и качество П.—прочность, твердость и сопротивление выветриванию.

В зависимости от состава промежуточной массы П. подразделяются на кварцитовые, кремнистые, известковые, доломитовые, мергелистые, глинистые, глаукоцитные, лимонитовые, битуминозные, слюдистые и фосфористые; очень редко встречаются П. с гипсом или тяжелым шпатом. Кварцитовые П., или кварциты—мелкозернистая порода (зерна не различимы невооруженным глазом)—состоят из отдельных зерен кварца, заключенных в кварцевый цемент, или из зерен кварца, постепенно увеличивавшихся (рост кристаллов) за счет кремнезема (в виде гидратов) растворов, просачивающихся между зернами, до срастания их друг с другом. Кремнистые П. состоят из более крупных зерен (различимых простым глазом), сцементированных так же, как и кварциты, кварцевым веществом (кремнем), чаще в виде оболочки. Эти два вида П. (кристаллические П.) принадлежат к очень крепким и твердым породам, превышающим по прочности многие изверженные породы. Известковые П. сцементированы плотной или кристаллич. известью. Оболочный цемент всегда состоит из этого вещества, в то время как промежутки м. б. заполнены землястыми мягкими рыхлыми массами. Иногда связующее вещество образует б. или м. крупные кристаллы кальцита или друзы их (Фонтенебло во Франции). Присутствие в цементе кремневой к-ты повышает качество П., а битуминозных или углистых веществ понижает его. Если цемент содержит в значительном количестве магниальный кар-

бонат, то П. называются доломитовыми. Известковый П. легко отличить от других видов П. при помощи соляной кислоты, от к-рой он вскипает (доломитовый П. вскипает при нагревании). Цемент мергельстых П. состоит из глинисто-известковой массы, иногда с примесью кремневой кислоты или желтой железной охры. Глинистые П. сцементированы глинистыми веществами с примесями железных окислов. Глинистое вещество часто вследствие окремнения (силифицирования) придает П. как строительному материалу средние и даже хорошие качества; при отсутствии же окремнения глинистые П. легко выветриваются и быстро разрушаются на морозе; для фундаментов и подводных построек они совершенно непригодны. В случае присутствия слюды в цементе П. становится сланцеватым (песчаный сланец). Глауконитовый П. цементируется или исключительно глауконитовым веществом или известковым, мергелистым или глинистым материалом, содержащим в больших количествах глауконит. При преобладании известковых цементов глауконитовый П. представляет достаточно хороший строительный материал. Лимонитовый или бурожелезистый П. скреплен цементом, состоящим из бурого железняка, с примесью глины или кремнекислых соединений. Прочность П. зависит от количества кремнекислоты в цементе. В битуминозных П. заполняющая масса состоит или из битуминозных веществ, слабо связывающих зернистую часть П. (ортштейн), или же из известкового, глинистого и кремнистого цемента, в которых распределены углистые или битуминозные вещества. Эти песчаники нестойки на выветривание за исключением содержащих кремнистый цемент (углистые песчаники). Слюдистые П. содержат в глинистом цементе слюду и минералы: тальк, хлорит в виде чешуек и листочков, придающих П. сланцеватое сложение. Как строительные камни эти П. представляют недоброкачественный материал. П. как вторичные образования имеют б. или м. слоистое (пластовое) строение; нек-рым П. (известковым, кремнисто-железистым) свойственна отделимость в направлении, перпендикулярном наслоению, вследствие чего эти П. дают трещины в этом направлении и распадаются на отдельные столбы (квадеры).

Химические и физические свойства и механические качества П. Химические анализы песка дают общее содержание промежуточных масс (сумму контактового и порового цемента). По Гиршвальду немецкие пески содержали следующее количество промежуточной массы: девонские 23—27%; каменноугольные 7—25%; триассовые 3—44%; юр-

ские 7—13%; меловые 2—61%. Эта масса состояла главн. образом из глинистого вещества с незначительной примесью железных окислов и карбонатов кальция и магния; содержание калия и натрия колебалось в пределах 1,5—22,5%. Присутствие пирита в массе понижает стойкость песчаника на выветривание, причем если контактовый цемент кремнист, то присутствие пирита в поровом (напр. известковистом) цементе не нарушает связи зерен. Большое содержание в П. полевого шпата способствует быстрому его выветриванию. Цвет П. зависит гл. обр. от цементирующего вещества; обычная расцветка: серый, белый, желтый, бурый, зеленый и др. Вес единицы объема П. (средний) 2,27; уд. в. в среднем принимается за 2,65; отношение между этими величинами (сплошность породы) 0,857; пористость—0,143; 1 м³ П. весит 2 000 кг. Различные виды П. обладают разным сопротивлением на сжатие. Немецкая классификация разделяет П. в этом отношении на четыре разряда: I разряд—при минимальном сопротивлении на сжатие 800 кг/см², II—при 600, III—при 400 и IV при 200. По французской классификации строительные П. разделяются на 2 разряда: I—твердые, малопористые П.; на свежей поверхности излома капли воды поглощаются в течение одной минуты; уд. вес 2,1—2,5; сопротивление сжатию 350—780 кг/см², II—мягкие пористые П.; капли воды поглощаются немедленно; уд. в. 1,9—2,1; сопротивление сжатию 80—300 кг/см². Гиршвальд дает следующие данные механич. качеств П.:

Сопротивление	кг/см ²
сжатию (раздавливанию)	150—840
растяжению	5—45
изгибу (излому)	30—145
срезыванию	8—150

Сопротивление сжатию кварцитов (герм. образцы) выразилось в 3 200 кг/см². Данные механической лаборатории Института путей сообщения о сопротивлении сжатию песчаника из различных мест СССР приведены в табл. 1.

Применение П. В зависимости от своих технических свойств П. имеют разнообраз-

Табл. 1.—Временное сопротивление песчаников на раздавливание.*

Местность	Возраст	Образцы	Сопротивление в кг/см ²		
			мин.	средн.	макс.
Олонецкий район	Девонский	Сухой	705	1 470	2 159
		Насыщенный	867	1 540	1 973
Московская обл.	Каменноугольный	Сухой	1 646	1 850	2 380
		Насыщенный	956	1 620	2 481
Донецкий бассейн	Каменноугольный	Сухой	497	1 072	2 288
		Насыщенный	226	930	2 035
Нижне-Волжский край	Меловой	Сухой	94	520	1 493
		Насыщенный	40	470	1 846
Урал	Разн. периоды	Сухой	743	1 460	2 355
		Насыщенный	687	1 180	1 868
Кавказ	» »	Сухой	333	1 000	1 781
		Насыщенный	330	700	1 722
Ташкентская ж. д.	» »	Сухой	662	2 350	5 736
		Насыщенный	431	1 750	4 345
» » »	» »	Сухой	62	300	1 093
		Насыщенный	34	290	1 027

* Составлено по данным механической лаборатории Института путей сообщения.

ное применение в промышленности и в строительном деле. Наиболее ценное применение П. находит в абразивной промышленности (см. *Абразивные материалы*). Тонкозернистая разновидность П., называемая *новак* улитом, применяется для самых тонких работ. П. с кварцевыми зернами и кремнеземистым или с каким-либо другим прочным цементом применяются в качестве жерновых камней на мельницах, по преимуществу крестьянского типа. В химич. промышленности из П. приготавливают кислотоупорные и огнеупорные изделия (насосы, центрифуги, трубопроводы). В последнее время П. придают твердость и кислотоупорность пропитыванием их органич. соединениями алкольной группы с кремнеземом. В стекловом и эмалевом производстве П. идут вместо песка; в бумажной промышленности П. идут для изготовления дефибров. Кремнистые П. в дорожном деле идут в качестве щебня, брусчатки для замощения улиц, плит для тротуаров. Главное же применение П. в строительном деле, начиная от буттового камня и кончая скульптурными украшениями. Для кладки П. относятся в виде плит или кирпичей, причем отношение длины кирпича к толщине при слабых П. равно 2 и при твердых—3.

Месторождения П. Вследствие своего происхождения из песка П. встречаются среди осадочных пород всех геологических периодов; в каждой стране месторождения их широко распространены. Месторождения особо ценных П. находятся в США; так, *новак*лит находится в двух местах: Montgouery, Not Spring и Garland County, Арканзас; в Германии известны жерновые камни из Циттау; в Малой Азии (Смирна) известно месторождение турецкого масляного камня (oil stone). Месторождения П. в СССР залегают гл. обр. на Ю. в отложениях мелового и нижнетретичного периода; на зап. берегу Онежского озера П. залегают в девоне, а П. Донбасса приурочены к каменноугольным отложениям; на Урале П., применяемые металлургич. з-дами (как горновой камень), залегают в девонских отложениях. Ниже приведены наиболее известные месторождения П. в СССР.

Московская область. Месторождения строительного П. в отложениях юрской и меловой системы расположены в полосе между р. Москвой и Рязанским шоссе, у селений: Панья, Котельники, Лыткарино (хорошего качества жерновые П.), Островце, Ильино, Фокино и др. По р. Нерской под напосами в 0,5 м плиты П. ломаются плитами в 2,5—7,5 см толщиной; по р. Пахре под напосами в 1 м залегают два пласта 0,5—1 м мощности. На правом берегу реки Носовы—селения: Коломенское, Курган и др.; на Татаровских высотах под Москвой пласт достигает 6 м мощности (облицовка набережных, мостовые устои, щебенка и пр.). Крупные ломки имеются у селения Карово. Жайский песчаник (Муромский район) с гипсовым цементом идет на жернова, ступени, колоны, наличники и пр. ЦЧО. Главным образом строительный П. добывается в селениях Знаменском, Гавриловце, Богдановце (у р. Цоны—П. высоких механических качеств), Песочня, Олехино, Радуловичи, Волково (для памятников), по р. Тусарь близ г. Курска (мостовой), селений Троицкое, Молоточ (лестницы, жернова), Берюч, Волховце, Шапыгино, Донское, Краснослободское, слободы Орехова (белый П. 2 м мощности), станция Латная (хороший жерновой песчаник). Карельская АССР. Главные месторождения песчаника расположены в районе Сегозера и в западу от Онежского озера; добыча у селений Ровское (красный плитный П.), Рыбарцеице, Другорецкое (пашки для мостовых), острова Брусно—мягкий ве-

леновато-серый П.—6 м мощности (плита, точила-бруски); Шокшинские ломки—плотный малиновый П. добывается крупными параллелепипедами; красивый архитектурный камень (Казанский собор в Ленинграде и саркофаг Наполеона в Париже). По-во л ж б е. Хороших П. мало. Месторождения расположены в окрестности г. Самары (для тротуаров), дер. Орловки (пласт в 2 м мощности); глауконитовый П. в окрестностях гг. Саратова, Волынска, Волска (мостовой, строительный); кремнистый П. возле г. Кузнецка, селений Антипино, Дубовка, г. Камышина (жерновой, строительный); верхнеурские П. у селений Бывоква, Сушки, Евлашки и др.; нижне-меловые у озера Басунка (бут, щебен). Урал. Строительный П. по р. Кама, Турбина гора, д. Юбова; ломки у Артинского з-да, Сухого Лога, Егоршина; Юж. Урал—д. Муллакаева, рр. Аспина, Тирманташ, ломки Лебедипского з-да. Сев. Кавказ. П. не особенно высоких качеств залегают гл. обр. в третичных и меловых системах; плотный, среднезернистый П. у ж.-д. станций Шахтная, Грушевка (мостовой); эопеновые плотные П.—окрестности г. Анапы, ж.-д. станции Нинье-Баканская; по реке Мзымте (пласт 2—3 м мощности); у селений Белый Ключ, Шагалы, Неболязире, горы Харахана. Дагестан (Махач-Кала, Темир-Хан-Шура); разработки у г. Таупсе (строительный). К а з а к с к а я АССР. Строительный П. в районе жел.-дор. станций Мугуджарская, Изембет, Индерские горы. В Сибири в ванадийских республиках во многих местах происходит ломна П. для точил и жерновых камней. У кра и в а. П. залегают в отложениях силурийских (Каменский район), каменноугольных (Донецкий бассейн) и третичных (Донецкий бассейн, Киевский и Черниговский районы). Самым важным районом по месторождениям П., имеющим общесоюзное значение, является Приднепровский район на Подоллии. Жерновой и точильный камень залегают в долинах рр. Мустафа, Лядовой, Серебрий, Дедло, Немей.—в селениях Зиноус, Ольчихедв, Попелюха, Юрковицы, Букатинка, Богданевка, Ивановка и других. Мощность пластов от 5—6 м. Общий запас 2,4 млн. т. В Китайгородском районе, близ Малиновской слободы жерновые камни, не уступающие французским, могут размалывать даже кукурузу; разработки ведутся карьерами и штольнями. Из других месторождений песчаника известны: в районе г. Киева (жерновые, точильные)—Каменная Гора, пласт 3,5 м мощности; в районах Капеевском, Богуславском, Звенигородском; по берегам Днепра—в селениях Трахтемиров, Преображенский монастырь, Щучино, Бурковский Забор, Григоровна; в Новгород-Вольнском районе (жерновой) по р. Горынь—в селениях Кунино, Смрдова, Шепотовка; в районе г. Полтавы—селение Подсеинное (точильный); в Черниговском районе—селения Кочерги, Волокитино; в районе г. Херсона—гора Челечерга, Аджамская балка и другие места (высокосортный жерновой и точильный); в районе г. Днепропетровска—селения Железное, Зайцево, Корсунь (жернова); в Артемонск. районе—селения Луганское, Красный Пахарь, Троицкое (точила, бруски); в Амвросиевском районе—гора Синий Пиш (точила).

Добыча П. в промышленных странах достигает нескольких млн. т; точного учета добычи не ведется. В Англии добыто (1926 г.) 3 032 000 т на сумму 1 790 000 фн. ст.; в США в том же году зарегистрирована добыча в 4 516 423 т на сумму 11 148 029 долл., распределение по видам потребления к-рой указано в табл. 2.

Табл. 2.—Потребление песчаника в США (1926 г.).

Наименование	Количество в т.	Стоим. в долл.
Строительный камень	226 214	3 154 207
Брусчатка	23 088	171 275
Бордюр	140 177	1 780 080
Плиты	56 789	642 169
Дробленый камень	2 571 864	3 300 859
Навалочный камень	518 254	592 844
Бутовой камень	47 582	91 678
Огнеупорный камень (ганистер)	893 092	1 321 824
Прочие	39 363	92 793
Всего	4 516 423	11 148 029

В СССР данные о добыче являются также лишь приближенными, т. к. мелкие кустар-

ные разработки ускользают от учета. Зарегистрированная добыча П. в СССР указана в табл. 3.

Табл. 3.—Добыча песчаника в СССР (в т).*1

Местности	1911	1924/25	1925/26	1926/27
РСФСР				
Карельская АССР	650	954	2 762	1 112
Центральный район	10 030	—	29 414	16 650
Поволжье (Ульяновский район)*2	—	—	—	3 366
С.-Кавказский край	164 730	5 140	124 700	277 457
Сибирский край	642	40	57	65 432
Каванская АССР	—	600	1 470	—
УССР				
Артемовский округ	—	—	158 567	137 114
Глуховский округ	—	—	4 819	22 728
Луганский округ	467 460	270 568	58 802	1 224 311
Могилевский округ	—	—	—	914
Сталинский округ	—	—	273 055	344 513
ЗСФСР				
Грузинская ССР	28 581	—	—	—
Всего	672 103	277 302	653 646	2 091 617

*1 Данные неполные. *2 Кроме того в Приволжском районе добывался известковый песчаник на Баскунчакском карьере, учетный по добыче известняка (в 1926/27 г. 86 891 т).

Цены на добытый П. зависят от местных условий. Жерновой камень в Подолии (рр. Мустафа и Лядова) расценивался до 1915 г. в зависимости от качества и размеров от 125 до 500 руб. за пару; жерновые камни Китайгородского района (Украина) на местном рынке стоили (в 1922 г.) 20—85 руб. за штуку. Себестоимость обтесанного камня на Шокшинских ломках составляла приблизительно 35 руб. за т; строительный песчаник в Московской области (ст. Боборыкино)—16 руб. за м³; в Артемовском районе—4—5 руб. м³; щебень (у озера Баскунчак)—6 руб. за т.

Лит.: М у ш к е т о в И. В., Физическая геология, 3 изд., М.—Л., 1924—26; О г Э., Геология, пер. с франц., т. 1, М., 1924; Л е в и н с о н-Л е с с и н г Ф. Ю., Введение в геологию, П., 1923; Ш т и н И. и М у ш к е т о в Д., Техническая геология, Л.—М., 1925; Г е й с л е р А., Строительные камни, «НИИ», т. 3; Я х о н т о в Н. И., Кварцевые материалы, там же, т. 2; М а л о к о в Н. П., Песчаник, Головой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г., Ленинград, 1928; Р л е н с к е Е., «Sprechaab», Coburg, 1910, Jg. 43, 3—5 и 19—21; Н о у е р F., Ueber Natursandsteine, deren Gewinnung und Eigenschaften, «Steinbruch u. Sandgrube», Halle, 1927, 24, p. 565—569; S c h m ö l e R., Der Baumberger Sandstein und seine Verwitterung, ibid., 1926, 15—18. И. Мушенко.

ПЕТИО, виноградный напиток, приготовленный по способу, предложенному виноделом Петио. Состоит в добавке сахарной воды к виноградной мезге после спуска вина-самотека (т. е. 50% вина). Расчет сахара: на

каждый градус спирта в литре П.—17 г сахара. После добавки проводят брожение. Часто П. готовят из отпрессованных *выжимок виноградных* (см.). Последний продукт гораздо хуже. Законом СССР разрешается готовить петио для собственного употребления в хозяйстве из расчета не выше 250 л на 11 000 м² (20 ведер на десятину) виноградника. С. Церевитинов.

Лит.: см. *Выжимки виноградные*.

ПЕ РОГРАФИЯ, петрология (менее верно—литология), отдел геологии, занимающийся изучением горных пород, образующих в своей совокупности твердую земную кору. П. начала развиваться вместе с геологией с конца 18 века (Вернер). Сравнение изверженных горных пород с физико-химич. системами производилось Дюроше, Бунзенем и в дальнейшем Уотгорию, Фогтом и Бовеном. П. изучает горные породы как геологич. единицы, т. е. с точки зрения их залегания и архитектуры, и как минеральные агрегаты, т. е. их состав и структуру, выясняя тем самым происхождение пород и взаимоотношения между ними.

Р а з д е л е н и е г о р н ы х п о р о д. Земля в начальные стадии своей истории была в огненножидком состоянии или в всяком случае сложилась из тел, бывших в таком состоянии. Огненножидкие массы и в настоящее время извергаются на земную поверхность из кратеров вулканов и трещин или внедряются в земную кору, не достигая земной поверхности. Отвердевая, эти массы (лавы) образуют изверженные, или магматические, или эруптивные, породы. Последние, появившись на земной поверхности, после остывания их, подвергаются действию выветривания, что в конце концов приводит их к разрушению, дезинтеграции и разложению с образованием растворов. Под влиянием действия тяжести получающиеся обломки сносятся водой (также ветром и льдом), подвергаясь дальнейшему раздроблению, в наиболее низкие места и закрытые водные бассейны, моря и океаны, где обломочный материал отлагается, слеживается и цементируется, образуя т. о. вторичные, или осадочные, породы. Между изверженными и осадочными породами существуют породы переходные—это вулканические туфы; материал последних изверженного происхождения (выброшенная и затвердевшая лава в виде отдельных своих элементов—стекла, кристаллов или того и другого вместе), а структура—обломочная, кластическая, как у большинства осадочных пород. Наконец существуют и породы метаморфические, получившиеся из пород изверженных или осадочных путем преобразования в твердом состоянии. Такое преобразование происходит под влиянием главным образом химич. агентов (растворов), повышенной температуры и давления, причем получается полнокристаллич. порода с другой структурой, иным минералогическим составом и часто с изменившимся валовым химическим составом.

Г о р н ы е п о р о д ы как геологические единицы. Осадочные породы

обыкновенно залегают в виде пластов, слоев, б. или м. горизонтальных (в первоначальном своем положении) или смятых в складки (при нарушенном залегании). Иногда в зависимости от величины бассейна осадочные породы образуют мощные, т. е. толстые слои, прослеживаемые на большом протяжении и постепенно утончающиеся, выклинивающиеся во все стороны. Некоторые осадочные породы (например коралловые и другие рифы, массы каменной соли) не обнаруживают свойственной им слоистости и залегают в виде массивных неправильной формы тел (г. н. штоки), иногда сходных по форме с изверженными породами. Интрузивные (глубинные) изверженные породы образовались из застывшей на глубине магмы; они залегают как среди осадочных, так и среди метаморфических и изверженных пород и имеют следующие формы. Пластовые жилы залегают совершенно согласно между пластами (горизонтальными, наклонными или вертикальными) осадочных пород, образуя как бы отдельный пласт или пласты среди последних. Изверженная порода внедряется при этом по слабым стыкам пластов, раздвигая последние и образуя интрузивные залежи, т. наз. силли. В Сибири, С. Америке, Ю. Африке, Индии силли прослеживаются на сотни и даже тысячи км при мощности от нескольких сотен м до нескольких км. Если магма очень вязка, то она не может широко распространиться между пластами, поднимает их, изгибая своеобразно, и образует грибообразные тела с ножкой гриба в виде питающего канала и шляпкой, залегающей между изогнутыми над нею пластами. Это — лакколиты, образующие обычно небольшие тела от сотен м до десятка км в поперечнике (Минераловодский район), но иногда достигающие колоссальных размеров. Неправильной формы лакколиты, разрывающие частично пласты или даже опрокидывающие их, называются хонолитами. Они представляют собой переходы от согласно залегающих интрузивных тел к несогласно залегающим (см. *Залежание*). Небольших размеров тела последнего типа, не больше 100 км² по площади, образуют столбо- и шапкообразные массы изверженных пород — штоки. Больших размеров штоки представляют собою батолиты — интрузивные тела, режущие (и изгибающие) слои окружающих пород. Батолиты слагаются обыкновенно гранитами или гранодиоритами, занимают нередко по площади тысячи км² (например в Киргизской степи) и являются самыми большими геологич. единицами изверженных пород (около 100 000 км² на Аляске). Небольшие штоки называются интрузивными куполами. Наконец весьма распространены среди интрузивных пород плитообразные тела, режущие слои осадочных пород и называемые *эпилитами* (см.), или дайками. Эффузивные (излившиеся) породы получают от затвердевания лав, излившихся на земную поверхность. Они образуют излившиеся из трещин покровы, т. е. неправильные, в зависимости от воспринимающего рельефа, плитообразные массы пород мощностью

10—15 м, покрывающие иногда колоссальные пространства. Из вулканов лавы изливаются в виде потоков, т. е. узких и длинных покровов. Длина базальтовых потоков нередко доходит до нескольких десятков км. Наконец породы метаморфические должны иметь формы первоначальных изверженных или осадочных пород; но огромное большинство метаморфич. пород (кристаллические сланцы), залегая в сильно нарушенных, смятых в крутые складки и раздробленных областях, утратили форму материнских пород.

Методы исследования горных пород как геологических единиц. В осадочных породах определяются элементы пространственного их положения, т. е. простираение и падение, для того чтобы иметь возможность рационально проследить пласты и выяснить тем самым их залегание. При изучении изверженных пород как геологических единиц главной работой является прослеживание контактов; при этом распознается форма тела и выясняется наличие или отсутствие контактовых влияний, т. е. устанавливается, воздействовала ли изверженная масса на окружающие породы или нет (может ли она или старше последних). Интрузивный контакт, заключающийся 1) в изгибе слоев окружающих пород и вообще в изменении и нарушении их залегания, 2) в вырывании обломков и глыб окружающей породы и особенно пород, известных гораздо глубже по геологич. разрезу, и 3) в вышеупомянутом контактовом воздействии, — указывает на изверженное происхождение наблюдаемой породы. Аркозовый контакт, заключающийся в покрытии породы ее обломками, перемешанными (близко от контакта) с окружающими породами, говорит за более древний возраст исследуемой породы. Туфы исследуются подобно породам осадочным. При изучении метаморфич. пород как геологич. единиц применяются методы и стратиграфии и П.; прослеживание залегания пород вкест простираения или по направлению слоистости может привести от гнейса к граниту для первого случая или от кристаллич. сланца к мало измененной породе — во втором. Наблюдение трещин отдельности, включений, их расположения, т. е. архитектурных пород, также часто помогает выяснить ее происхождение. Все наблюдения сопровождаются сбором образцов изучаемых пород, чтобы иметь возможность исследовать последние как минеральные агрегаты.

Горные породы как минеральные агрегаты характеризуются составом, структурой и текстурой. На основании 5 159 анализов изверженных горных пород средний состав их представляется в след. виде: 59,13% SiO₂; 15,34% Al₂O₃; 3,08% Fe₂O₃; 3,80% FeO; 3,49% MgO; 5,08% CaO; 3,84% Na₂O; 3,13% K₂O; 1,15% H₂O; 1,05% TiO₂; 0,30% P₂O₅; 0,12% MnO; 0,10% CO₂ и 0,4% — все остальные соединения. Отсюда ясно, что минералы, слагающие эти агрегаты, являются кремнекислыми соединениями, силкатами. Из статистического подсчета в 700 изверженных породах минералогич.

состав их (в %) представляется в таком виде: полевые шпаты—59,5; кварц—12; роговые обманки и пироксены—16,8; слюды—3,8; оливин, фельдшпатыды, рудные минералы, апатит и др.—7,9. Осадочные породы составляют всего 5% всех пород земной коры в 16 км толщиной. Главные минералы их: кварц, водные алюмосиликаты переменного состава (глины), серицит и полевые шпаты, затем лимонит и др. Минералы в породе могут быть первичными и образовавшимися одновременно с самой породой, и вторичными или, шире, постериорными, получившимися после образования самой породы.

Структура пород, характеризующая степень их кристалличности, абсолютной и относительной величиной входящих минералов, формой и совершенством их огранки, отражает на себе происхождение пород. Текстура характеризует способ заполнения занимаемого породой пространства. Изверженные породы имеют обычно массивную текстуру (иногда флюидальную), осадочные породы и туфы—б. ч. слоистую, а метаморфические—слабцеватую. Различают также компактные и пористые текстуры (последние у лав, туфов и некоторых осадочных пород). Структура изверженных пород, как отвердевших из огненножидкого состояния, подобна структуре шлаков и искусственных сплавов: гранитная состоит из минералов, могущих легко быть расположенными в ряд по совершенству их огранки; порфировая имеет резко отличающиеся по величине своей минералы, причем более крупные имеют и лучшую огранку; наконец встречаются структуры, в которых известную роль играет стекло, вплоть до стекловатых, свойственных лавам. Осадочные породы и туфы имеют естествен-

помощи лупы, ножа, определяющего твердость минералов, и иногда простейших химических проб; такие методы дают возможность только в случае пород крупнозернистости определять их название. Для изучения же пород и точного их определения служат кабинетные исследования с помощью: 1) поляризационного микроскопа, обнаруживающего тончайшие детали в составе и строении минерального агрегата в шлифах (тонкие пластинки толщиной 0,02—0,04 мм) пород; 2) микрохимич. анализа и 3) полного химич. анализа, при котором д. б. определены по крайней мере девять первых вышеприведенных окислов; 4) иногда производится разделение минералов путем использования их физических и химических свойств (уд. в., магнитность, растворимость), для точного определения их состава. В последнее время получает широчайшее распространение, особенно при изучении осадочных пород, метод отделения из размельчаемых предварительно штуфов горных пород весом в 60—100 г тяжелых порций (уд. в. 2,9).

Изверженные породы. Изверженные горные породы (интрузивные, эффузивные и жильные) представляют собой натуральные физико-химические системы. Изучение и систематика их без знания физич. химии невозможны. Из пород интрузивных граниты и гранодиориты занимают на земле поверхность в 20 раз большую, чем все остальные, взятые вместе. Из пород эффузивных базальты и пироксеновые андезиты имеют по крайней мере в 50 раз больший объем, чем все остальные эффузивные породы, взятые вместе. Составы этих пород представлены в следующей таблице (в %), причем первые две породы имеют гранитную структуру, третья и четвертая—порфировую структуру, часто с большим или меньшим количеством стекла.

Табл. 1.—Состав изверженных пород.

Наименование пород	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Остаток	Сумма
Граниты: олигоклаз, кварц, калиевые полевые шпаты и темная слюда; иногда амфибол; примеси	69,79	14,78	1,62	1,67	0,97	2,15	3,28	4,07	0,78	0,89	100
Гранодиориты: андезин, кварц, калиевые полевые шпаты и темная слюда; часто амфибол; примеси	65,10	15,82	1,64	2,66	2,17	4,66	3,82	2,29	1,09	0,75	100
Пироксеновые андезиты: андезин-лабрадор, пироксен; часто стекло; примеси	58,49	17,35	3,37	3,65	3,07	6,22	3,47	2,00	1,31	1,07	100
Базальты: лабрадор до анортита, пироксен; очень часто оливин, магнетит; часто стекло; примеси	49,06	15,70	5,38	6,37	6,17	8,95	3,11	1,52	1,62	2,12	100

но обломочную, или кластическую, структуру, а в метаморфич. породах, как перекристаллизованных или раскристаллизованных в твердом состоянии, структура не дает ясного различия в степени огранки минералов и называется кристаллобластической. По реликтам, т. е. остаточным, структурам материнских пород, наблюдаемым островками среди пород метаморфических, распознается иногда происхождение последних.

Методы исследования горных пород как минеральных агрегатов. Эти методы бывают полевые, или макроскопические, производимые обычно при

Это все породы щелочноземельные; щелочные породы составляют ок. 1% первых и содержат щелочные минералы—фельдшпатыды или щелочные амфиболы или щелочные пироксены, порознь или вместе.

Осадочные породы—главнейшие кластические, обломочные (дейтогенные) химические и органические (протогенные)—образуют в общей сложности ок. 5% всей земной коры толщиной в 16 км. Наиболее распространены глинистые породы (80%), песчаники (15%), известняки (5%); состав их приведен в табл. 2 (в %).

Химические осадки имеют незначительное распространение и представлены главным

Табл. 2.—Состав осадочных пород (в %).

Наименование пород	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	CO ₂	Оста-ток	Сум-ма
Глинистые породы: кварц (23%), полевые шпаты, глина, серицит, лимонит и др.	58,11	15,40	4,02	2,45	2,44	3,10	1,30	3,24	4,99	2,63	2,32	100
Песчанники: кварц (87%), полевые шпаты и т. д. (см. глинистые породы)	78,31	4,76	1,08	0,30	1,16	5,50	0,45	1,32	1,63	5,04	0,45	100
Карбонатные породы: главные карбонаты кальция, затем магния, кварц (5%) и др.	5,19	0,81	0,54		7,89	42,57	0,05	0,33	0,77	41,54	0,31	100

образом гипсом, ангидритом и каменной солью.

Метаморфические породы представлены гл. образ. гнейсами—сланцеватыми породами, имеющими б. ч. гранитный качественно-минералогич. состав, слюдяными сланцами, состоящими в подавляющем количестве из слюды, светлой и темной, и кварца, филитами—тонко-разлинованными и микрозернистыми породами, состоящими из кварца, серицита, щелочных полевых шпатов, иногда кальцита и других минералов, а также хлоритовыми сланцами, амфиболитами, мраморами и пр. В минералогическом своем составе они отличаются, при полной кристалличности, нек-рыми свойственными только им одним минералами (гранат, кордиерит, ставролит, хрупкие слюды, дистен, актинолит и др.), а химически они сходны по составу либо с осадочными либо с изверженными породами, отличаясь иногда от тех и других резкими особенностями. Последнее в частности касается пород, получившихся в контакте, так наз. контактных роговиков. См.: *Геология, Горные породы и Минеральное сырье*.

Лит.: Учебники и курсы: Заварицкий А. Н., *Описательная петрография*, ч. 1, Л., 1926, ч. 2, Л., 1929; Левинсон-Лессинг Ф. Ю., *Петрография*, ч. 1, Л., 1925; Левинсон-Лессинг Ф. Ю. и Белянкин Д. С., *Петрография*, 3 изд., Ленинград, 1927; Лучицкий В. И., *Курс петрографии*, 2 изд., М., 1922; Заварицкий А. Н., *Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород*, Л., 1926; Erdmannsdorffer O. H., *Grundlagen d. Petrographie*, Stg., 1924; Hatch F. H. a. Wells A. K., *The Petrology of the Igneous Rocks*, 8 ed., L., 1926; Hatch F. H. a. Rastall R. H., *The Petrology of the Sedimentary Rocks*, L., 1923; de Lapparent J., *Leçons de pétrographie*, P., 1923; Rinne F., *Praktische Gesteinskunde*, 9 Auflage, Lpz., 1923; Rosenbusch H.—Osann A., *Elemente d. Gesteinskunde*, 4 Aufl., 1 Hälfte, Stg., 1923; Tyrrell G. W., *The Principles of Petrology*, L., 1926; Weinschenk E., *Grundzüge d. Gesteinskunde*, B. 1—2, Freiburg im Breisgau, 1906—1907; *Справочники и оригинальные сочинения*: Дели Р. А., *Магматич. горные породы и их происхождение*, пер. с англ., М., 1920; Левинсон-Лессинг Ф. Ю., *Успехи петрографии в России*, Л., 1923; Немова З. Н., *Сборник анализов русских изверженных и метаморфич. пород*, «Труды Геологич. комитета», Л., 1930, вып. 186; Bowen N. L., *The Evolution of the Igneous Rocks*, Princeton, 1928; Clarke F. W., *The Data of Geochemistry*, Wash., 1924; Clarke F. W. a. Washington H. S., *The Composition of the Earth's Crust*, Wash., 1924; Daly R., *Igneous Rocks a. Their Origin*, N. Y., 1914; Воекс Н.—Эitel W., *Grundlagen d. physikalisch-chemischen Petrographie*, 2 Aufl., B., 1923; Eitel W., *Physikalische Chemie d. Silikate*, Lpz., 1929; Grubermann U., *Die kristallinen Schiefer*, 2 Aufl., B., 1910; Grubermann U., u. Niggli P., *Die Gesteinsmetamorphose*, B. 1, 3 Aufl., B., 1924; Harker A., *The Natural History of Igneous Rocks*, L., 1924; Holmes A., *Petrographic Methods a. Calculations*, v. 1—3, L., 1923; Holmes A., *The Nomenclature of Petrology*, 2 ed.,

L., 1928; Niggli P., *Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma*, Lpz., 1920; Stiny S., *Technische Gesteinskunde*, 2 Aufl., B., 1929; Rosenbusch H., *Mikroskopische Physiographie d. Mineralien u. Gesteine*, B. 1—2, 4 Auflage, Stuttgart, 1904—1908; Washington H. S., *Chemical Analyses of Igneous Rocks*, Wash., 1917; Wolff F., *Der Vulkanismus*, B. 1, Stg., 1914; Zirkel F., *Lehrbuch d. Petrographie*, 2 Aufl., Lpz., 1893—1894. В. Ледочников.

ПЕТРОЛЕЙНЫЙ ЭФИР, один из наиболее легких типов нефтепродуктов. Приготовляется из легких сортов бензина отгонкой наиболее легких фракций; в зависимости от фракционного состава носил раньше различные названия, как то: цимоген (уд. в. 0,59—0,62), риголен (уд. в. 0,62—0,63), нефтяной эфир № 0, № 1 и № 2 (уд. в. 0,62—0,68) и др. Главными составными частями П. э. являются нормальные пентаген C₅H₁₂ (t°_{кип.} 36°) и гексан C₆H₁₄ (t°_{кип.} 69°), а также изомерные им углеводороды, присутствующие в нефти. В более тяжелых сортах П. э. к этим компонентам могут оказаться примешанными также простейшие нафты: метилциклопентан, (t°_{кип.} 71—72°), циклогексан (t°_{кип.} 81°) и др. Таков напр. П. э. нашей фармакопей: при его разгонке не менее 70% должно перегоняться при 50—75°, остальное до 100°; свыше же 100° должно оставаться не более 5%, причем этот остаток при испарении на фильтровальной бумаге не должен оставлять на ней жирного пятна и сообщать ей керосиновый запах.

Очищенный П. э. очень устойчив к различным реагентам (хамелеон, крепкая серная и азотная к-ты, галоиды), но, подобно другим нефтепродуктам, при продолжительном соприкосновении с кислородом окисляется, хотя и крайне медленно, с образованием смолообразных продуктов. П. э. смешивается с абсолютным спиртом, эфиром (серным), бензолом и сероуглеродом; хорошо растворяет эфирные и жирные масла (кроме касторового), а также многие смолы. Не растворяет твердых асфальтов (асфальтены) и даже применяется для их осаждения из их растворов в нефтях и тяжелых нефтепродуктах.

Лит.: см. *Нефти*.

ПЕЧАТАНИЕ, см. *Типографское дело*.

ПЕЧАТАНИЕ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, см. *Ситцепечатание*.

ПЕЧАТНЫЕ КРАСКИ. механич. смеси различных пигментов с связующими веществами, наносимые на поверхность бумаги (или другого материала) посредством разнообразных процессов печатания. Технич. свойства, которыми должны обладать П. к., диктуются, с одной стороны, требованиями, предъявляемыми к графическому изображению печатного изделия, а с другой—технологич.

условиями процесса печатания и экономическими нормами. Качество печатных изделий зависит как от оптических свойств П. к. и бумаги, так и в очень значительной степени от печатных свойств П. к.

Оптические свойства П. к. сводятся к 1) цветному тону и его интенсивности, 2) кроющей силе и 3) характеру отражения света (матовые и блестящие П. к.). В зависимости от назначения печатного изделия и от требуемого зрительного впечатления могут потребоваться П. к. любого из теоретически возможных цветных тонов и любой интенсивности. Практически же число цветных тонов П. к. ограничено технич. и экономич. возможностями. Технология красок не может дать всех цветных тонов, в особенности же тонов наивысшей интенсивности. Полиграфическая техника должна, по экономич. и технич. соображениям, ограничивать число наносимых П. к., хотя бы за счет некоторой потери их качества. Черные П. к. применяются в наибольших количествах, т. к. черный цвет наиболее удовлетворяет требованиям, предъявляемым к массовым печатным изделиям: книге, газете, журналу и т. п. Контрастность белой поверхности бумаги и черных графич. элементов воспринимается органом зрения с наименьшим напряжением. В зависимости от назначения и характера печатных изделий черный тон д. б. более или менее глубоким и нейтральным, т. е. насыщенным и свободным от примеси белого, желтого и красного тонов, как уменьшающих контрастность. Поэтому черные П. к. д. б. нейтрально-черными, или в крайнем случае с синеватым, зеленоватым или фиолетовым оттенком. Черные П. к. с рыжеватым и красноватым оттенком следует считать нерациональными; исключение составляют двутоновые П. к. Цветные П. к. применяются в значительно меньших количествах, главным образом для изображения на бумаге многоцветных (панхроматических) тел и в целях выделения некоторых графич. элементов печатного изделия (привлечение внимания к плакату, обложке и т. п.). Рационализация панхроматич. и многоцветного печатания требует, чтобы цветные тона П. к. по возможности приближались к цветам спектра и были интенсивными, т. е. одновременно насыщенными (свободны от белого) и яркими (свободны от черного). Зрительное восприятие черного или цветного графич. изображения зависит от насыщенности цветного тона, к-рая уменьшается при просвечивании белой поверхности бумаги сквозь слой П. к. Поэтому П. к. должны обладать большой кроющей силой, т. е. наивозможно тонкий слой П. к. должен не допускать отражения лучей света от поверхности бумаги. Достижение этого эффекта за счет увеличения толщины слоя П. к. нерационально по условиям процесса печатания. Черные П. к. для массовой печати текста и иллюстраций д. б. кроющими. Цветные П. к. для трехкрасочного печатания д. б. прозрачными, чтобы давать при наложении друг на друга растровых точек смешанные цветные тона. Для других случаев многоцветной печати (хромолитографии, плаката, обложки) они д. б.

кроющими. Практически полиграфич. техника располагает более всего полукроющими, полупрозрачными П. к. Измерения кроющей силы и прозрачности П. к. производятся с достаточной точностью различными методами. Экономическую важность имеет укывистость П. к., измеряемая площадью, к-рую можно покрыть единицей веса П. к. Зрительное восприятие графич. изображений зависит от характера отражения света поверхностью красочного слоя, образующего графич. изображение. В текстовых печатных изделиях (книги, газеты и т. п.) блеск красочных элементов утомляет зрение. В большинстве панхроматич. и многоцветных печатных изделий блеск искажает зрительное впечатление и уменьшает близость его к впечатлению от оригинала. Поэтому П. к. д. б. матовыми. Но в нек-рых случаях графич. изображение должно дать впечатление блеска и требует применения особого вида П. к.—глянцевых, или блестящих. П. к. должны быть светопрочными и не изменять цветного тона под действием света (см. *Выцветание красок*). В специальных случаях к П. к. предъявляются требования прочности по отношению к внешним воздействиям, которыми может подвергаться печатное изделие (водопрочные, щелочеупорные, спиртопрочные, лакоупорные П. к. и др.). Постоянство цветного тона графич. изображений зависит не только от светопрочности П. к., но и от свойств бумаги, нек-рые сорта к-рой действуют химически на цветной тон П. к. или же, изменяя с течением времени свой цветной тон, изменяют в силу контраста первоначальное впечатление от графического изображения. Водопрочность, щелочеупорность и другие свойства П. к. определяются качественно.

Печатные свойства П. к. Печатные свойства П. к. должны обеспечить нормальный ход процесса печатания. Главнейшие из них—консистенция, длина, липкость и как общее выражение их—вязкость.

Консистенция П. к. понимается как подвижность и текучесть их. Прямых методов определения консистенции не имеется; она характеризруется скоростью, с которой П. к. принимает горизонтальное положение при выведении из равновесия сосуда с П. к. Практически следует различать две полярные степени консистенции П. к.: густые П. к. и жидкие П. к. (распространены менее правильные термины: крепкие и слабые П. к.). Консистенция П. к. изменяется с изменением темп-ры; при повышении ее П. к. делаются жиже, с понижением—гуще. Для различных условий процесса печатания требуется различная степень консистенции П. к.: для ротационных печатных машин требуется наиболее жидкая консистенция П. к., а для ручных прессов—наиболее густая. Неправильный выбор консистенции П. к. вызывает ряд дефектов в печати. П. к. слишком жидкой консистенции заливают печатную форму, дают грязную печать и отмарывание. Консистенция, слишком жидкая по отношению к впитывающей способности бумаги, дает «отмарывание» (если бумага слабо впитывающая) или проби-

вание и просвечивание (если бумага сильно впитывающая). Слишком жидкая по отношению к скорости механизма П. к. может вызвать «полет», отделение пигмента от связующего вещества и забивание печатной формы, если пигмент грубой структуры. П. к. слишком густой по отношению к скорости печатного механизма консистенции вызывает серую и так наз. «беспокойную» печать. Таким образом консистенция П. к. должна соответствовать прежде всего скорости печатного механизма, впитывающей способности бумаги и атмосферным условиям.

Закрепление П. к. на поверхности бумаги является критич. моментом процесса печатания; П. к. из полужидкого и мажущего состояния должна перейти в сухое и твердое. Закрепление П. к. может быть достигнуто несколькими путями: 1) применением б. или м. жидкой П. к., которая обладает способностью б. или м. полно впитываться в массу бумаги (впитывание), или 2) применением более или менее густой П. к., которая обладает способностью образовывать под влиянием воздуха твердую пленку, защищающую от смазывания и отмарывания лежащую под ней П. к. (окисление и осмоление). Оба эти процесса, применяемые отдельно, не обеспечивают нормального закрепления П. к. на поверхности бумаги. Впитывание протекает довольно быстро, но уменьшает насыщенность красочных графич. элементов и граничит с просвечиванием их. Если впитывается лишь связующее вещество и в слишком значительной степени, то пигмент не будет закреплен на поверхности бумаги и П. к. «слетает». Окисление (или осмоление) обеспечивает более насыщенные графические элементы, без просвечивания и слета, но требует значительного времени (несколько дней). Поэтому закрепление П. к. более рационально достигается комбинированием обоих процессов высыхания. Следует иметь в виду, что закрепление П. к. может быть ускорено за счет частичного испарения связующего вещества. В зависимости от цели и условий процесса печатания закрепление П. к. рассчитывают в различной степени на впитывание, окисление или испарение. Газетные и др. П. к. для ротационных печатных механизмов закрепляются преимущественно за счет впитывания и лишь в незначительной степени окислением. Книжные П. к. для плоских печатных машин, к-рые должны дать более интенсивное графич. изображение, чем газетные, закрепляются почти одинаково за счет впитывания и окисления. Иллюстрационные П. к. закрепляются больше за счет окисления и только в незначительной степени за счет впитывания (бумагу употребляют мало впитывающую). П. к. для печатания с валов глубокой печатной формы (тифдрук) закрепляются впитыванием и окислением; предварительное испарение нек-рой части очень жидкого связующего вещества выполняет задачу переноса пигмента в углубления печатной формы и облегчает удаление П. к. с пробелов (бумагу берут впитывающую). Скорость высыхания П. к. зависит не только от способности высыхания самой П. к., но и от

многих других факторов. Наибольшее значение имеют свойства впитываемости печатной бумаги. Поэтому нормы высыхающей способности П. к. должны быть различны для различных случаев печати и должны подбираться соответственно характеру печатного изделия, впитывающей способности бумаги, скорости печатного процесса и атмосферным условиям. При этом в зависимости от факторов больше используется процесс впитывания или окисления. Впитывание П. к. в массу бумаги представляет собой явление адсорбции (см.). Пористый поверхностный слой бумаги всасывает в себя полужидкую систему «пигмент—связующее вещество». В зависимости от ряда факторов происходит впитывание всей системы целиком или избирательная адсорбция связующего вещества; на поверхности бумаги остается достаточно интенсивно окрашенный слой П. к., терявший способность смазываться, т. к. в нем уже произошел в достаточной степени процесс окисления (или осмоления) связующего вещества, закрепивший частицы пигмента от слета. Если впитывание было достаточным, но оставшийся на поверхности бумаги нормальный толщины слой не успел закрепиться, так как его способность окисления слаба, то в результате получается отмарывание. Последнее может также получиться, если впитывание было недостаточным (П. к. плохо впитывается или же бумага плохо впитывает) и на поверхности бумаги осталось слишком большое количество связующего вещества, которое препятствует затвердению П. к. При впитывании слишком большого количества П. к. графич. изображение получается серым; если же впитывается слишком большое количество только связующего вещества, то, оставшись на поверхности, пигмент не закрепится и слетит. Если связующее вещество проникает в массу бумаги и расплывается в виде жирных пятен, получается промасливание. Слишком глубокое проникновение П. к. дает просвечивание печати. Оба эти дефекта зависят как от свойств бумаги, так и от П. к. Впитывающая способность П. к. не должна превышать определенных норм, а пигмент и связующее вещество должны представлять достаточно прочную, однородную систему: чем жиже консистенция П. к., тем более она впитывается; повышение темп-ры увеличивает впитывание. Увеличение содержания пигмента в П. к. ускоряет впитывание. Имеют значение при высыхании также и свойства печатной бумаги. Бумага впитывает тем менее, чем она плотнее, чем сильнее она каландрирована и проклеена; степень размола массы и характер волокна влияют на впитываемость. Хлопок, льняное тряпье, альфа и целлюлоза лиственных пород дают более впитывающую бумагу, чем древесина. Наполнители увеличивают впитывающую способность бумаги. Следует учитывать, что сеточная сторона бумаги впитывает П. к. раза в $1\frac{1}{2}$ быстрее, чем суконная. Закрепление П. к. затвердением вследствие окисления или осмоления представляет гл. о. химич. процесс и ускоряется при повышении t° . Увеличение влажности воздуха замедляет

окисление и осмоление. Скорость процессов окисления зависит гл. обр. от химич. свойств связующего вещества. Наиболее быстро окисляются и высыхают льняное масло и различные олифы. Пигменты влияют на скорость процессов окисления: милори, хромовые желтые, свинцовые белила и т. п. ускоряют процесс, а некоторые лаки замедляют (фиолетовые и зеленые лаки, краплак и т. п.). Прибавка к П. к. жиров, не высыхающих и минеральных масел, восков, парафина, вазелина, масла, сала, гидрата окиси алюминия и т. п. веществ задерживает процесс окисления; такие вещества применяются как смягчители слишком быстро сохнущих П. к. Наоборот, многие вещества ускоряют процесс окисления и применяются как *сикативы* (см.) для слишком медленно высыхающих П. к.

Закрепление П. к. процессом испарения применяется исключительно в ротационной и ротативной печати с глубоких форм (тифдрук). Процесс зависит не только от способности связующего вещества (растворителя) испаряться, но и от темп-ры и влажности окружающей среды (упругость паров растворителя). Применяются бензин, бензол и его гомологи, лигроин и керосин. Эти растворители огнеопасны и негигиеничны, поэтому заменяются нередко водой, которая частично испаряется, частично впитывается в бумагу.

Длина или короткость П. к. выражается в способности П. к. вытягиваться в б. или м. длинные нити, не разрываясь. Методов б. или м. точного определения длины П. к. не имеется. Степень длины П. к. определяется эмпирически вытягиванием П. к. между двумя пальцами; чем длиннее нити в момент разрыва, тем длиннее П. к. Различаются две полярные степени длины П. к.: длинные П. к. и короткие П. к. Различные условия процесса печатания требуют различной длины П. к. С повышением темп-ры П. к. делаются более короткими, а с понижением более длинными и могут дать в обоих случаях полет.

Липкость П. к. выражает силу сцепления частиц П. к. с поверхностью какого-либо тела (красочных валиков, печатной формы, бумаги и т. п.). Прямых методов определения липкости нет; степень ее определяется эмпирически, «на отлип» пальцами. Различают липкую и мягкую П. к. Липкость обеспечивает передачу слоя П. к. с одной поверхности на другую: с валика на валик, с валиков на форму и т. д. Для различных условий процесса печатания требуются П. к. различной степени липкости. Чем менее проклеена бумага, чем шероховатее ее поверхность, тем более мягкой должна быть П. к. Слишком мягкая П. к. вызывает отсутствие или недостаточность подачи П. к. и серую печать. Чрезмерная липкость вызывает чипание волоконца бумаги, срывание кусочков вальцмассы и все последствия этих явлений. Липкость П. к. уменьшается с повышением темп-ры и увеличивается с ее уменьшением. Липкость слишком быстро сохнущих П. к. увеличивается в процессе работы. Липкость П. к. должна быть подобрана соответственно характеру поверхностей валиков, формы и бумаги.

Вязкость П. к. выражает одновременно и внутреннее сцепление (т. е. длину) и сцепление с посторонними поверхностями (т. е. липкость). Методов измерения вязкости много (см. *Вязкость, Малакометр, Консистомер*), но все показатели вязкости в б. или м. степени зависят от множества факторов (уд. в., структура, внутреннее трение, трение с поверхностями измерительного аппарата и т. п.). Поэтому они представляют механич. сумму различных физич. свойств П. к. и не выражают достаточно четко печатных свойств П. к. Две П. к. одинаковой вязкости могут иметь различную липкость и длину и работать на печатной машине с различными результатами.

Результаты эти могут зависеть не только от качества П. к. и соответствия их условиям процесса, но и от степени точности установки валиков, правильности раската или наката, регулировки подающего краску аппарата и т. п. причин, влияющих на правильную подачу краски.

Раскат м. б. (при условии правильной установки красочных валиков и их нормальной эластичности и ровности) недостаточным при слишком густой для данных условий консистенции П. к. или изменении ее липкости и длины. Раскат м. б. неравномерным при слишком быстро сохнущей П. к. Раскат может уменьшить подачу П. к. на форму при слишком быстро сохнущей или очень короткой П. к. Накат м. б. (при условии правильной работы накатных валиков и ровной поверхности печатной формы) недостаточным, если П. к. подается недостаточно с раскатных валиков и из красильницы, или при недостаточной липкости и длине П. к. Он м. б. недостаточным, если П. к. высыхает на накатных валиках или пигмент отделяется от связующего вещества. Возможен полет П. к., т. е. разбрызгивание П. к. с красочного аппарата, если консистенция П. к. не подходит к условиям работы.

Технология П. к. П. к. должны обладать требуемым комплексом свойств в отношении цветного тона, кроющей силы, консистенции, длины, липкости, высыхания или впитывания и т. д. Технология П. к. поэтому д. б. построена на получении тесной и однородной смеси пигмента определенного цветного тона со связующим веществом. Рациональная рецептура должна состоять только из этих двух составляющих. Все другие прибавки должны рассматриваться как случайные, нужные для достижения особого эффекта или для устранения дефекта, связанного со случайным дефектом сырья, или для выполнения печати в условиях отклонения от нормы (бумага, скорость машины, изменение температурных условий). В этих случаях в смесь вводится ряд добавок, усиливающих или ослабляющих то или иное свойство П. к. Такими являются: сикативы, усиливающие высыхающую способность П. к., и смягчители, уменьшающие эту способность; подкраски и разбели, изменяющие цветной тон или его интенсивность; наполнители и загустители, увеличивающие густоту П. к., отоды, уменьшающие густоту (а также липкость) и разбавители, увеличивающие впитываемость или испаряемость П. к. Одни и те же вещества могут выполнять несколько из указанных выше функций, поскольку они обладают суммой нескольких свойств.

Пигменты выполняют основную задачу и дают П. к. ее оптич. свойства. Но одновременно физико-химич. свойства пигментов влияют на печатные свойства П. к. Так, их уд. в. зависит уд. в. и удельная кроющая

сила П. к. (т. е. весовой расход П. к. на тыс. оттисков). Пигменты с высоким уд. в. нежелательны для П. к. В случае большой разницы между уд. в. пигмента и связующего вещества возможно отделение пигмента от связующего вещества (расслоение) в банках или на печатной машине. Расслоение наблюдается обыкновенно со свинцовыми, ртутными и т. п. пигментами высокого уд. в. и в смесях их с другими пигментами; напр. зеленые П. к., изготовленные из желтого хрома и синей милори, дают слои различных цветных тонов и неоднородную цветную тональность печати. Пигменты в мелко раздробленном состоянии, суспендированные в связующем веществе, дают более прочную смесь и большую кроющую силу. Состояние среднее между кристаллич. и коллоидальным является повидимому наиболее выгодным в отношении удельной кроющей силы и др. свойств. Но по мере увеличения дисперсности пигмента П. к. начинает все более и более просветлять, и оттиски дают меньшую насыщенность, вызывая необходимость увеличения расхода пигмента и П. к. Дальнейшая степень раздробления частиц—растворение в связующем веществе—требуется лишь для редких случаев, напр. двутоновых П. к. Вообще же пигмент не должен растворяться в связующих веществах. Пигменты имеют способность повышать или понижать высыхаемость П. к. Киноварь, ультрамарин, гидрат окиси алюминия и многие лаки, как например фиолетовый, ночная зеленая, виридиновый лак и т. п., замедляют высыхание. Милори (и др. сорта берлинской лазури), красный и оранжевый хром и др. свинцовые пигменты ускоряют высыхание; поэтому следует учитывать высыхающую способность пигментов. В некоторых случаях, по невыясненным еще причинам, П. к., затертые на милори, а иногда и лаках, претерпевают явление орезинивания или желатинизации, связанные повидимому с процессами окисления связующих веществ и каталитич. действием пигмента. При переработке пигмента в П. к. следует иметь в виду неизученные еще печатные свойства пигментов. Одно и то же связующее вещество дает длинную П. к. с пигментами вроде ультрамарина, милори, хромовых желтых, окиси хрома, свинцовых и цинковых белил, в то время как с пигментами вроде окисей железа в разных ее видах—она дает короткую П. к. Следует особо учитывать масляное число пигмента, т. е. количество масла, к-рое необходимо примешать к нему, чтобы получить пасту стандартной густоты. Оно также связано со структурой пигмента. Оптич. свойства пигментов учитываются в отношении цветного тона и его интенсивности. Методы цветоизмерения пигментов еще слабо разработаны; практически повидимому наиболее пригодна система обозначения цветности по Оствальду. Для П. к. трехкрасочной печати необходима стандартность цветного тона пигмента при наибольшем его приближении к спектральному. Для цветных П. к., применяемых в хромофотографии и т. п., необходима наибольшая интенсивность цветного тона. Кроющая сила П. к. и пигментов требуется для последних

красок, для трехкрасочной же печати пигменты д. б. прозрачными. Методы определения кроющей силы пигментов многочисленны; наиболее принятым является измерение ее посредством смешения с белилами сравнительно с эталоном. Блеск пигментов мало изучен, так как преобладающее значение для блеска П. к. имеет все-таки связующее вещество. Многие пигменты имеют металлический блеск (милори, бронзовая синяя, многие лаки, свинцовые белила и т. д.), другие определенно матовые (хромовые желтые, магнезия и т. д.). Блеск зависит частично от структуры пигмента. Пигменты П. к. для влажных способов печати не должны «итти на воду», т. е. иметь растворимые в воде примеси, к-рые дают тон. Светопрочность пигментов имеет громадное значение для качества П. к. и печатных изделий и должна проверяться. Абсолютно светопрочных пигментов, а следовательно и П. к. нет. Неправильно считать неорганич. пигменты (в том числе и милори, хром и т. п.) гораздо более светопрочными, чем анилиновые лаки. Милори со временем зеленеет, а хром зеленеет или темнеет. (Хромовая желтая, изготовленная из сернокислого свинца, гораздо прочнее, чем изготовленная из углекислого; изготовленная из холодных растворов и с избытком сернокислого свинца прочнее.) Многие же ализариновые, индантиреновые, литоловые и т. п. лаки, при правильном изготовлении и применении, не менее светопрочны, чем милори, хром и т. п. Светопрочность цветных лаков зависит в значительной степени от субстрата. Наиболее светопрочны природные, земельные пигменты, т. к. они уже обладают тонами блеклыми, выцветшими в течение тысячелетий. Светопрочны также пигменты, полученные сплавлением (ультрамарин, кобальт и т. п.). Сажа является, практически, идеально-светопрочным пигментом. Светопрочность пигмента определяется различными методами, по сравнению с эталоном (см. *Выцветание красок*). Светопрочность многих пигментов уменьшается при смешении их с белилами. В особенности надо учитывать зависимость светопрочности от смешения их с белилами, чтобы избежать искажения оптич. свойств вследствие химич. взаимодействия некоторых пигментов. Как правило нельзя смешивать пигменты, содержащие серу, с пигментами, содержащими свинец. Связующие вещества, содержащие свободные кислоты (окиси и кислоты), несовместимы со многими пигментами, так как изменяют их цветной тон. Пигменты, содержащие серу, несовместимы с медными печатными формами, так как П. к., приготовленные из этих пигментов, темнеют в процессе печати. Рационально изъять сернистые пигменты из номенклатуры сырья для П. к.

Связующие вещества имеют задачей способствовать нанесению пигмента тонким и ровным слоем и закреплять его на поверхности бумаги. Они д. б. подобраны соответственно целям и условиям печатного процесса и физич. и печатным свойствам пигмента. В зависимости от способа печати, впитывающей способности бумаги и скорости печатной машины выбирают окисля-

ющиеся или осмольющиеся, впитывающиеся или испаряющиеся (частично) связующие вещества. Практически, связующие вещества не представляют определенного вещества, а смесь различных веществ с различными свойствами, сумма к-рых соответствует требованиям, предъявляемым к связующим веществам в данном случае. Технически наиболее пригодны натуральные высыхающие масла и олифы (см.). Но по экономич. соображениям применяют ряд искусственных олиф и фирниссов. В отношении цвета связующих веществ особые требования предъявляются только к П. к. для трехкрасочной печати и к П. к. ярких и чистых цветных тонов; для черных П. к. цвет связующего вещества по-видимому не играет большой роли, поскольку предупреждено промасливание оттисков. Запах связующего вещества не должен быть резким, сильным, отравляющим атмосферу мастерских. Необходимо избегать связующие вещества с легко воспламеняющимися составными частями (как бензол и его гомология). Кроме того связующие вещества выделяют при высыхании значительн. количество тепловой энергии, к-рая в условиях плохой теплоотдачи (плотные кучи бумаг и тряпья) может вызвать самовозгорание и поэтому необходимы соответствующие мероприятия. Из олиф наиболее пригодны полимеризованные олифы. Оксидированные олифы менее пригодны, т. к. оксикислоты вызывают глубокие изменения цветного тона пигментов и слишком быстрое высыхание, способствуя желатинизации П. к. Для влажных способов печати они непригодны, т. к. дают «тон» вследствие способности этих олиф частично эмульгироваться. На скоропечатных машинах они вызывают отмарывание, вследствие плохой впитываемости в бумагу. Сикативы применяются в тех случаях, когда связующие вещества обладают слишком медленной высыхаемостью или когда пигмент обладает свойством замедлять высыхание сверх допустимого и в зависимости от условий печати (слишком слабо или слишком сильно впитывающаяся П. к. бумага, увеличенная скорость машины, резкое понижение темп-ры и т. п.). Для цветных П. к. следует избегать свинцовых сикативов, к-рые более или менее искажают цветной тон. Наилучшими считаются марганцово-кобальтовые сикативы.

Смягчающие вещества применяются как добавка к П. к. для замедления процессов высыхания. Ими служат: воск, парафин, мыло, сало, масло, вазелин и т. п., а также и гидрат окиси алюминия. Кроме замедления высыхания некоторые смягчающие вещества уменьшают длину и липкость П. к. Воск уменьшает липкость, укорачивает П. к., слегка замедляет высыхание, дает П. к. несколько зернистый вид, т. е. меньшую гладкость. Мыло уменьшает липкость, укорачивает П. к. и способствует резкому оконтуриванию красочных графич. элементов, слегка замедляет высыхание и улучшает накат. Сало, масло, парафин, вазелин значительно замедляют высыхание. Для смягчения П. к. в процессе печати из этих веществ изготавливают пасту со средней нормальной консистенцией П. к.

Загустки применяются как сырье при изготовлении искусственного связующего вещества П. к., чтобы придать им требуемую густоту, длину и липкость, если основное связующее вещество не обладает ими в достаточной мере. Их вводят в П. к. в стадии изготовления фирниссов. Загустками для осмольящих фирниссов служат различн. вида асфальты (сирийский, гильсонит и т. п.), гудрон (нефтяной асфальт), каменноугольный деготь, гарпиус и продукты его переработки, натуральные смолы (копалы, даммар, мастикс и т. п.), искусственные смолы (кумароновые смолы и др.). Для водных фирниссов применяют казеин, крахмал, декстрины и т. п. Для летучих—смолы, асфальт и целлулоид. Иногда применяются густые олифы. Нек-рые смягчители действуют как загустки (мыло, воск и т. п.).

Отводы (и разбавители)—вещества, которые служат для получения требуемой подвижности, короткости и мягкости. В отношении последних двух функций действие отводов совпадает с нек-рыми смягчителями. Отводами служат льняное и др. высыхающие масла, слабые и средние олифы, не высыхающие минеральные масла, лигроин, пиронафт, керосин и др. легкоподвижные жидкости с малой вязкостью: олеиновая к-та, скипидар, глицерин, вода и т. п. Отводы вносят в П. к. для исправления их печатных свойств уже в процессе печати.

Наполнители применяются как добавки к печатным краскам в тех случаях, когда пигмент обладает крайне высокой или же слишком низкой способностью поглощения связующих веществ; прибавка к нему наполнителя с иным маслопоглощением улучшает печатные свойства П. к. Лаки, осаждаемые из анилиновых красителей сами по себе обладают плохими печатными свойствами, и поэтому их обычно осаждают на субстратах, играющих роль наполнителя. Нек-рые наполнители уменьшают слишком быструю высыхаемость П. к. Наконец в П. к. для печатания с глубоких форм (кроме тифдрука) наполнители уменьшают просвечивание. Наполнителями служат чаще всего: каолин, барит (природный углекислый или сернокислый барий), бланфикс (искусственный сернокислый барий), мел (парижские белила, природный или осажденный углекислый кальций), гидрат окиси алюминия, магнезия (углекислый магний) и гипс (см. *Наполнители*). Для типографских П. к. наиболее пригодны бланфикс, магнезия и гидрат окиси алюминия. Для П. к. глубокой печати (кроме тифдрука) пригодны барит и мел. Барит имеет низкое маслопоглощение, незначительную кроющую силу, мелкозернистую структуру (отмученный барит) и поэтому может применяться там, где нек-рая зернистость не мешает. Бланфикс дает П. к. более короткую, чем барит, но более гладкую; полупрозрачен, хороший субстрат для лаков. Мел может применяться как субстрат лаков, имеет незначительную кроющую силу; шлифует печатные формы. Гидрат окиси алюминия прозрачен; обладает высоким маслопоглощением и превосходными печатными свойствами, влияет на длину и текучесть П. к., улучшает раскат, но уменьшает

высыхаемость. Он улучшает однородность П. к. (гладкость), если пигмент сам по себе плохо затирается. Магнезия обладает высоким маслопоглощением и дает довольно длинную, но густую П. к.; почти прозрачна. При выборе наполнителя для П. к. необходимо учитывать весь комплекс свойств наполнителя и делать нужные смеси их, чтобы получить требуемый комплекс. Разбелы — белые пигменты, к-рые применяются как добавки к П. к. в случаях, когда необходимо уменьшить насыщенность цветного тона пигмента по технич. или экономич. соображениям. Они должны обладать наивысшей кроющей силой или прозрачностью, в зависимости от характера П. к. Для кроющих П. к. цинковые белила (окиси цинка) считаются наилучшим разбелом, хотя они сохнут довольно медленно; литопон обладает лучшей кроющей силой, но худшими печатными свойствами. Титановые белила обладают большой кроющей силой и не имеют недостатков свинцовых белил, но еще мало изучены. Рациональнее применять смеси нескольких пигментов. Свинцовые белила несмотря на высокую кроющую силу нежелательны, так как они обладают низкими печатными свойствами; недопустимы для ярких красок, так как темнеют с течением времени. Для прозрачных П. к. применяют прозрачные разбелы: гидрат окиси алюминия, магнезию, бланфикс и их смеси. В печатной технике для разбела тертых П. к. применяют различн. тертые белила, прозрачные белила (транспарантвейс), лазурные белила (транспарин) (изготавливают из гидрата окиси алюминия, затертого на слабой или слабо-слабой олифе); полупрозрачны, полукроющие, мипвейс, или печатные белила (друквейс) — смесь из гидрата окиси алюминия и бланфикса в пропорциях от 1 : 2 до 3 : 2; чем больше гидрата, тем выше печатные свойства белил. Глянцевые белила (глянцевейс) прозрачны. Матовые белила служат как добавки к П. к., чтобы сделать красочное графич. изображение матовым; изготавливаются в виде пасты из магнезии или т. н. болонского мела и их смесей. Как кроющие белила применяют чистые цинковые белила (цинквейс, шнеевейс); они хорошо печатают, но ослабляют светопрочность П. к., сохнут очень медленно и непрочны в затертом виде (цинковое мыло). Титановые белила еще мало испытаны и мало распространены. Перманентвейс — бланфикс, затертый на слабой олифе; полукроющий, обладает хорошими печатными свойствами.

Подкраски применяются, когда пигмент, наиболее подходящий технически и экономически, обладает оптич. недостатком. Так напр., в большинстве случаев сажки обладают рыжеватым оттенком, к-рый уменьшает контрастность зрительного впечатления от черного графич. изображения и желтоватой бумаги. Наиболее целесообразна подкраска синими и фиолетовыми красителями, иногда черными. Таковы индуллины, синяя бронзовая (рефлексблау), жирорастворимые синие и фиолетовые краски и нигрозины. Прибавление к черной П. к. некоторого количества милори, затертой на оли-

фе, углубляет тон П. к. В нек-рых случаях подкрасивают связующее вещество для получения особого эффекта (двутоновые П. к.). Специальные добавки к П. к. служат для получения особых эффектов. Матовость пленки получается прибавкой магнезии, болонского мела и т. п., т. е. вещества, к-рое уменьшает высыхаемость и усиливает впитывание. Блестящий слой получается прибавлением веществ, которые увеличивают высыхание П. к. на поверхности, уменьшая впитывание, и специальных добавок, дающих блестящую пленку (твердые смолы, вязкие олифы и т. п.).

Проработка рецептуры П. к. выполняется систематическими пробами, доводя постепенно количество проб до нескольких кг. Небольшие пробы затираются на стекле и камне курантом, а большие — в малых месилках и краскотерках лабораторного типа. Развес сырья д. б. достаточно точный; допуски следует склонять в сторону густоты П. к., к-рая легче корректируется, чем слишком жидкая консистенция. Связующее вещество П. к. сложного состава д. б. изготовлено предварительно. Замес небольших количеств производится вручную, а больших — на специальных месильных машинах различных систем, емкостью до 800—1 000 л. Мешалки с простым концентрическим движением поверхности лопастей не эффективны. Нужны месильные машины типа тестомесилок или планетарные мешалки. Имеются еще аппараты, действие которых основано на принципе центробежности (дисковая мешалка Ленарта и другие), наиболее пригодные для жидких красок, и вакуум-месилки для замешивания связующего вещества с пигментом, находящимся в виде водной пасты. Замес имеет целью привести пигмент и другие сухие ингредиенты в тесное соприкосновение со связующим веществом. Для замеса жидких черных П. к. на саже применяются специальные установки. Цветные пигменты, к-рые получают в процессе изготовления в виде водной пасты, обыкновенно высушиваются и поступают на завод в виде сухого порошка. Этот процесс высушивания нерационален, так как ухудшает интенсивность цветного тона и структуру пигмента, а вместе с ними также и его печатные свойства. Рационально замешивать пигмент в пасте, облегчая удаление воды применением вакуума (специальные вакуум-мешалки) или добавлением веществ, способствующих отделению воды. Метод замеса пастообразных пигментов в СССР еще мало разработан. Затирка пигмента, тщательно замешенного с частью связующего вещества, производится обычно на краскотерных машинах (см.). К затертой П. к. добавляется (в месильном аппарате) остальное количество связующего вещества, и П. к. поступает в отделку, т. к. однократная растирка не дает требуемой тонины и однородности. Отделка производится на таких же краскотерных машинах, что и затирка. Для массового производства П. к. жидкой консистенции, напр. ротационных, применяются специальные агрегаты, состоящие из резервуаров месильной машины, которые подают связующее вещество, резер-

вуаров для замеса, к-рый подается в мельницу (деагрегаторного типа). Все установки снабжены подогревом и насосами для перекачивания сырья, полуфабриката и готовой П. к. Производительность таких установок—от 1 до нескольких *т* в час при расходе около 30 Рр.

Сорта П. к. П. к. разделяют по технологич. процессам и соответственным печатным свойствам на типографские, литографские, офсетные, тифдрук, фотогипные и т. д. Каждый из этих классов П. к. имеет следующие подразделения: для ротационной печати, для печати на плоских машинах и для ручных прессов. Эти типы П. к. в свою очередь подразделяются по характеру графич. изображений на П. к.: для текста, для текста с иллюстрациями (газетные, журнальные, книжные); для иллюстраций с текстом и чистых иллюстраций (иллюстрационные) и наконец акцидентные. Для особых случаев и условий существуют П. к. обложечные (сильно кроющие), плакатные и афишные, прозрачные, матовые, блестящие (глянцевые), трехкрасочной печати, тоновые, двутоновые, грунтовые и т. п.

Типографские П. к., в особенности черные, составляют наибольшую массу потребления, и по числу типов, видов и сортов они наиболее разнообразны. В зависимости от скорости печатного механизма типографские П. к. делятся на краски: ротационные, для плоских машин, для тигельных и для ручных прессов. Эти четыре вида отличаются гл. образом скоростью высыхания и консистенцией: р о т а ц и о н н ы е П. к. наиболее быстросохнущи и жидки, а краски для р у ч н ы х п р е с с о в наиболее густы. П. к. почти каждого из этих типов подразделяются в зависимости от характера печатного изделия (шрифт, иллюстрация штриховая, грубый или мелкий растр и т. п.) и от требований интенсивности цветного тона на краски: газетные, журнальные, книжные, акцидентные и иллюстрационные. Почти все эти виды должны быть подразделены на ч е р н ы е (матовые, блестящие, глянцевые и нейтрально-черные); д в у т о н о в ы е и т о н о в ы е; ц в е т н ы е (обыкновенные, для трехкрасочной печати, обложечные—кроющие, прозрачные и т. д.). Наконец каждый из этих видов может включать также ряд сортов, отличающихся друг от друга оптическими и печатными свойствами. Р о т а ц и о н н ы е П. к. рассчитаны на работу машин в 10—20 тыс. об/ч. и более. Закрепление этих П. к. рассчитано на адсорбцию краски поверхностью бумаги. Кроме свойства впитываться ротационные П. к. должны обладать и некоторой способностью осмоления, чтобы графич. изображение закрепилось на поверхности бумаги и не было слета и смазывания при фальцовке и пользовании печатным оттиском. Жидкая консистенция ротационной П. к. требует также вследствие темпа подачи П. к. (8—10 кг в час на ротационных машинах, при 0,5—1 кг на плоских) и применения подачи П. к. насосами. Ротационные П. к. должны накатываться очень тонким слоем, т. к. более толстые слои не успеют впитаться и вызовут явления смазывания; толстые слои дадут дрызганную печать (ра-

стровые точки, мелкий шрифт и т. п.), а также и другие последствия заливания печатной формы. Ротационные П. к. должны обладать высокой кроющей силой. Г а з е т н ы е ротационные П. к., хотя и не совсем рационально, имеют самые низкие качественные нормы в отношении интенсивности черного тона. Чтобы удовлетворить указанным выше технич. требованиям, они состоят на связующих веществах очень жидкой консистенции (вязкость 15—20 ск.). Льняное масло и слабые льняные олифы вытеснены другим сырьем не только по экономич., но и по технич. соображениям, так как льняное масло впитывается недостаточно быстро. Прменяют минеральные масла подходящей вязкости или менее вязкие, загущенные природными и искусственными смолами, гудронами и асфальтами: применяют также б. или м. загущенные смоляные масла, оди или в смеси с машинными. В последнее время за границей были удачные попытки использования шелоков целлюлозной промышленности. Ворвань и рыбий жир р а д и о н а л ь н ы, только если они дезодоризованы. Сажу прибавляют в ротационные газетные П. к. в ограниченном количестве, чтобы не уменьшать текучести П. к. Поэтому для достижения удовлетворительной кроющей силы П. к. необходимо брать сажу с большой кроющей силой. Достаточна прибавка в П. к., хороших газовых саж около 8%, а пламенных саж (нефтяных) 12—18%: рациональна также смесь этих саж. Для уничтожения рыжеватого оттенка сажи и увеличения глубины черного тона газетные ротационные П. к. подкрасиваются. Учитывая некоторую желтизну газетной бумаги, предпочтительна синеватая подкраска газетных П. к. Чем менее глубок черный тон сажи, тем более вводится подкраски, что вызывает ухудшение впитывания и осмоления П. к., а также промасливание и негигиеничный водянисто-синий тон печати. Ж у р н а л ь н ы е ротационные П. к. отличаются еще более высокими требованиями в отношении кроющей силы и глубины черного тона; скорость печати журналов несколько ниже, бумага менее впитывающая. Поэтому связующее вещество д. б. менее жидким, чем для предыдущих П. к., и обладать немного более повышенной способностью осмоления. Это достигается применением композиционных олиф, в к-рых увеличивается количество смоляного масла или вводится нек-рое количество средней льняной олифы, а также и добавки около 1% сикатива. К н и ж н ы е ротационные П. к., если нет специальных требований, м. б. заменены в зависимости от характера иллюстраций, условий печатного процесса и требуемой глубины черного тона П. к. журнальными или газетными повышенного типа.

П. к. для п л о с к и х м а ш и н должны иметь вязкость раза в два выше, чем ротационные. Закрепление на бумаге идет уже не только за счет впитывания, но в значительной степени и за счет осмоления и окисления, т. к. скорости процесса печати делают этот путь закрепления П. к. выполнимым, а повышение требования качества печати и более целесообразным. Требования

к печатным изделиям, выполняемым на плоских машинах, в отношении насыщенности черного тона вызывают необходимость увеличения % содержания сажи. Поэтому П. к. для плоских машин гораздо гуще, чем ротационные. Газетные П. к. должны содержать 18—22% нефтяной сажи, с заменой части ее газовой, в зависимости от требований к насыщенности печати и от характера и числа иллюстраций. Подцветка та же, что для ротационной П. к., хотя лучше вводить не жирорастворимые красители, а милори. Связующее вещество по сырью может быть то же, что и для ротационных, но гуще раза в два, что достигается или увеличением % загустки (смолы, асфальт) или же применением более густых растворителей. Следует избегать излишка липкости, т. к. газетная бумага имеет слабую шероховатую поверхность, и возможно пипание. Журнальные П. к. должны обладать более глубоким черным тоном и большей кроющей силой, чем предыдущие: в зависимости от требований увеличивается количество сажи. В качестве связующего вещества применяются композиционные олифы. Наиболее пригодны связующие вещества с некоторым содержанием льняной олифы, затем льняно-смоляные лаки. Смолы придают некоторый блеск и ускоряют высыхание, но должны обладать достаточно высокой $t_{пл.}$ Часть льняной олифы м. б. заменена смоляным маслом. Книжные П. к. должны иметь достаточно густую консистенцию, но без излишней липкости; для более гладких бумаг можно давать более липкую П. к. Закрепление на книжной бумаге идет в значительной степени за счет окисления и осмоления, и связующие вещества д. б. более или менее быстровысыхающими; кроме того необходимо введение некоего количества сикатива. Обилие растровых иллюстраций и наличие тонких деталей повышает требования к кроющей силе П. к. Поэтому для книжных П. к. целесообразно применять сажи с высокой кроющей силой и подкрашивать их милори или анилиновыми красителями. Наилучшая книжная П. к. изготавливается из льняной олифы, газовой сажи, милори и кобальтово-марганцевого сикатива. Понижение качества и удешевления идет путем замены части льняной олифы смоляными лаками. Смолы лучше брать ректифицированные или же соли и эфиры смоляных к-т. Акцидентные П. к. (для плоских машин) составляют так же, как и книжные, но с неким повышением % сажи (до 25—30%). Для печати на тигельных прессах они д. б. более густыми. Акцидентные П. к. сохнут за счет окисления больше, чем за счет впитывания, т. к. они должны давать более насыщенную печать, нередко с неким блеском. Поэтому же связующее вещество для акцидентных П. к. изготавливается на слабо-слабых и слабых льняных олифах и на смолах. Печать акцидентными П. к. выполняется на крайне разнообразных бумагах. От акцидентных П. к. нередко требуются специальные свойства блеска, кроющей силы, прозрачности и т. п. Акцидентные П. к. для плоских машин и тигельных прессов бывают не только черные, но и цветные. Последние по своей

консистенции должны вполне соответствовать черным, но для получения этого эффекта д. б. подобраны соотношения пигмента и связующего вещества. Иллюстрации и цветные П. к. (для плоских машин) применяются для печати с растровых клише на бумагах с гладкой поверхностью. Закрепление П. к. должно происходить быстро и за счет окисления, а не впитывания, отчего выигрывается насыщенность оттиска. Чем плотнее бумага, чем быстрее работает печатный механизм, тем более быстросохнущей должна быть П. к. Для быстрого закрепления применяются связующие вещества, сами по себе быстро высыхающие, и кроме того вводится 0,7—1% сикатива. В качестве связующих веществ применяются слабые и средние льняные олифы, в зависимости от впитывающей способности бумаги и скорости печати. При пониженных требованиях часть льняной олифы заменяют ректифицированным гарпнусом (или солями и эфирами его к-т), растворенным в лаковом льняном масле. Иллюстрации и цветные П. к. должны иногда обладать блеском, что достигается подбором маловпитывающей бумаги, уменьшением впитываемости П. к. и усилением ее высыхания; кроме того подбором связующего вещества (крепкие олифы) и сажи, а также введением растровых твердых смол (см. ниже—Блестящие П. к.).

Цветные и иллюстрационные П. к. изготавливаются по тем же принципам, что и черные. Лучшее связующее вещество—слабая и средняя льняная олифа; допустимы смоляные лаки с содержанием льняной олифы; для отвода—слабая льняная олифа. Чем меньше уд. в. цветного пигмента и чем тоньше его структура, тем более жидким и коротким д. б. связующее вещество; тяжелые и грубоструктурные пигменты требуют более густого и длинного связующего вещества. Наилучшие пигменты для цветных иллюстрационных П. к.—гл. обр. цветные каменноугольные лаки, а также милори различных сортов и желтые хромы. П. к. трехкрасочной печати (желтая, красная и синяя) еще не имеют рационального разрешения. Невозможно выполнить все случаи многоцветных графич. изображений печатью в 3 краски без потерь в передаче цветных тоналностей. Современные пигменты представляют не чистые цветные тона, а лишь оттенки, б. или м. близкие к основным. При оптич. смешении таких пигментов не могут получиться яркие смешанные тона, а только б. или м. сероватые (тупые). Задача наибольшего приближения к действительным цветным тонам многоцветного оригинала разрешается гл. обр. правильным подбором трех П. к. для отдельных случаев трехкрасочной печати. Для воспроизведения графич. изображений, в к-рых преобладают зеленые цветные тона, наилучшие результаты достигаются применением зеленовато-желтой и зеленовато-синей. При воспроизведении изображений с преобладанием фиолетовых цветных тонов, целесообразно вести печать синева-красной и фиолетово-синей; а при преобладании оранжевых тонов—желтовато-красной и красновато-синей и т. д. Дальнейшее

уменьшение потерь м. б. достигнуто только путем дополнительного печатания красками других цветных тонов, не получающихся в смешанном примененных раньше. Практически, полный подбор П. к. для всех случаев многоцветной репродукции с наименьшими качественными потерями должен содержать по 4—6 П. к. каждого основного тона. Пигменты для трехкрасочной печати трудно подобрать не только в отношении чистоты основного цветного тона и его яркости, но и в отношении насыщенности. Все наличные пигменты обладают неполной насыщенностью цветного тона (разбавлены белым); насыщенность уменьшается еще более введением связующих веществ. Тем не менее трехкрасочная печать дает практически удовлетворительные результаты в отношении светлых цветных тонов за счет пробелов бумаги. Но в отношении темных тонов получаются сравнительно с оригиналом нек-рые потери, т. к. смешение П. к. трех основных тонов дает не черный, а серый цвет. Поэтому трехкрасочная печать требует нередко дополнительной четвертой печати нейтрально-черной или, вернее, серой П. к. Прозрачность П. к. трехкрасочной печати д. б. высокая, чтобы при совпадении двухкрасочных растровых точек разного цветного тона получался правильный, полный цветной тон. Как общее правило П. к. трехкрасочной печати д. б. согласованы со светофильтрами, применяемыми для разделения цветов при изготовлении клише. Оптич. качества пигментов зависят от исходного сырья, способов изготовления и аккуратности в работе. Готовые пигменты также должны контролироваться на цветной тон и его интенсивность, светопрочность, водопрочность и структуру. От структуры зависят как печатные, так и оптич. свойства П. к. трехкрасочной печати. В среднем, П. к. трехкрасочной печати д. б. рассчитаны на мелованную бумагу. Характер и скорость закрепления П. к. трехкрасочной печати имеют громадное значение. Впитывание д. б. ограниченным, т. к. оно уменьшает насыщенность и прочность графич. элементов. Если предыдущая печать еще не высохла, то при последующей печати краска переносится на поверхность печатной формы и цветная тональность репродукции исказится. Если же предыдущая печать слишком пересохла и дала гладкую пленку (что бывает б. ч. с хромовыми желтыми и милори), то последующие П. к. не ложатся нормально. П. к. трехкрасочной печати должна сохнуть до определенной степени и ее высыхающая способность д. б. подогнана под условия работы. Правильный выбор связующего вещества играет в этом отношении доминирующую роль, равно как и прибавление сикатива, соответственно сикативным свойствам пигмента.

Специальные П. к. Во многих случаях кроме обыкновенных черных и цветных П. к. требуются иногда П. к. с особыми свойствами: матовой пленки или блеска и глянца; максимальной прозрачности или укывистости; двойного тона и т. п. Получение таких эффектов достигается изменениями в рецептуре. Такими специальными П. к. являются двутоновые, тоновые, матовые,

блестящие и глянцевые, кроющие, прозрачные, бронзовые и грунтовые под бронзу. Двутоновые П. к. применяются для получения с одной П. к. и в один прокат красочных эффектов, достигаемых печатью двумя П. к. и в два проката (см. *Типографское дело*). Двутоновая П. к. должна иметь основную цветной тон (напр. черный) и вторичный (напр. коричневый, синий и т. п.). Двутоновые П. к. бывают б. ч. черные, синие, коричневые; теоретически возможны любые сочетания основных и дополнительных цветных тонов. Для нормального эффекта вторичного тона П. к. должна сохнуть довольно медленно, а впитывание П. к. должно идти лишь до определенной степени. Влажная бумага и повышенная темп-ра способствуют усилению двутонового эффекта и могут вызвать даже просвечивание связующего вещества на оборотную сторону оттиска; такое же явление м. б. и при слишком впитывающей бумаге и П. к., чрезмерно впитывающейся или медленно сохнущей. Тоновые П. к. представляют цветные П. к., сильно разбавленные белилами, и применяются для выполнения фоновой подводки под печать другой П. к. нормальной насыщенности, напр. для дуплекса, и т. п. (см. *Типографское дело*). Белилами разбавляются как чистые пигменты, так и смеси их. Разбелом служат как прозрачные, так и кроющие П. к., в зависимости от оптич. свойств пигмента и назначения тоновой П. к. Тоновые П. к. на мишвейсе, гидрате окиси алюминия и др. прозрачных белилах имеют более чистые (яркие) цветные тона и дают матово-блестящую поверхность красочного слоя. Связующим веществом предпочтительнее брать льняную олифу. Матовые П. к. получают усилением процесса закрепления П. к. за счет впитывания и ослабления процессов окисления и осмоления, а также применением связующих веществ, дающих по высыхании матовую, а не блестящую пленку (напр. древесное, смальное, вазелиновое и др. минеральные масла). Нек-рые пигменты (магнезия, мел) и добавки (гидрат окиси алюминия, кизельгур, воск и т. п.) способствуют образованию матовой пленки. Готовая П. к., обладающая нек-рым блеском, м. б. сделана матовой прибавлением соответствующих паст или отводов. Блестящие П. к. (глянцевые) дают лучшие эффекты блеска на плотной, слабо впитывающей бумаге. Применяют предварительную грунтовую печать чистой олифы или двукратную печать одной и той же П. к. Некоторые вещества, введенные в П. к., усиливают блеск красочного изображения и при известной пропорции могут довести его до глянца; например 5—10% раствора твердых смол, крепкой олифы, сильно работающей сикатив (например льнянокислый кобальт). Грубая структура пигментов уменьшает блеск пленки П. к.

Кроющие П. к. необходимы во многих случаях печати на окрашенных бумагах (обложка), для получения насыщенных больших площадей на белой бумаге или для последовательной печати краска на краску, чтобы предварительное нанесенная на П. к. не просвечивала. Для изготовления крою-

щих П. к. необходимо подбирать пигмент и связующее вещество такими, чтобы они обеспечивали наибольшую кроющую силу (наиболее кроющую смеси получаются при наибольшей разнице коэф-тов преломления пигмента и связующего вещества). Повышение кроющей силы м. б. достигнуто прибавлением кроющего пигмента, напр. белил, если осветление цветного тона не имеет значения. Наименее осветляют цинковые белила и бланфикс. Прозрачные П. к. должны допускать просвечивание бумаги или другой П. к., напечатанной под ней; соединение цветных тонов прозрачной П. к. с цветными тонами бумаги и другой П. к. дает требуемый эффект. При печати краска на краску получаются различные цветотональные эффекты в зависимости от степени прозрачности и порядка нанесения П. к. Эффект зависит также и от толщины слоя П. к. и от интенсивности его цветного тона. Прозрачные П. к. должны быть составлены путем подбора пигмента и связующего вещества с наиболее близкими коэффициентами преломления. Наиболее прозрачными являются каменноугольные лаки, осажденные на гидрате окиси алюминия. Желтые, оранжевые и красные более прозрачны, чем зеленые, синие и фиолетовые. Все пигменты с пониженной яркостью мало прозрачны и, чем они тусклее, тем менее прозрачны. Бронзовые П. к. обычно изготавливают на связующих веществах высокого уд. веса и высокой вязкости (средняя и крепкая льняная олифа и растворы твердых смол в них же) и на металлич. порошках самой мелкой структуры. Печать бронзовыми П. к. более гигиенична, чем припудривание, но мало применяется, т. к. бронзовые П. к. еще не обеспечивают хорошей печати; способы их изготовления мало проработаны и мало известны. Бронзовые П. к. дают меньший блеск графическому изображению, чем припудривание, т. к. частицы бронзы не лежат б. или м. свободно на поверхности слоя грунтовой П. к., а утоплены в связующем веществе. Кроме того частицы бронзы в бронзовой П. к. гораздо мельче, чем частицы бронзы для припудривания, а потому они менее блестящи и слабее кроют. Так как частицы бронзы с течением времени б. или м. тускнеют от действия жидкого связующего вещества, то бронзовые П. к. затираются не в запас, а лишь незадолго до печати. Грунтовая, под бронзу, П. к. служит для закрепления бронзовых порошков, к-рым припудривается графич. изображение, напечатанное грунтовой П. к., пока она еще не высохла. Для припудривания применяют тонкие и средней тонкости металлич. порошки. Чем они крупнее, тем более липкой д. б. грунтовая П. к., иначе бронза будет слетать. Пигменты грунтовой П. к. не должны содержать свинца, серы или действовать химически на бронзу. Для золотистых бронз берут terra-di-сиенна, охру разных тонов и т. п.; для белых бронз—цинковые и др. несвинцовые белила. Свинец со многими сортами бронзы, к-рые отбеливаются сернистой к-той, дает черный сернистый свинец. Закрепление должно идти за счет окисления, а не впитывания. Наилучшим связующим

веществом служит крепкая льняная олифа. Для увеличения липкости и ускорения высыхания на очень плотных и глянцеваых бумагах вводят специальные (самые крепкие) олифы. Для смягчения вводится средняя олифа, а для смягчения и укорачивания, напр. при работе на слабо проклеенных и шероховатых бумагах—воск, венецианский терпентин или гарпиус. При бронзировании многоцветных оттисков необходимо правильно подбирать высыхающую способность всех П. к., применяемых для выполнения печати, чтобы не было запудривания других П. к. кроме грунтовых и чтобы грунтовая краска могла ложиться на предыдущие, если это надо. Водные П. к. для типографской печати стали изготовлять последние годы за границей; они позволяют дать особые эффекты печати: полную матовость слоя, наибольшую яркость и интенсивность (вследствие нейтральных оптич. свойств связующего вещества), а также и максимальную кроющую силу (вследствие низкого коэф-та преломления связующего вещества). Недостатки: смывание печати при увлажнении бумаги. Печать производится с металлич., резиновых (вулканизированных) и т. п. печатных форм; закрепление происходит за счет впитывания и испарения в продолжение 15 мин., поэтому печать возможна не на всех бумагах. Составные части связующего вещества неизвестны в точности; входят декстрин, крахмалы, глицерин, казеин и т. п.

Литографские П. к. изготавливают теми же приемами, что и типографские. Принимая во внимание, что печатание производится с увлажненной печатной формы, что вследствие плоской поверхности печатной формы получается большое сцепление поверхности бумаги с поверхностью формы и что литографские печатные машины работают на меньших скоростях, литографские П. к. должны быть более густыми. Присутствие воды требует применения пигментов, к-рые «не идут на воду», а связующие вещества не должны эмульгироваться. Поэтому наиболее пригодные связующие вещества—жирные (напр. полимеризованные) олифы. Продукты олифы и др. связующие вещества с содержанием свободных жирных кислот вызывают ослабление перевода и дают тон (сбоят). Искусственные смоляные олифы не должны обладать способностью эмульгироваться; по этой же причине нужно избегать введения в литографскую П. к. значительного количества керосина, в особенности при больших тиражах. Сикатива в литографских П. к. берут мало или совсем не берут. Литографские П. к. наносятся более тонким слоем, чем типографские, и поэтому они д. б. более насыщенными в отношении цветного тона. Черные литографские П. к. изготавливают различно, в зависимости от характера печатной формы. Нормальная черная литографская П. к. для печатных машин изготавливается для печати штриховых графич. изображений, выполненных на камне литографской тушью (пером и кистью). Она называется перовой (контурной) П. к. и должна давать интенсивные и равномерно насыщенные графич. элементы, обладая большой кроющей силой. Сажки вводят 40—

60%; олифа берется средняя или смесь ее со слабой, в зависимости от количества сажи и условий печати. Для печати с форм, выполненных литографским мелом, используется т. н. меловая П. к. Она состоит из 35—50% сажи и 50—65% средней и крепкой олифы: для получения мелового эффекта вводят 20—30% отмыченного мела или магнезии. Для печати с гравированных камней изготавливается гравюрная П. к. на слабой олифе, очень мягкой и жирная. Подкраской литографской П. к. служит милори. Цветные литографские П. к. изготавливают на льняной олифе. Следует различать обыкновенные П. к. для плакатов, обложек, упаковки и т. п. и картографические и хромолитографские П. к. Последние должны отличаться не только наивысшей интенсивностью и яркостью, но также и наилучшими печатными свойствами. Переводные литографские печатные краски предназначены для получения на ручных станках переводных оттисков с литографских камней и др. печатных форм на специальную переводную бумагу (см. *Литография*). Оттиски эти затем перегискиваются на камень или цинк, где должны образовать грунт, не поддающийся травлению. Для последней цели в них вводят различные жирные вещества: твердое сало, мыло, воск, стеарин, олеин, спермадет и т. п. В отношении печатных свойств переводные краски должны давать четкие, резко контурные, полнонасыщенные графические элементы, не поддающиеся раздвиганию при вторичном перетискивании; иначе произойдут качественные потери. Печатные свойства даются обычным сырьем литографской П. к.—крепкой льняной олифой, а также смолами и воском. Смолы и воски кроме того дают оттискам свойство сохранять способность к переводу более продолжительное время. Для получения различных эффектов в переводную краску вводят, более или менее обоснованно: парафин, лавандовое и оливковое масло, венецианский и другие терпентины. Переводные краски или изготовляют специально из указанных веществ или же к нормальной черной литографской или иллюстрационной типографской П. к. прибавляют особые переводные составы. Иллюстрационные или литографские печатные краски должны быть изготовлены на чистой льняной олифе и содержать нормальное количество сажи. Простейший состав: хорошее говяжье сало, пчелиный воск и твердое мыло.

Офсетные П. к. д. б. рассчитаны на процесс печатания с увлажненной печатной формы, при наличии двойного переноса П. к. с печатной формы на резину и с резины на бумагу, что приводит к уменьшению слоя П. к. в $1\frac{1}{2}$ —2 раза по сравнению с литографской печатью. Первое обстоятельство требует П. к., не обладающей способностью растворяться, хотя бы и частично, в воде или эмульгировать с нею. Второе же требует от П. к. наивысшей интенсивности цветного тона и наивысшей кроющей силы. Большое значение имеет подбор пигмента и связующего вещества с наибольшей разницей в преломлении света. Для офсетных

П. к. пригодны только те пигменты, которые «не идут на воду» и обладают наивысшей интенсивностью цветного тона. Содержание пигмента в П. к. должно быть максимальным, поскольку это допускается консистенцией и печатными свойствами получаемой смеси. Поэтому нужны пигменты с низким коэффициентом маслопоглощения. Пигмент должен обладать тончайшей структурой; пигменты грубоструктурные уменьшают кроющую силу, а в процессе печатания отделяются от связующего вещества и наслаиваются на поверхности резинового полотна. Светопрочность пигментов для офсетных П. к. должна быть наивозможно высокой, т. к. при незначительности слоя П. к. уже небольшое выцветание ощутительно ослабляет интенсивность цветного тона. Из черных пигментов наиболее целесообразной оказалась газовая сажа с наибольшей кроющей силой, в количествах ок. 55—60%, и подкраска жирорастворимым красителем цвета, который наиболее углубляет черный тон данной сажи. Из цветных пигментов применяются: желтые лаки, аллизиариновые краплаки, синие кроющие и прозрачные лаки, фиолетовые, коричневые и т. п. Минеральные пигменты, вследствие их высокого уд. веса применяются в смеси с гидратом окиси алюминия. Наполнителями могут служить только прозрачные вещества. П. к. должна быть короткая и не липкая. Офсетная П. к. не д. б. жирной, иначе она будет давать тон и хвосте впитываться в бумагу, и не должна эмульгировать с водой. Наличие резинового полотна требует от П. к. отсутствия способности вызывать разбухание, размягчение и растворение резины. Чистое льняное масло и слабые и прудутые олифы не пригодны по этим причинам. Высыхаемость офсетных П. к. для печати на обычных сортах бумаги д. б. умеренной; только для бумаг жестких, сильно проклеенных и глазированных высыхаемость д. б. выше. Связующее вещество должно обладать способностью принимать большое количество пигмента и обладать низкой вязкостью. Поэтому средние и крепкие олифы не пригодны для офсетных П. к. Более пригодны, в среднем, слабые полимеризованные олифы. Рекомендуют также жемчужные олифы. Наиболее целесообразны композиционные олифы из натуральных или искусственных смол, растворенных в минеральных маслах и подходящих органич. растворителях, с прибавлением небольшого количества слабой льняной олифы. Прибавление вазелина, парафинового масла и т. п., даже в сравнительно небольших дозах, вызывает растекание П. к. по поверхности пластины и просвечивание. Вообще всякие добавки к готовой П. к. ослабляют интенсивность цветного тона, и рациональнее изготавливать офсетную П. к. соответственно условиям печати. Замес, затирка и отделка офсетных П. к. должны быть особенно тщательны, чтобы получить максимальную интенсивность слоя на бумаге. Бронзовые П. к. для офсета пока еще совершенно неприемлемы. Прозрачные, кроющие, грунтовые, тоновые и двутоновые П. к. для офсета изготавливают по тем же принципам, что и типографские, учитывая особенности офсетного процесса.

П. к. для тифдрука должны обладать свойствами, к-рые позволяют П. к. наполнять печатающие углубления, выгравленные в поверхностном слое печатного вала, при погружении вала в резервуар, наполненный П. к., а затем допускают б. или м. полное удаление избытка П. к. с поверхности пробелов посредством ракля. Для выполнения первой части задачи П. к. должны быть жидки и коротки. Для выполнения второй части задачи П. к. должны быть короткими и не иметь совершенно липкости. С другой стороны, при процессе печатания на бумагу наносит сравнительно толстые слои П. к., которые не могут высохнуть с достаточной скоростью только окислением; они высыхают в значительной степени и за счет впитывания в бумагу. Но даже и при высыхании за счет впитывания и окисления оно не сможет идти нормально при той консистенции, которая нужна для наполнения углубления и удаления избытка П. к. раклей. Поэтому применяются связующие вещества, которые частично улетучиваются в течение времени между удалением избытка П. к. с пробелов и высыханием ее на поверхности бумаги, а частично удаляются испарением уже на поверхности бумаги. Первые П. к. для тифдрука представляли водные суспензии пигментов; связующим веществом брали водные эмульсии, изготовленные из смоляных мыл (натровых) с добавкою картофельной муки и декстрина; из казеина с бурой; из щелочных растворов альбумина (щелочи, щелочные соли, соли сульфированных к-т и т. п.). Связующее вещество подкрашивалось водорастворимыми каменноугольными красителями. Пигментами черных П. к. для тифдрука служила сажа. Из цветных пигментов применялись преимущественно не содержащие растворимых в воде составных частей и прочные по отношению к щелочным связующим веществам. Недостатком водных П. к. является слабое закрепление красочно-графич. изображения на бумаге и легкое его смывание (от действия влажных пальцев). Поэтому были проработаны рецептуры и методы изготовления масляных П. к. для тифдрука. Связующее вещество их составляет из твердых сортов асфальтов и смол, растворенных в бензоле, толуоле и т. п. или их смесях, к-рые обеспечивают прочное закрепление пигмента на поверхности бумаги и дают нек-рый блеск. Из смол берут сирийский асфальт или гильсонит, грагамит, даммар или эфиры и соли к-т гарпюса. Смолы применяются, когда нужно сохранить яркость цветного тона пигментов, обычно притупляемую асфальтом. Если по условиям печати связующее вещество д. б. гуще или сохранять блеск, то часть летучих растворителей заменяется более трудно летучими: скипидаром, керосином и т. п. Если П. к. должна быть густой и матовой, то прибавляют магнезию, отмученный мед, гидрат окиси алюминия и т. п. Для получения цветного тона П. к. особенно применимы каменноугольные жирорастворимые красители, а затем лаки минеральные и земельные пигменты, сажи и черни. При выборе сырья для П. к. тифдрука и при их изготовлении следует обратить особенное вни-

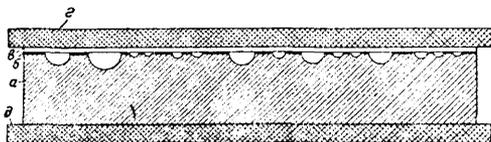
мание на то, что грубые частицы (песчинки, зерна пигмента и т. п.), вызывают в печати полосы. Связующее вещество изготовляют растворением (в бочках) отвешенных количеств смол и асфальтов в соответствующих растворителях. Растворы смол отфильтровывают через сукно и смешивают с красителями или пигментами. Красители растворяют предварительно в равном весовом количестве слабой или средней льняной олифы или в ином соответствующем веществе и вводят в связующее вещество на холоду или при нагревании; последнее дает большую глубину цветного тона и берегает краситель на 50%. Пигментов вводят 9—20%, с нек-рым наполнением магнезией в зависимости от уд. в. пигмента и требуемого цветного тона. В процессе печати в зависимости от глубины травления и впитывающей способности бумаги приходится ослаблять консистенцию разбавкой или цветной тон—разбелом. Разбавками могут служить растворители, а разбел изготовляется из магнезии и т. п. на указанном выше связующем веществе. Масляные П. к. на бензоле и т. п. огнеопасны и вредны для здоровья. П. к. тифдрука изготовляют как для ротационных машин, так и для листового наклада; последние изготовляются более медленно сохнущими и несколько гуще; консистенция П. к. тифдрука зависит гл. обр. от бумаги и глубины травления. Кроме смоляных и асфальтовых П. к. тифдрука за границей за последние годы начали вырабатывать нитроцеллюлозные П. к. тифдрука на специальных растворителях, вырабатываемых анилиновой промышленностью, или на смесях из амилacetата, эфира, бутилового acetата, этилового алкоголя, этилацетата и т. п. Они имеют преимущество более чистых тонов.

Лит.: Белый М., Цветные краски и их применение в печатном деле, П., 1926; Лапшин В. И., Краски печатные, М., 1930; Аниельмов В. И., Цветные краски и их тона, Л., 1926; Рейнке К., Что надо знать о высыхании печатных красок, «Полиграфическое производство», М., 1928, 8, стр. 35—36; Valenta E., Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe, B. 1—3, Halle a/S., 1914—22; Bock L., Die Fabrikation chemischer Buntfarben, Monographien über chemisch-technische Fabrikationsmethoden, hrsg. v. M. Wohlgemuth, B. 41, Halle a/S., 1927; Rubencamp R., Über Druckfarben, graphische Bibliothek, hrsg. v. Klimesch, B. 3, Frankfurt a/M., s. a.; Zerr St. u. Rubencamp R., Handb. d. Farbenfabrikation, 3 Auflage, B., 1922; Unruh A., Neues über Buchdruck, Lithographie u. Stempelfarben, «Kunststoffe», Mch., 1917, p. 289; Underwood N. and Sullivan T., The Chemistry a. Technology of Printing Inks, N. Y., 1915; Hader H., Handb. über d. Herstellung u. Verwendung d. Druckfarben, B., 1931; Würzburger O., Die Farben für graphische Zwecke, ihre Herstellung u. Verarbeitung, Frankfurt a/M., 1920; The Composition, Properties a. Testing of Printing Inks, Bureau of Standards, C. 53, Wash.; Grunewald W., Herstellung u. Verarbeitung von Druckpapieren, B., 1923; Wilborg Frank B., Printing Inks, N. Y., 1926; Tuttle J. B. a. Smith W. H., Analysis of Printing Inks, Bureau of Standards, T. 39, Wash.; Wagner H., Körperfarben, Stg., 1928; Curtiss C. A., Künstliche organische Pigmentfarben u. ihre Anordnungsgebiete, B., 1929; «Farben-Zeitung», B.; «Farbe u. Lacke», Hannover.

ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ предназначаются для печатания книг, газет, журналов, художественных репродукций и пр. Печатание производится путем механического нанесения краски на печатную форму (стереотип, набор, литографский камень и пр.) и передачи красочного оттиска с формы на бумагу.

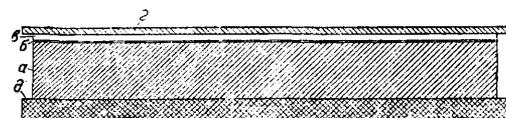
В статье рассматриваются машины, печатающие исключительно на бумаге и картоне.

Классификация П. м. I. В зависимости от характера воспроизводимой печати, а следовательно и характера печатной формы,



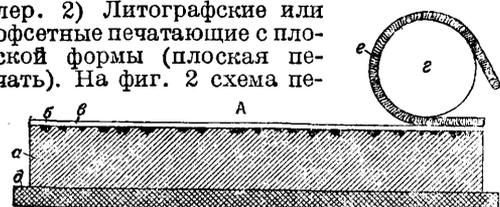
Фиг. 1.

П. м. подразделяются на три типа. 1) Типографские, в к-рых печатание производится с высокой формы. Наглядное представление



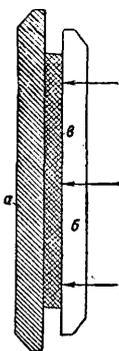
Фиг. 2.

этого способа печати (высокая печать) дает фиг. 1, где *a*—печатная форма, *б*—краска, *в*—бумага, *г*—пластина для отгиска, *д*—талер. 2) Литографские или офсетные печатающие с плоской формы (плоская печать). На фиг. 2 схема пещ



Фиг. 3.

чати этого типа, где *a*—печатная форма, *б*—краска, *в*—бумага, *г*—пластина для отгиска, *д*—талер. 3) Глубокой печати и металлографские, где печатная форма углубленная (фиг. 3, А—обозначения те же, но *г, г*—валцы, через которые под давлением прокатывается покрытая краской форма с наложенной на нее бумагой и покрытая сушном *е*; Б—лист бумаги, отпечатанный по 3-му способу и перевернутый отгиском вверх).



Фиг. 4.



Фиг. 5.

II. В зависимости от вида печатной формы и тела, при помощи которого осуществляется давление, все П. м., независимо от того, предназначены ли они для высокой, плоской или глубокой печати, делятся на

три следующие основные группы. 1) Машины тигельные (фиг. 4). В тигельных машинах форма *a* плоская и лист *в* накладывается на плоский же тигель *б*, при помощи к-рого он и прижимается к форме. К тигельным машинам относятся тигельные ручные прессы, американки и другие тигельные станки и машины. 2) Машины плоские (фиг. 5). В плоских машинах форма *a* плоская и давление производится при помощи цилиндра *б*. 3) Ротационные машины (фиг. 6), где форма *a* цилиндрическая и где давление производится также при помощи цилиндра *б*. К этой группе относятся все ротационные машины как высокой типографской печати, так и офсетной и глубокой печати.



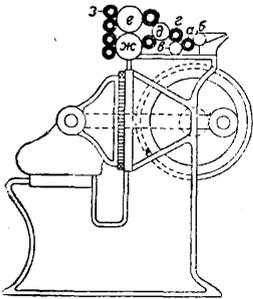
Фиг. 6.

А. Тигельные П. м. Тигельные прессы и машины делятся на следующие основные группы. 1) Тигельные прессы с тарелочным раскатным устройством: а) бостонки для ручного привода, б) бостонки для ножного и механич. привода, в) прессы с тарелочным красочным раскатным устройством и качающимся талером (пресс Гордона и *Либерти-пресс*, см.), г) прессы с тарелочным красильным раскатным устройством и движением тигля по кривой. 2) Тигельные прессы с цилиндрич. раскатным красильным устройством: а) прессы типа Галли, б) прессы с движением тележки, в к-рой укреплены накатные валики, по замкнутой кривой, в) прессы с автоматическими накладом и приемом.

Хорошее качество печати на этих П. м. (как впрочем и на других) обуславливается достаточным давлением (натиском) печатного цилиндра через бумагу на покрытую краской печатную форму при надлежаще приготовленной и приправленной форме и равномерным нанесением хорошо растертой краски на форму. Отсюда вытекают следующие требования к красочному аппарату: 1) питание печатной формы краской в достаточном количестве, 2) тщательное растирание краски, 3) равномерное распределение краски по печатной форме, 4) легкая регулировка красочного устройства в целом и давления накатных валиков на печатную форму в частности. Общая схема устройства красочного аппарата следующая.

Красочный аппарат состоит из красочного ящика (к и п с е й к и) и системы металлч. валиков и валиков из особой клеевой массы (см. *Вальцовая масса*). Краска закладывается в этот ящик и оттуда при посредстве металлч. валика, называемого дуктор, передается по дающему у массному валику. Толщина забираемого дуктором слоя краски регулируется путем приближения или удаления ножа красочницы от поверхности валика. В нек-рых тигельных машинах краска передается из красочного ящика на металлч. диск, где она растирается. Тарелочное устройство, наиболее примитивное, не дает достаточного и равномерного питания краской и при дальнейшем усовершенствовании красочного аппарата оно было заменено в машинах новой конструкции раскатными валиками. В кра-

сочных аппаратах этого типа (фиг. 7) подающий валик (из массы) *а*, прикасаясь к дуктору *б*, принимает на себя полосу краски, ширину к-рой можно в известных пределах



Фиг. 7.

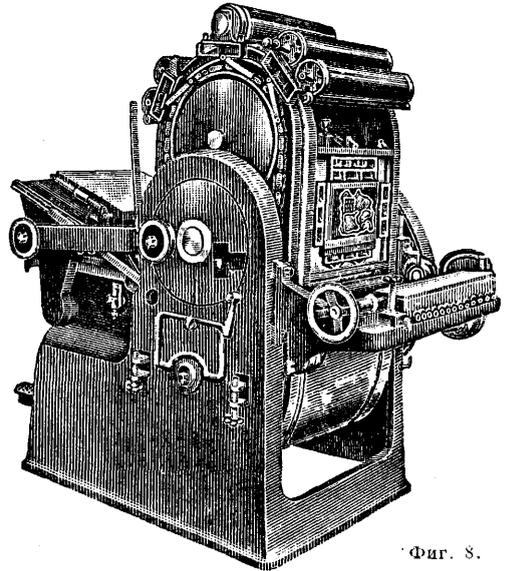
регулировать, и передает ее через железный растиратель *в* верхнему масленому валику *г*, под которым имеется еще и второй железный растиратель *д*, с верхнего масленого валика на голый медный *е* или железный цилиндр *ж*, а с него накатным валиком *з*. Нанесение краски на печатную форму производится этими (из вальцовой массы) накатными валиками. Движение накатных валиков в различных конструкциях тигельных машин различно. Наиболее примитивным устройством является движение сверху вниз. При этом валики максимальное количество краски отдают при первом своем обороте, т. е. верхней части формы, и т. обр. распределение краски идет неравномерно. Для устранения этого устраивают большее количество валиков, увеличивают их диаметр и устраивают накат и снизу, для чего часть валиков, взяв сверху краску, идут вниз вхолостую, а при обратном движении вверх прижимаются к печатной форме.

В нек-рых моделях имеется еще ряд усовершенствований. Кроме красильного аппарата над печатной формой, эти модели имеют два-три раскатных валика под формой. Все накатные валики, прокатившись по форме сверху вниз и достигнув крайнего нижнего положения, входят в соприкосновение с нижними раскатными валиками, к-рые тщательно раскатывают оставшуюся на них краску. Т. о. при своем обратном движении вверх накатные валики вновь проходят по форме, равномерно насыщенные краской. В нек-рых последних моделях делается попытка заменить прямолинейно-возвратное движение валиков круговращательным, при к-ром тележка с накатанными валиками совершает круговращательное движение вокруг талера и только в одном направлении. Накатные валики при этом проходят по большому раскатному цилиндру, вращающемуся в противоположном направлении, делают ряд оборотов по нему и покрывают тщательно растертой краской печатную форму (фиг. 8).

Получение достаточного натиска в тигельных П. м., где давление происходит одновременно по всей площади формы, представляет большие требования к прочности машин. Если в среднем считать удельное давление на форму в тигельных машинах при печатании с набора, т. е. давление на 1 см^2 печатной формы в 10 кг и считать площадь печатной формы $30 \times 40 \text{ см}$, то мы получим необходимую силу давления в 12 т , а при площади $41 \times 59 \text{ см}$ $\sim 24 \text{ т}$. Тигельные печатные машины получили широкую известность под названием *американки* (см.).

Б. Плоские П. м. Основные типы плоских П. м. в зависимости от характера движения талера и печатного цилиндра делятся на машины: 1) с останавливающимся печатным цилиндром, или так наз. машины со стоп-цилиндром, 2) двухоборотные П. м. с непрерывно вращающимся печатным цилиндром, 3) машины с качающимся цилиндром, 4) машины однооборотные с непрерывно вращающимся печатным цилиндром. В настоящее время строятся и применяются в полиграфич. производстве плоские типографские машины почти исключительно двух первых типов, т. е. с останавливающимся печатным цилиндром и двухоборотные.

В зависимости от количества отпечатываемых красок плоские П. м. делятся на: 1) однокрасочные, если машина за один рабочий ход наносит на бумагу только одну

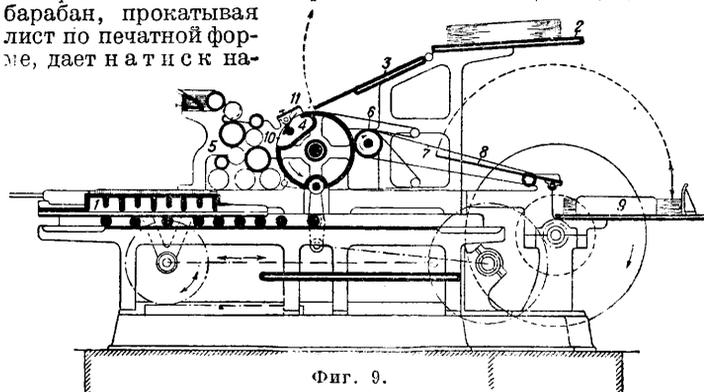


Фиг. 8.

краску; 2) двухкрасочные и многокрасочные, если машина за один рабочий ход наносит на бумагу две и большее количество красок, 3) на плоские П. м., печатающие с лица и оборота за один рабочий ход машины.

Основные части всякой плоской типографской П. м. следующие: 1) талер, на к-ром помещается форма; 2) печатный цилиндр, на к-рый накладывается лист и при помощи к-рого получается оттиск; 3) красочное устройство; 4) устройства для накладки и приемки листов бумаги; 5) механизм движения и 6) станина машины. Процесс печатания на всех плоских машинах состоит в следующем. На талер *1* (фиг. 9) кладут печатную форму, состоящую из сверстанных полос (см. *Верстка*), заключенных при помощи марзанов и заклочек и закрепленных упорными болтами. Талер с закрепленной на нем печатной формой совершает прямолинейно-возвратное движение. На накладной стол *2* кладут бумагу. По накладной доске *3* лист бумаги продвигается до клапанов на печатном барабане. Подача листа производится либо вручную на *к л а д ч и к о м* либо автоматически особым аппара-

том — само наладчиком. Печатный барабан 4 при своем движении захватывает лист и прокатывается по печатной форме. К этому моменту печатная форма уже пройдет под накатными валиками красочного аппарата 5 и закатается краской. Печатный барабан, прокатывая лист по печатной форме, дает на тиск на-



Фиг. 9.

столько сильный, чтобы все отдельные элементы печатной формы дали надлежащий, вполне ясный, но не чрезмерно сильный оттиск. Пройдя над печатной формой, бумажный лист выпускается клапанами и, поддерживаемый верхними и нижними тесемками, он передается на выводной барабан 6, а с него выводными тесемками 7 на выкладывательные лучинки 8. Эти последние выкладывают лист на приемочный стол 9.

Для приведения в движение талера и печатного цилиндра со времени изобретения П. м. были испытаны самые разнообразные механизмы и только немногие из них получили широкое распространение. В П. м. с останавливающимся цилиндром талер приводится в прямолинейно-возвратное движение от главного приводного вала или при помощи кривошипно-шатунного механизма или же при помощи механизма круговращательного движения. В том и другом случае скорость талера от нуля в мертвом положении постепенно повышается до максимальной величины, затем снова постепенно уменьшается и доходит опять до нуля в другом мертвом положении. При обратном ходе скорость талера изменяется точно таким же образом. Необходимо, чтобы окружная скорость печатного цилиндра во время самого печатания, т. е. в тот период, когда форма проходит под печатным цилиндром, в точности равнялась скорости талера, так как иначе, благодаря скольжению, получалось бы смазывание печати. Поэтому печатный цилиндр в машинах с остановом при рабочем ходе приводится в движение при помощи зубчатой рейки, укрепленной на талере, и т. обр. окружная скорость его должна точно соответствовать скорости движения талера. При обратном холостом ходе талера цилиндр, уже не сцепленный с рейкой талера, стоит неподвижно, причем в части его, обращенной в это время к форме, имеется выемка для свободного пропуска последней.

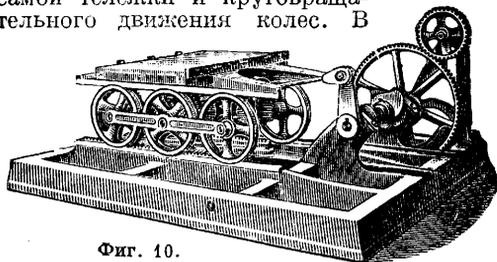
В двухоборотных П. м. талер приводится в движение при помощи непрерывно вращающегося зубчатого колеса, попеременно сцепляющегося то с верхней рейкой талера,

то с нижней, благодаря чему талер движется то в одну, то в другую сторону, причем на рабочем участке пути имеет постоянную скорость. Печатный цилиндр этих машин непрерывно вращается в одном направлении, делая один оборот во время рабочего

хода талера и второй оборот во время обратного, холостого хода, причем для пропуска формы в обратном направлении он несколько приподнимается. У машины с качающимся цилиндром цилиндр, сцепленный с рейкой талера, вращается то в одну, то в другую сторону. У П. м. однооборотных талер приводится в движение таким же механизмом, как и у машин двухоборотных, печатный же цилиндр большого диаметра вращается непрерывно в одном направлении и делает один оборот за то время, в

кое талер совершает рабочий и холостой ход. Для пропуска формы при обратном ходе талера соответствующая часть цилиндра делается несколько меньшего радиуса.

П. м. с останавливающимся цилиндром. Познакомимся с распространенным у нас типом П. м. с простым ж.-д. ходом (фиг. 10). При помощи кривошипа и шатуна тележка, имеющая 2, 3 или 4 пары колес, движется по рельсам то в одну, то в другую сторону. Колеса имеют зубчатые венцы, при помощи которых они сцеплены снизу с неподвижными рейками, укрепленными в станине рядом с рельсами, и сверху с зубчатыми рейками, укрепленными на нижней стороне талера. Так. обр. талер получает прямолинейное возвратное движение за счет поступательного движения самой тележки и круговращательного движения колес. В



Фиг. 10.

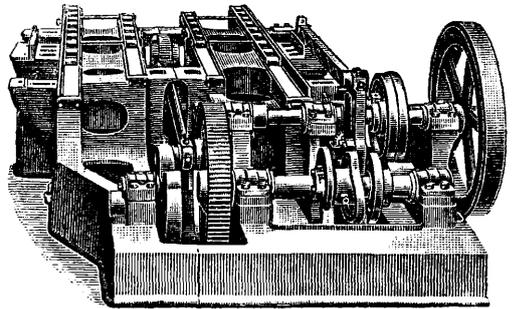
старых конструкциях машин с остановом печатного барабана талер опирался исключительно на гладкие обода колес тележки, т. е. имел всего четыре, шесть или восемь точек опоры. Печатный цилиндр, при помощи имеющегося на нем зубчатого венца, сцепленного с зубчатой рейкой, укрепленной на верхней стороне талера, вращается при рабочем ходе талера. В конце рабочего хода сцепление между цилиндром и талером прекращается, т. к. в зубчатом венце цилиндра в этом месте отсутствует ряд зубцов, в то же время при помощи описанного ниже механизма печатный цилиндр останавливается, остается неподвижным в течение всего холостого хода талера, а затем при начале рабочего хода опять при помощи того же

механизма вводится в сцепление с зубчатой рейкой талера и начинает вращаться. Механизм этот имеет следующее устройство. На непрерывно вращающемся валу, делающем один оборот за то время, в которое талер совершает рабочий и холостой ход, насажен двойной эксцентрик. Этот эксцентрик дает движение тяге, соединенной с одним плечом двуплечного рычага, второе плечо которого заканчивается вилкой. В эту вилку и попадает палец, укрепленный на боковой стенке печатного цилиндра. Вместе с вилкой печатный цилиндр продолжает некоторое, очень непродолжительное время двигаться, затем останавливается, и только в начале рабочего хода эта вилка вводит его в сцепление с зубчатой рейкой талера. На печатном цилиндре имеются две выемки 10 и 11 (фиг. 9), по всей его ширине. В одной из них размещены зажимная штанга для покрышек (декеля цилиндра) и штанга с клапанами, захватывающими наложенный лист. В другой выемке находятся штанги, при помощи которых покрышки натягиваются.

Кроме описанного типа машин, с простым ж.-д. ходом, имели большое распространение машины с останавливающимся цилиндром, у которых талер приводится в движение при помощи т. н. механизма круговращательного движения. Сущность механизма заключается в следующем: имеется большое, неподвижно укрепленное в станине машины колесо, снабженное с внутренней стороны зубьями. По внутренней окружности его перемещается зубчатое колесо, диаметр которого в 2 раза меньше. При этом каждая точка окружности малого катящегося колеса будет иметь прямолинейно-возвратное движение и совершает путь, равный диаметру большого колеса. С движением одной из точек на окружности малого зубчатого колеса и связано, при помощи пальца и тяги, движение талера. Талер у машин этого типа старой конструкции скользит по пинам. В остальных машинах с круговращательным движением ничем не отличаются от машин с простым ж.-д. ходом.

Описанные старые конструкции машин с останавливающимся цилиндром имеют ряд недостатков: так, у машины с простым ж.-д. ходом талер, опираясь всего на 4, 6 или 8 точек, не может выдерживать сколько-нибудь большого давления и прогибы его неизбежны; кроме того нужно отметить большую поверхность износа рельсов — полозьев фундамента и талера; машины же с круговращательным движением, благодаря скользящему ходу талера и отчасти благодаря громадности самого механизма, дают очень малую производительность. Современные конструкции машин с остановом цилиндра отличаются от описанных старых главн. обр. тем, что талер у них опирается на малого диаметра закаленные ролики, расположенные в большом количестве на 2 или 4 и даже в больших машинах на 6 колеях (фиг. 11). Все эти ролики соединены в общей раме и имеют принудительное движение, совершая половину пути талера. Т. о. трение между талером и пинами доведено до минимума и, что особенно важно, талер имеет надежную опору, обеспечивающую его от прогибов.

В настоящее время из машин с остановом строятся главн. обр. машины с кривошипным механизмом; машины с круговращательным механизмом строятся лишь в небольшом количестве, причем последние, так же как и первые, делаются с роликовым движением. Из других основных частей машины претерпели значительное изменение, по сравнению со старыми конструкциями, наклад и выводное устройство для бумаги и отчасти красочный аппарат. При подаче бумаги устройство передних марок почти на всех современных машинах с останавливающимся цилиндром состоит из двух частей: 1) собственно передние марки, укрепленные на особых язычках, помещаются в выемке цилиндра на отдельной штанге; 2) вторая часть служит для удерживания в верном положении листа, упирающегося в передние марки, до тех пор, пока лист не будет захвачен клапанами печатного цилиндра. Эта часть устройства необходима для устранения сдви-



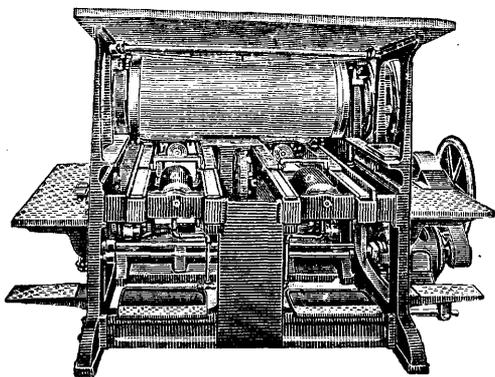
Фиг. 11.

гов, а следовательно и неточности регистра. Она состоит из штанги, укрепленной в боковых стенках машины; на штангах имеется ряд хомутиков с язычками (металлич. полосками). У старых машин эта вторая часть и служила в качестве передних марок. Как только клапан печатного цилиндра захватит лист, штанга с передними марками поворачивается, причем марки опускаются в выемку печатного цилиндра. Штанга же с придерживающими язычками поворачивается так, что язычки поднимаются. Боковые размеры, необходимые для правильной установки бумажного листа по ширине машины, иногда делаются подвижными и тогда они сами придают верное боковое положение листу, положенному к передним маркам. Большим недостатком машин с останавливающимся цилиндром является вывод листов печатно книзу при помощи тесемок, вследствие чего неизбежны помарки. Для устранения этого некоторые з-ды П. м. покрывают особой зернистой массой лучинки и выводной валик; с другой стороны, идут иным путем, а именно устраивают вывод листов вперед, печатно кверху. Один из самых распространенных механизмов действует таким образом: клапаны не отпускают печатный лист до тех пор, пока цилиндр не остановится, т. е. до тех пор, пока клапаны не подойдут к накладному столу. В это время к переднему краю листа подходит штанга с клапанами, при помощи которых лист, отпущенный клапанами цилиндра, захватывает-

ся и отводится на тесемки. Хотя отдельные механизмы машин с остановом цилиндра, по сравнению со старыми конструкциями, по существу почти не изменились, в целом современные машины ушли далеко вперед и по производительности (машины средних и малых размеров дают до 1 800—2 000 оттисков в час) и по удобству обслуживания и по качеству печати. Все это можно только объяснить тщательной проработкой и выполнением всех конструкций деталей.

Из нововведений нужно отметить привод с угловым (шевронным) зубом, что дает спокойный бесшумный ход, подшипники с кольцевой смазкой, допускающие смазку раз в течение нескольких недель; талер и печатный цилиндр шлифуются с точностью до $\frac{1}{200}$ мм, чем облегчается приправка; часто расположенные регулировочные винты красочного аппарата занумерованы, соответственная же нумерация имеется и на приемном столе, т. е. правильная подача краски м. б. очень быстро установлена. Особенно большое внимание обращается на устойчивость станины, на прочность талера и печатного цилиндра. Печатный цилиндр снабжается кольцевыми шинами, которыми он всегда опирается на шины талера. Этим устраняется усиленное изнашивание краев формы при входе ее под натиск и при выходе изпод натиска. С другой стороны, такое устройство исключает слишком глубокую посадку печатного цилиндра, а следовательно и неправильность зацепления между зубчатым венцом печатного цилиндра и зубчатой рейкой талера. Особые направляющие не допускают бокового смещения талера. В машинах средних и больших размеров печатные цилиндры снабжаются концентрически действующими тормозами. Это делается для достижения бесшумного и надежного останова печатного цилиндра. На машинах малого размера применяется ordinaria зубчатая передача от приводного вала к кришшину, чем достигается экономия в расходуемой энергии.

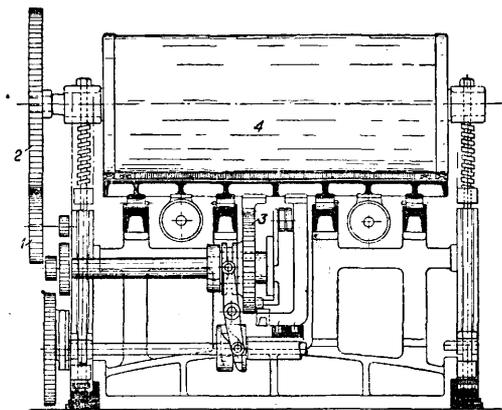
Двухоборотные машины. Все увеличивавшиеся требования к П. м. в отноше-



Фиг. 12.

ний их производительности и точности работы привели в конце прошлого века к созданию нового типа т. н. двухоборотных машин. Всякая машина с останавливающимся печатным цилиндром имеет ряд существен-

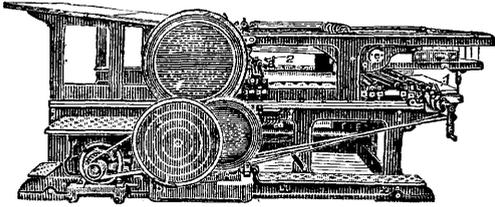
ных недостатков, зависящих исключительно от самой конструкции. Из них нужно отметить необходимость преодоления большой инерции печатного цилиндра при каждом обороте, вследствие чего неизбежен усиленный износ частей машин, связанных с движением печатного цилиндра; ненадежную работу ловящего механизма (части которого, особенно двойной эксцентрик, сильно подвержены износу и являются причиной



Фиг. 13.

стук и беспокойного хода машины) и неравномерность хода и вывод листов печатно вниз. В двухоборотной машине все перечисленные недостатки устранены, и хотя прямолинейно-возвратное движение, как и у всякой плоской П. м., имеет и здесь место, но применением воздушных буферов *a* (фиг. 12) достигается относительно плавный перевод движущихся масс через мертвые точки. Печатный цилиндр у двухоборотных машин приводится в движение не от зубчатой рейки талера, как у машин с остановом, а имеет независимый от талера привод и вращается с постоянной скоростью в одном направлении, делая один оборот за рабочий ход талера и второй оборот за холостой ход, приподнимаясь для свободного пропуска формы. Промежуточное зубчатое колесо 1, укрепленное на главном валу, сцеплено с зубчатым венцом 2 цилиндра 4 (фиг. 13). На том же валу имеется зубчатое колесо 3, ведущее талер. Зубчатое колесо 3 может при помощи специального механизма (пальца, скользящего по направляющим) перемещаться вдоль оси и т. о. входить в сцепление то с верхней, то с нижней зубчатой рейкой талера. Вследствие того что зубчатое колесо, ведущее талер, непрерывно вращается в одном направлении с постоянной скоростью, при сцеплении его с верхней зубчатой рейкой талер движется в одну сторону, при сцеплении с другой, нижней рейкой, талер движется в обратную сторону, причем в обоих случаях скорость талера постоянна во все время, пока имеется сцепление, и равна окружной скорости печатного цилиндра. Перемена направления движения талера происходит таким образом: на ведущем талер зубчатом колесе имеется ролик. В тот момент, когда при приближении талера к мертвому положению зубчатое колесо, ве-

дущее его, передвигаясь вдоль оси, выводится из сцепления с одной из зубчатых реек талера, этот ролик, действуя как кривошип, заставляет талер замедлять свой ход соответственно своему движению, переводит его через мертвую точку. Затем талер на-

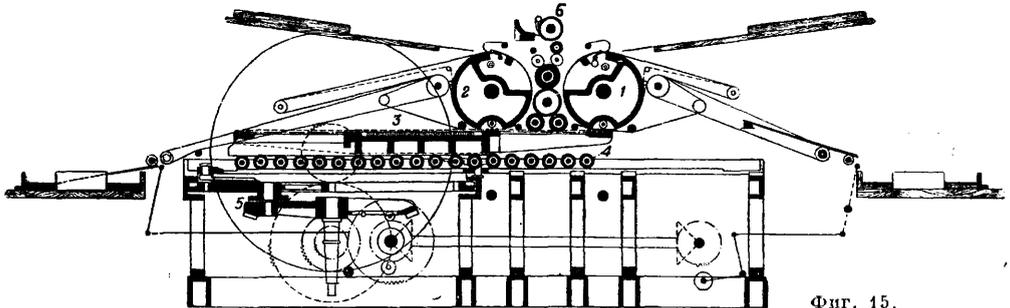


Фиг. 14.

чинает двигаться со все возрастающей скоростью в обратном направлении, и в момент, когда ведущее колесо входит в сцепление с другой зубчатой рейкой, ролик, до этого заключенный между кулисой и рамой талера, освобождается, т. к. кулиса отходит. Плавный перевод движущихся масс талера

также и с цилиндрич. красочным аппаратом, причем он делается также из двух частей: первая часть—для предварительного раската, вторая часть—накатная. Двухоборотные П. м. получают все большее распространение, и наравне с америк. з-дами, строящими исключительно двухоборотные машины, начали строить таковые и большинство немецких з-дов. У нас двухоборотные машины известны под именем машин «Миле»—америк. з-да, машины к-рого распространены у нас в Союзе.

Современные двухоборотные машины отличаются солидной конструкцией, точностью регистра, спокойным, плавным ходом даже при больших скоростях и больших размерах машин, удобством обслуживания. Производительность их выше, чем машин с останавливающимся цилиндром, т. к. они делают большее количество оттисков в единицу времени и строятся больших размеров. Максимальная площадь печатной формы для машин с останавливающимся цилиндром 16 065 см² при 1 100 оттисках в час,



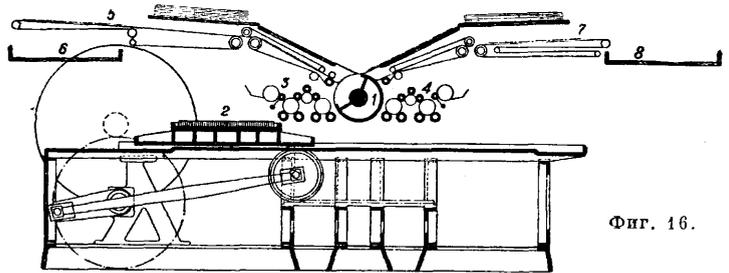
Фиг. 15.

через мертвые положения достигается применением воздушных буферов. На концах талера имеются поршни, к-рые при приближении талера к мертвому положению входят в цилиндры, укрепленные на станине, сжимая воздух. Талер опирается на большое количество закаленных роликов, расположенных в 2, 4 или 6 колеях. Ролики соединены в общей раме и имеют принудительное движение.

Обыкновенно двухоборотные П. м. имеют комбинированный красочный аппарат, состоящий из двух частей: а) раскатной части 1 и б) накатной части 2 (фиг. 14). В раскатной части краска передается подающим валком от дуктора на стол: раскатную доску, которая представляет собою одно целое с талером. В этом же конце машины над столом имеется ряд клеевых валков, которые при движении талера растирают на раскатной доске краску. Накатная часть, состоящая из двух-четырех накатных валков, двух или одного цилиндра и двух растирателей, расположена около печатного цилиндра. Раскатная доска, проходя под накатными валками, передает им краску, а они в свою очередь затем накатывают ее на проходящую под ними форму. Строятся эти машины

тогда как двухоборотные машины строятся с печатной формой до 21 900 см², при 1 600 оттисках в час.

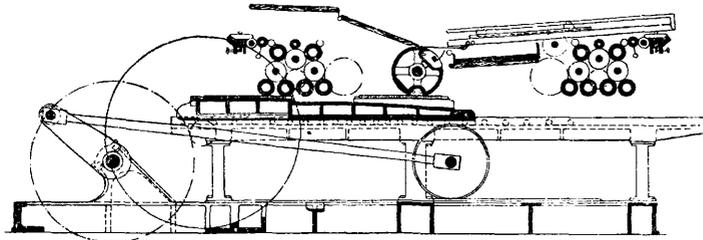
Сдвоенные машины—одни из старейших П. м.—в настоящее время имеются двух типов. 1) С двумя печатными цилиндрами и с одним красочным аппаратом между ними. На фиг. 15 дан схематич. продоль-



Фиг. 16.

ный разрез такой машины с круговращательным движением; 1 и 2—печатные цилиндры, талер 3 лежит на роликах 4 и приводится в движение круговращательным механизмом 5. При движении талера с укрепленной на нем печатной формой вправо печатный цилиндр 2 остается неподвижным. На печатную форму накатывается краска двумя накатными валками красочного аппарата 6 и получается оттиск от движения печатного цилиндра 1. При обратном движении талера останавливается печатный цилиндр 1 и за

счет движения цилиндра 2 получается второй оттиск. Этот тип двоястных машин в настоящее время не распространен. 2) С одним качающимся цилиндром. На фиг. 16 дан продольный разрез такой машины с кривошипным движением и двумя красочными аппаратами. Печатный цилиндр 1 постоянно сцеплен с рейкой талера 2 и при одном ходе талера вращается в одну сторону, при об-



Фиг. 17.

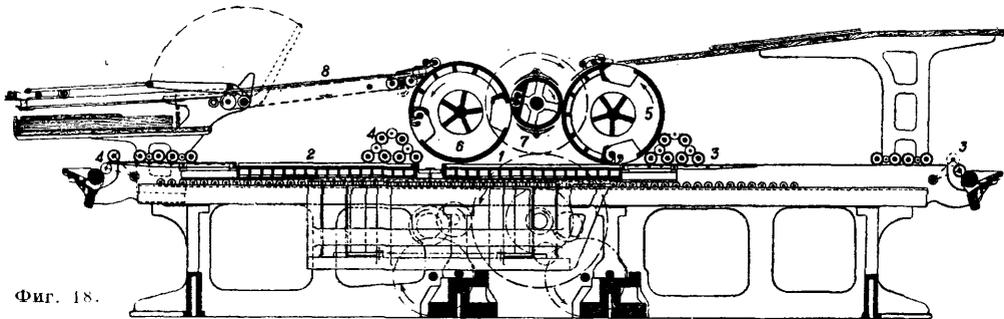
ратно—в другую. Машина имеет два красочных аппарата 3 и 4 по обе стороны цилиндра, два накладочных стола 5 и 7 и два приемных 6 и 8. Печатный цилиндр имеет две системы клапанов. Вывод листов делается или обыкновенный, как у машины с останком, или же передний, при помощи легкой тесемочной тележки.

Двухкрасочные машины. Для того чтобы получить двухкрасочный оттиск на обыкновенной однокрасочной машине, следует проделать целый ряд операций, а именно: отпечатать одну краску, затем вынуть печатную форму и заключить в машину другую печатную форму для второй краски, отпечатать вторую краску. Естественно, что у конструкторов машин явилась мысль соединить эту двойную печать в одну, отпечатывая две краски сразу, за один проход листа в машине. Поэтому двухкрасочная машина должна иметь два талера для помещения обеих печатных форм и два красочных аппарата для тех двух красок, к-рыми должен быть отпечатан оттиск. Что касается печатного цилиндра, то здесь имеются две конструкции. 1) Машины с одним печатным цилиндром (фиг. 17), делающим два оборота

остаётся неподвижным и для получения второго. Отрицательной стороной их является трудность приправки, т. к. приправку для обеих форм нужно сделать на одной и той же площади барабана. Эти машины относятся к машинам с остававшимся цилиндром, но во многих деталях отличаются от обыкновенного типа этих машин, т. к. печатный цилиндр делает 2 оборота за один рабочий ход талера. 2) Вторая конструкция—машины с двумя печатными цилиндрами. В этих машинах наложенный лист захватывается клапанами, находящимися на особой штанге, укрепленной на двух бесконечных цепях. Сделав с первым печатным барабаном один оборот и восприняв одну краску с первой печатной формы, прошедший под этим барабаном лист передается на дру-

гой цилиндр и, пройдя ту же операцию, выводится на приемный стол. На цепях находится несколько штанг с клапанами и при каждом обороте печатного цилиндра одна из них подходит к накладному столу для приемки очередного листа. Эти машины построены так же по принципу машин со стоп-цилиндром и в деталях не отличаются от П. м. этого типа, за исключением цепной передачи листа. Машины этого типа строятся также больше чем на 2 краски (4—5 красок).

Гораздо большего распространения, чем машины указанных выше двух типов, достигли двухоборотные двухкрасочные П. м. В этих машинах имеются два печатных цилиндра (фиг. 18). Лист накладывается на печатный цилиндр 5 и при его первом обороте получает оттиск с формы 1, получившей накат краски от красочного аппарата 3; затем лист при втором обороте печатного цилиндра 5 передается при помощи клапанов на передаточный цилиндр 7, а с него на второй печатный цилиндр 6. При обороте этого цилиндра бумажный лист воспринимает оттиск с печатной формы 2, прошедшей под красочным аппаратом 4, и выводится на приемный стол 8. Красочные



Фиг. 18.

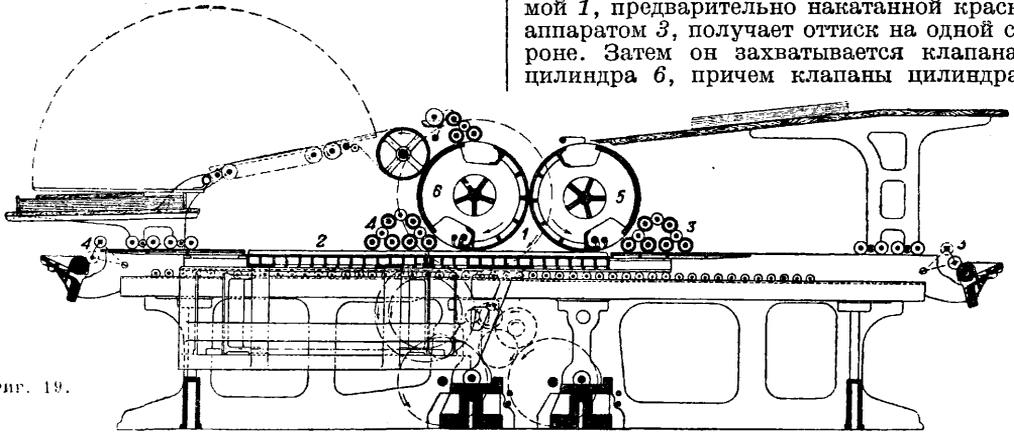
в течение рабочего хода талера. Т. о. при одном обороте цилиндр прокатывается по одному талеру и делает один оттиск, при втором обороте—по второму талеру со второй печатной формой и делает оттиск второй краски. Эти машины дают хорошее совпадение красок (правильный регистр), т. к. бумажный лист, получив первый оттиск,

аппараты этих машин делаются либо чисто цилиндрические либо комбинированные—цилиндрические со столовым раскатом. Благодаря передаче листа с одного цилиндра на другой без тесемок, при помощи передаточного барабана и клапанов, регистр достаточно точен. Движение талера и цилиндров происходит точно таким же образом,

как на однокрасочных двухоборотных машинах. Наиболее распространен американский тип этих машин.

Машины, печатающие с оборотом. В машинах этой конструкции бумажный лист отпечатывается с двух сторон

площадки и, будучи постоянно сцеплен с рейкой талера, вращается то в одну сторону, то в другую. В машинах с двумя печатными цилиндрами 5 и 6 (фиг. 19), представляющими как бы соединение двух двухоборотных машин, лист, наложенный на цилиндр 5, при обороте этого последнего проходит над формой 1, предварительно накатанной краской аппаратом 3, получает оттиск на одной стороне. Затем он захватывается клапанами цилиндра 6, причем клапаны цилиндра 5



Фиг. 19.

за один проход. Машины строятся с одним печатным цилиндром и с двумя. В машинах с одним печатным цилиндром лист накладывается снизу, получает при одном ходе талера печать с одной стороны; затем, при помощи тесемок на особом барабане, лист оборачивается и снова подводится к печатному цилиндру с другой стороны, отпечатывается с оборота и выводится на приемный стол. Печатный цилиндр имеет две приправочные

откроются только тогда, когда закроются клапаны цилиндра 6, и передается на этот последний. Совершив с ним оборот, лист воспринимает оттиск на своей оборотной стороне с печатной формы 2, накатанной краской красочным аппаратом 4.

Кроме описанных типов можно упомянуть о строящихся во Франции машинах, в которых лист двойного формата при одном ходе талера получает на одной половине листа пе-

Табл. 1.—Плоские однокрасочные типографские машины с останавливающимся печатным цилиндром.

Фирма	Название машин	№	Размеры максим. печатной формы в мм А×В	Площ. печат. форм. в см ²	Кол-во оттисков в час	Мощность мотора в л.с.	Вес в кг	А : В	Производит. машин в ч. в см ² отпечатанной площади
Кениг и Бауер	Хексе	II	590×420	2 478	2 100	—	2 000	1,40	5 203 800
		III	660×480	3 168	2 000	—	2 250	1,38	6 336 000
		IV	800×520	4 160	1 900	—	2 450	1,54	7 904 000
		V	850×560	4 760	1 800	—	2 650	1,52	8 568 000
Кениг и Бауер	Роллрениер	VI	974×610	5 941	1 750	—	5 050	1,60	10 396 750
		VII	990×610	6 039	1 700	—	5 100	1,62	10 266 300
		VIII	1 030×650	6 695	1 650	—	5 300	1,59	11 046 750
		IX	1 100×720	7 920	1 600	—	6 000	1,53	12 672 000
		X	1 260×780	9 818	1 500	—	6 150	1,62	14 727 000
		VII	990×610	6 039	1 500	—	—	1,62	9 058 500
		VIII	1 030×650	6 695	1 400	—	—	1,58	3 373 000
Кениг и Бауер	Крейсроллер	IX	1 100×720	7 920	1 400	—	—	1,54	11 038 000
		X	1 170×780	9 126	1 400	—	—	1,50	12 776 100
		XI	1 200×850	10 710	1 300	—	—	1,48	13 923 000
		XII	1 320×935	12 342	1 200	—	—	1,41	14 810 400
		XIII	1 475×985	14 419	1 200	—	—	1,50	17 302 800
		XIV	1 530×1 050	16 085	1 100	—	—	1,46	17 671 500
Иоганнисберг	Форвертс	2	500×690	3 450	2 500	1	8 300	1,38	8 625 000
		3	530×770	4 081	2 400	1	3 700	1,45	9 704 400
		3 1/2	580×820	4 756	2 300	1 1/2	4 100	1,23	10 938 800
		4	600×900	5 400	2 200	1 1/2	4 600	1,50	11 880 000
		6	650×1 000	6 500	2 100	2	5 500	1,54	13 650 000
		7	725×1 100	7 975	2 000	2 1/2	5 700	1,52	15 950 000
		7д	770×1 100	8 470	1 900	2 1/2	5 800	1,43	16 093 000
		8	790×1 200	9 480	1 800	3	7 000	1,52	17 064 000
		9	845×1 310	11 069	1 700	3	7 400	1,55	18 817 000
		9с	900×1 310	11 790	1 700	3	7 800	1,46	20 043 000
		AII	370×530	1 960	2 300	1	1 500	1,43	4 508 000
		AIII	420×580	2 440	2 100	1 1/2	1 700	1,38	5 124 000
		AIV	520×730	3 800	2 000	2	2 100	1,40	7 600 000
MAN	Терно	BVI	670×930	6 230	2 100	3	5 000	1,40	13 083 000
		CIII	700×1 070	7 490	2 000	3 1/2	7 100	1,53	15 830 000
		CIV	780×1 170	9 000	1 800	4	7 300	1,50	16 200 000
		HCV	1 010×1 430	14 450	1 500	7	11 700	1,42	21 675 000

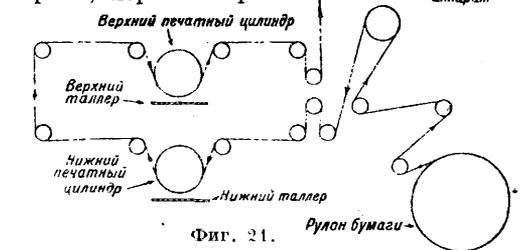
Табл. 2.—Двухоборотные плоские однокрасочные типографские машины.

Фирма	Название машин	№	Размеры максим. печатной формы в мм А×В	Площ. макс. печатной формы в см ²	Количество отливок в час	Мощность мотора в Н	Вес в кг	А : В	Производит. печатн. машин в ч. в см ² отпечатанной площади
Миле	Оригинал-Миле	4	648×940	6 100	2 200	2 1/2	5 820	1,45	13 420 000
		3	749×1 067	8 000	2 100	3	7 260	1,42	16 800 000
		2	825×1 168	9 620	2 000	3	7 640	1,42	14 240 000
		1	927×1 245	11 580	1 900	3 1/2	8 360	1,34	22 002 000
		2/0	1 016×1 321	13 430	1 800	4	9 450	1,30	24 174 000
		4/0	1 130×1 473	16 600	1 700	5	10 200	1,30	28 220 000
		5/0	1 130×1 549	17 500	1 700	5	10 550	1,35	29 750 000
		5/00	1 130×1 626	18 300	1 700	5	10 900	1,44	31 110 000
		6/0	1 231×1 626	20 100	1 600	7	13 100	1,32	32 160 000
		7/0	1 231×1 778	21 900	1 600	7	14 200	1,44	35 040 000
		VII	990×710	7 028	2 000	—	7 100	1,40	14 058 000
		VIII	1 030×750	7 725	1 900	—	7 400	1,37	14 677 500
		IX	1 100×820	9 020	1 850	—	8 600	1,34	16 687 000
		X	1 170×880	10 296	1 800	—	9 500	1,33	18 632 800
Кениг и Бауер	Штурмфогель	XI	1 260×950	11 970	1 700	—	10 100	1,33	20 349 000
		XII	1 320×1 035	13 662	1 500	—	10 800	1,28	20 493 000
		XIII	1 475×1 085	16 004	1 400	—	11 500	1,36	22 405 600
		XIV	1 530×1 150	17 595	1 300	—	15 200	1,33	22 873 500
		1	785×1 000	7 850	2 200	8	6 500	1,27	17 270 000
		2	826×1 000	8 260	2 000	3,5	7 200	1,21	15 500 000
Иоганнисберг		3	890×1 200	10 580	1 900	4	5 000	1,35	20 292 000
		4	960×1 250	12 000	1 800	5	9 300	1,30	21 600 000
		5	1 000×1 310	13 100	1 800	5	10 200	1,31	23 880 000
		6	1 050×1 400	14 840	1 700	6	11 500	1,32	25 928 000

часть с одной печатной формы, на второй—с другой, а затем, обернувшись около особого барабана, при обратном ходе талера отпечатывается с оборотной стороны при помощи тех же печатных форм, но так, что отпечаток с одной формы помещается на обороте отпечатка, полученного с другой формы, и на оборот. Описанные П. м. отличаются большой производительностью и предназначаются гл. обр. для печатания газет. Основные характеристики строящихся плоских П. м. указаны в табл. 1 и 2.

Полуротации. Среднее положение между плоскими П. м. и ротационными занимают полуротации, к-рые печатают на бумажной ленте, идущей с рулона, с лицевой и оборотной стороны. Кроме того эти машины снабжены резательными и фальцовочными ап-

паратами и т. о. дают уже сфальцованные листы. Полуротации д. б. разделены на два основных класса: 1) имеющие подвижные талеры и сконструированные на принципе обычных плоских П. м., 2) имеющие непо-

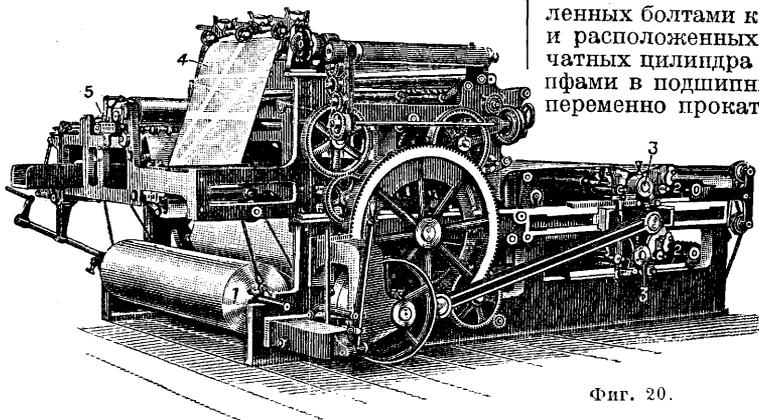


Фиг. 21.

движно закрепленные талеры и подвижные печатные цилиндры. Наиболее распространенными из указанного типа машин являются американские машины Дуплекс. Машина Дуплекс (фиг. 20) имеет два неподвижных талера 2, мертво закреп-

ленными болтами к боковым стойкам станины и расположенных один над другим. Два печатных цилиндра 3, покоящиеся своими цапфами в подшипниках общего ползуна, попеременно прокатываются над обоими талерами (верхний цилиндр над верхним талером и нижний над нижним талером). Непрерывная бумажная лента с рулона 1 пропускается между нижним талером и находящимся над ним печатным цилиндром и затем, огибая конец печатной машины, проходит над верхним талером и под верхним печатным цилиндром, от-

куда она направляется через воронку 4 к резательному и фальцовочному аппаратам 5. На фиг. 21 дана схема движения бумажной ленты от рулона бумаги до фальцовочного аппарата. Т. к. бумага с рулона



Фиг. 20.

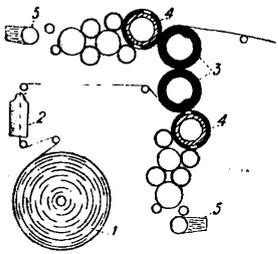
куда она направляется через воронку 4 к резательному и фальцовочному аппаратам 5. На фиг. 21 дана схема движения бумажной ленты от рулона бумаги до фальцовочного аппарата. Т. к. бумага с рулона

подается в машину непрерывно и равномерно и так же равномерно она направляется в фальцовочный аппарат, а в пределах печатной формы она имеет останов на нек-рый промежуток времени, то эти машины требуют чрезвычайно плотной и крепкой бумаги. Указанного типа машины дают от 5 000 до 6 000 двусторонних оттисков в час. Полу-ротации употребляются за границей гл. обр. для выпуска небольшого тиража вечерних газет, давая возможность в короткое время печатывать самые последние новости, т. е. печатание может происходить и непосредственно с набора.

В. Ротационные П. м. Общие сведения о конструкции ротационных П. м. Главной отличительной особенностью ротационных П. м. от плоских является цилиндрич. печатная форма. В то время как в плоских П. м. печатная форма плоская (будь то набор или стереотип), у машин ротационных печатная форма всегда цилиндрическая. Поэтому естественно, что печать производится всегда со стереотипа. Это имеет свои положительные стороны, так и отрицательные, — несколько удлиняя процесс подготовки к печати. Следующим важным, но не характерным признаком ротационных машин является печатание на рулонной бумаге. Как мы видели выше, печатание с рулона применяется на полуротациях (т. е. плоских машинах) и, с другой стороны, есть ротационные машины, печатающие на флатовой бумаге.

То обстоятельство, что в ротационной машине печатная форма цилиндрическая, дает большие конструктивные возможности. В то время как в плоских машинах конструктор должен сочетать круговращательное движение печатного цилиндра с прямолинейно-возвратным движением галера, имеющим две мертвые точки, в к-рых скорость движения должна падать до нуля, в ротационных машинах чисто ротационный принцип этих машин дает конструктору большие возможности. Поэтому конструкции этих машин достигли такого совершенства и дали такие огромные скорости и производительность (см. ниже).

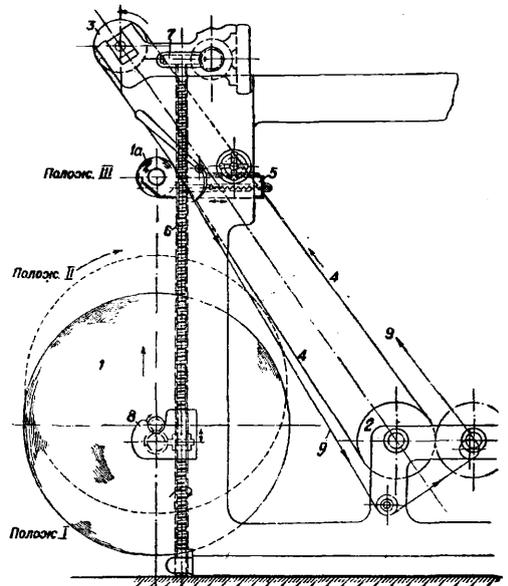
Общая схема однорольной ротационной П. м. изображена на фиг. 22, где 1—рулон бумаги, 2—аппарат для увлажнения, 3—



Фиг. 22.

печатные цилиндры, 4—формные цилиндры, 5—красочные аппараты с системой раскатных и накатных валков. Описание общей конструкции ротационных П. м. начнем в том порядке, в каком совершает свое движение бумага от рулона до сфальцованного оттиска. В ротационных П. м. формный и печатный цилиндры м. б. дано большое число оборотов—порядка пятисот в минуту в современных сверхбыстроходных газетных ротационных машинах америк. з-дов, и вполне понятно, что в этом типа машинах

большое значение приобретает ровная и бесперебойная подача бумаги. В старых конструкциях ротационных машин рулон с бумагой приводился во вращение тягой самой бумаги, т. е. бесконечная бумажная лента, зажатая между печатным и формным цилиндрами, двигалась поступательно их вращением. В этих конструкциях машин бумага подвергалась большому натяжению, что и давало частые разрывы бумажного полотна и не давало возможности цилиндрам делать больше 200 об/м. В современных конструкциях ротационных машин бумажные рулоны получают движение от широких резиновых или кожаных лент, соприкасающихся с их внешней поверхностью. Такого рода резиновые или кожаные ленты, дающие посредством трения движение рулону бумаги, приводятся в движение непосредственно от главного привода машины, приводящего в движение формный и печатный барабаны. Это усовершенствование создало возмож-



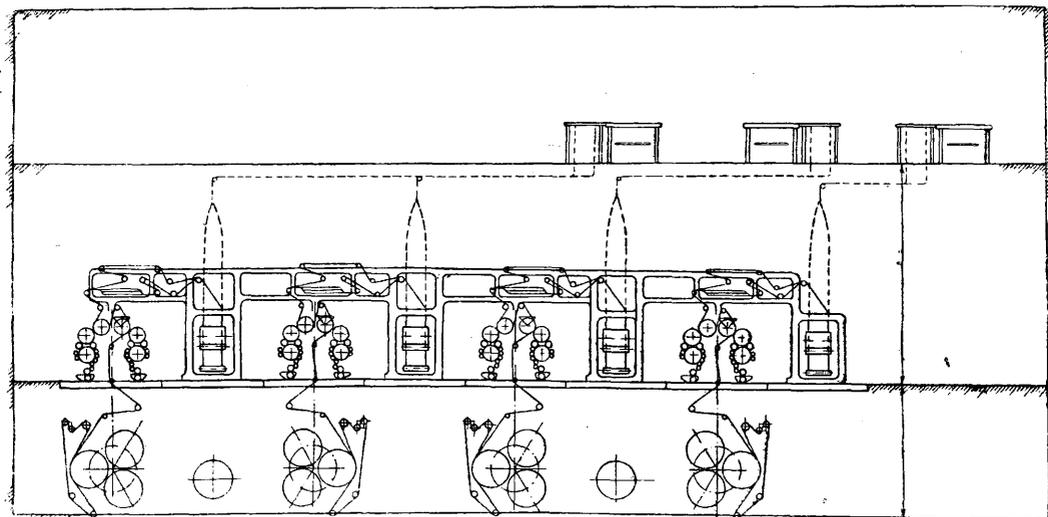
Фиг. 23.

ность подачи бумаги со скоростью, соответствующей окружной скорости печатных и формных цилиндров. Рулон бумаги содержит несколько км ее. Но при тех скоростях, которые развивает ротационная машина, встает вопрос о быстрой смене использованных рулонов новыми.

Для того чтобы сменить рулон без остановки машины, существует несколько типов приспособлений. К числу таких приспособлений относится аппарат Фаллот. Смена рулонов производится так. По мере раскатки рулона он автоматически поднимается вверх (фиг. 23) из положения I в положение 1а, освобождая под собой место внизу для нового рулона. Сюда (положение I) ставится новый рулон и, когда верхний рулон подходит к концу, замедляют ход машины и склеивают конец бумажной ленты верхнего рулона с началом ленты нижнего рулона, нижний рулон приводят

в положение I и пускают машину полным ходом. Этот аппарат служит как для смены рулонов, так и для раскатки их, что видно из рисунка, где 1—новый бумажный рулон, 1а—раскатанный бумажный рулон, 2 и 3—шквивы приводного резинового ремня, 4—приводной резиновый ремень, 5—верхние подшипники для приема раскатанного рулона, 6—винтовые шпиндели, 7—червячный привод винтовых шпинделей, 8—нижние подшипники для бумажной катушки, 9—протянутая к печатному цилиндру бумажная лента. Другой способ смены рулонов состоит в следующем. Ротационная машина помещается в нижнем этаже здания, имеющего подвальный этаж, где находится склад бумаги. Аппарат для смены рулонов состоит из звезды, на к-рой может поместиться 3 рулона. С рулона, прижатого к ведущему его резиновому ремню, происходит сматывание ленты, второй рулон ждет готовый,

тационных машинах делают формные и печатные цилиндры из цельных болванок ковальной стали, монтируя их в мощных, жестких, компактных станинах. На вкл. листе изображена америк. быстроходная газетная ротационная машина типографии газеты «The New York Times». Требования, предъявляемые к печатным и формным цилиндрам ротационных машин: 1) Печатные и формные цилиндры д. б. достаточно прочны и массивны и с большим сопротивлением изгибу; все цилиндры должны быть выбалансированы на особых станках статически и динамически. 2) Стенки цилиндров д. б. достаточной толщины и составлять одно целое с гидравлически впрессованными в них валами. 3) Цапфы вала д. б. достаточно большого диаметра и длины, чтобы свести уд. давление в подшипниках до минимума. 4) Как цапфы цилиндров, так и кожухи самих цилиндров д. б. тщательно отшлифованы. 5) Необходи-



Фиг. 24.

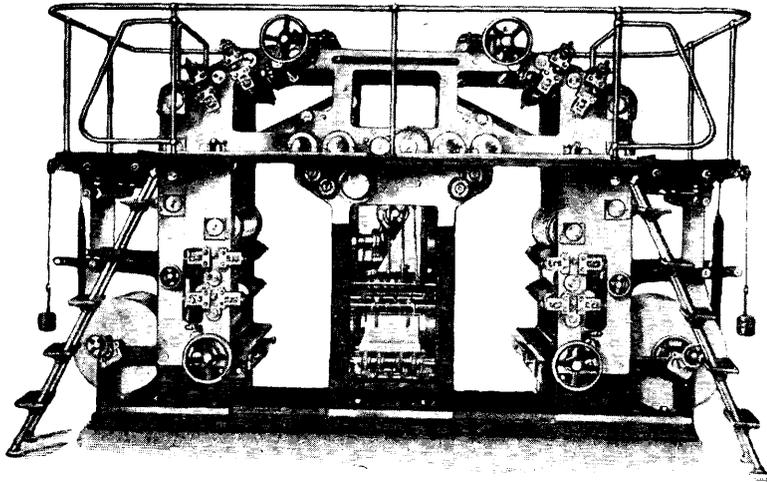
чтобы тотчас же заменить первый, как только его лента подойдет к концу, третья ветвь звезды опущена вниз для замены смотанного рулона новым (фиг. 24).

Сматываясь с рулона, бумажная лента прежде всего проходит через аппарат для увлажнения. Этот аппарат представляет собой ящик с подвижной крышкой, в к-ром бумага (входя через одну щель и выходя через другую) пропитывается паром, делается мягче и лучше воспринимает краску. После этого бумага идет в печатный аппарат. Надо сказать, что увлажнение бумаги не есть обязательный процесс печатания. Так напр., в большинстве современных машин отсутствует аппарат для увлажнения.

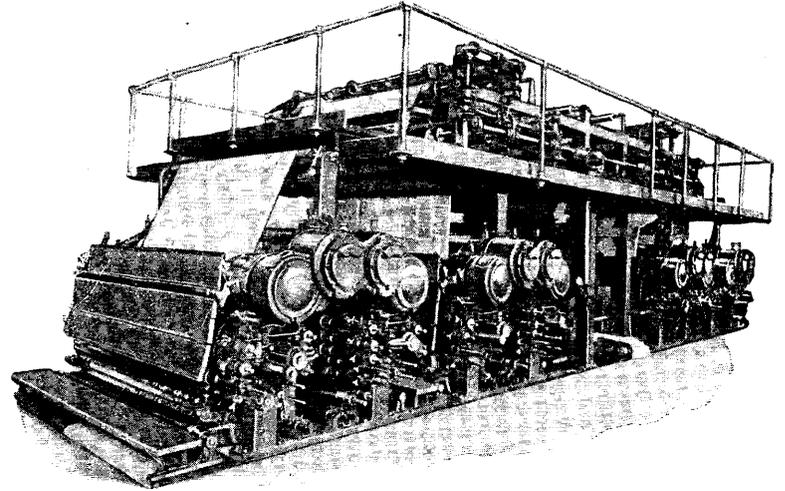
В дальнейшем своем движении бумажная лента идет в печатный аппарат, проходя между формным цилиндром, на к-ром укреплена печатная форма, и печатным цилиндром. Те большие скорости, к-рых достигают эти цилиндры в ротационных машинах, предъявляют к ним повышенные конструктивные требования. Американцы в своих современных сверхбыстроходных ро-

мо требовать, чтобы подшипники всех печатных и формных цилиндров были снабжены кольцевой смазкой и были тщательно закрыты от пыли. Материалом для подшипников б. ч. служит бронза. За последнее время делается ряд попыток применить роликовые и шариковые подшипники. Благодаря этим подшипникам гарантируется меньшее изнашивание отдельных частей, более правильное расположение цилиндров, сокращается затрата энергии на движение, но получили распространение только подшипники с небольшими удельными давлениями. 6) Оси формных и печатных цилиндров, согласно разработанной в последнее время теории, должны находиться в одной горизонтальной плоскости. В старого типа машинах оси барабанов располагались или в вертикальной плоскости или в наклонных плоскостях, т. е. барабаны помещались или один над другим или один сбоку другого. Требование, к-рое предъявляют конструкторы к новейшим машинам,—располагать оси формного и печатного цилиндров в одной горизонтальной плоскости—объясняется

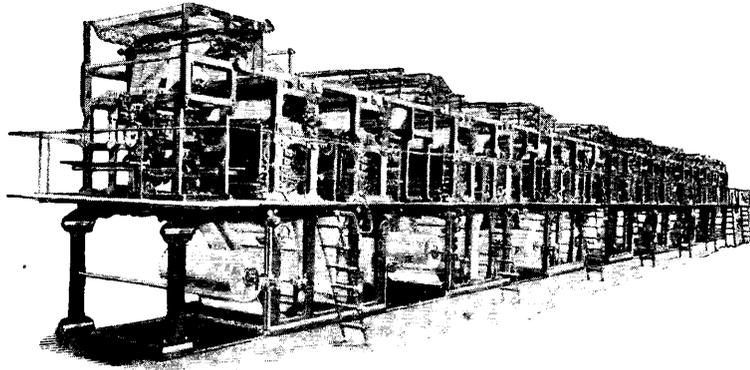
ПЕЧАТНЫЕ МАШИНЫ



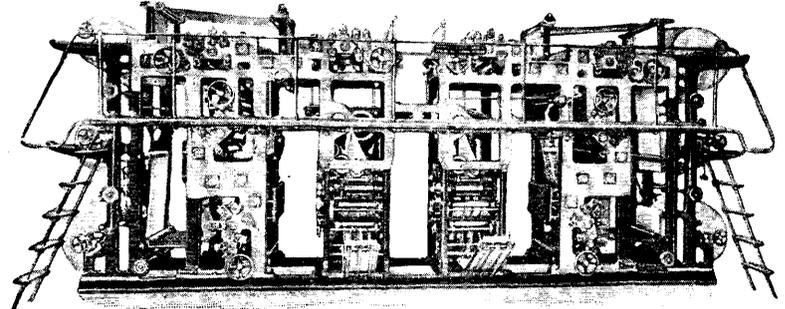
2-рольная ротационная машина MAN ordinarily ширины



Быстроходная газетная ротационная машина американской фирмы Вуд.



15-рольная ротационная машина—газетный агрегат MAN.



4-рольная ротационная машина MAN ordinarily ширины.

тем, что со временем происходит изнашивание подшипников барабанов, а по мере этого изнашивания оси могут равномерно опуститься при строго сохранившихся расстояниях между осями обоих цилиндров, в то время как в старых конструкциях малейший износ подшипников изменял расстояние между осями цилиндров, что отражалось на работе машины. Боковые стенки станины, как и вся станина, д. б. достаточно массивны и жестки.

Накатывание краски на печатную форму производят красочными аппаратами, устройство которых аналогично устройству красочных аппаратов плоских машин. Отличием от этих последних является устройство у ротационных машин красочных насосов, т. к. при той скорости, к-рую развивают ротационная машина, расход краски очень велик и требует механич. подачи краски. Подача краски производится с помощью нагнетательных насосов. Краска находится в резервуарах под давлением сжатого воздуха и передается в ящик для краски по сети трубопроводов диам. ок. 5 мм. Изменяя давление сжатого воздуха, можно регулировать общую подачу краски.

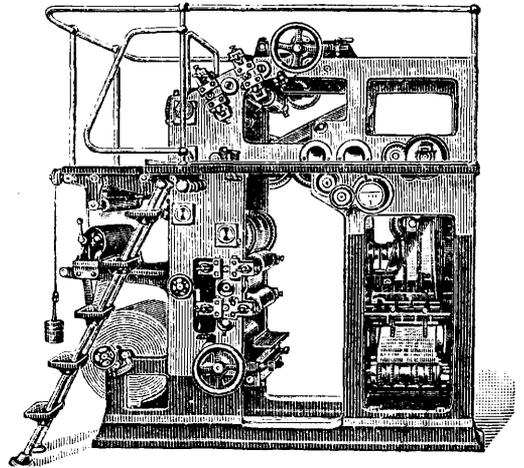
Долгое время препятствием к увеличению скорости движения ротационных машин служила низкоплавкая масса обыкновенных накатных валиков ($t_{пл.}$ 40—60°). При большом количестве оборотов валикам приходится делать очень большое число прокатов по стереотипу печатной формы, вследствие чего разбивается $t_{пл.}$, превосходящая $t_{пл.}$ массных валиков. Только замена их запатентованными более тугоплавкими массами, с одной стороны, и специальными резинами, с другой, дала возможность устранить это препятствие.

Приспособления для разрезывания бумажной ленты в ротационных машинах имеют различное устройство. Принято различать прерывающуюся резку с последующим отрыванием листа, гладкий разрез посредством ножей и разрез приспособлением типа ножниц; затем—в зависимости от направления движения бумаги—продольный разрез, разрез, идущий в направлении движения бумаги, и поперечный разрез, идущий перпендикулярно движению. Продольный разрез производится круглыми ножами. Так напр., полоса бумаги в машинах двойной ширины (шириной в четыре страницы) разрезается на 2—4 полосы. Для поперечного разреза служат специальные разрезающие устройства цилиндрич. типа, иногда комбинированные с приспособлениями для фальца и сборки. Все ротационные машины новейшего типа снабжены фальцовочными аппаратами (фальцевальные машины и аппараты), откуда отпечатанные листы выходят уже сфальцованными.

Классификация ротационных П. м. 1. Ротационные П. м. в зависимости от выполняемых работ делятся на: 1) газетные, 2) книжные, 3) иллюстрационные и 4) специального назначения: билетные, обойные и т. п. 2. В зависимости от того, предназначаются ли они для печатания на ролевой или листовой (флатовой) бумаге, делятся на: 1) ротационные машины, печа-

тающие с рулона, и 2) машины ротационного типа, печатающие на флатовой бумаге. 3. В зависимости от числа ролей делятся на: 1) однорольные, 2) двухрольные и 3) многорольные. 4. В зависимости от того, есть или нет возможности менять формат печатаемых листов бумаги по направлению движения последней, делятся на: 1) машины постоянного формата, если формат печатного листа бумаги по направлению его движения нельзя изменять; обыкновенно у этих машин поперечные разрезы ленты бумаги на отдельные листы происходят после печати; и 2) машины переменного формата, если формат печатаемых листов бумаги по направлению листов последней можно изменять; обычно поперечный разрез бумажной ленты у этого типа машин происходит до печати. 5. Ротационные П. м. в зависимости от количества красок делятся на: 1) однокрасочные, 2) двухкрасочные и 3) многокрасочные.

Газетные ротационные П. м. Машины этого типа должны обладать максимальной скоростью печати. Т. к. верстка газеты заканчивается обыкновенно ночью, а ранним утром газеты должны поступить для рассылки, то естественно, что типогра-



Фиг. 25.

фия должна стремиться в минимальный срок отпечатать весь тираж. В зависимости от тиража газеты устанавливают однорольные, двухрольные и многорольные машины. Газетные машины обыкновенно строятся с постоянным форматом и однокрасочные. В наших условиях для газеты районного и даже областного масштаба потребуются небольшие ротационные машины, однорольные. Такого типа машина дает до 15 000 отпечатанных восьмистраничных газет в час, сфальцованных и подобранных в пачки по 5—10 экз. Фиг. 25 изображает однорольную ротационную машину немецких заводов. Для газет более крупного масштаба, республиканского и союзного, требуются ротации с большей производительностью. Каждая большая машина состоит из соединения нескольких малых. Эти последние представляют, каждая машину с двумя печатными устройствами и одним фальцовочным аппаратом, д у х р о л ь н у ю

(вкл. лист). Самая крупная построенная в Германии ротационная П. м. состоит из 15 рядом стоящих и соединенных в один агрегат однокатушечных машин с 30 печатными и 30 формными цилиндрами (вкл. лист). Формат четырехстраничного листа 515×785 мм. Общая длина машины 42,1 м, ширина 5 м, высота 4,5 м. Общая производительность машины $3\frac{1}{4}$ млн. страниц в час. Машина может работать как всем агрегатом вместе, так и отдельными частями, т. е. печатать несколько газет одновременно. Расход бумаги в час при 15 тыс. об/ч. определяется следующими цифрами: 230 км, или 360 000 м², или 18 000 кг (при плотности бумаги 50 г на м²).

Книжные и иллюстрационные ротационные машины. Эти машины отличаются от газетных гл. обр. более сложным устройством красочных аппаратов, большим числом раскатных и накатных валиков и более тонкой регулировкой подачи краски. Кроме того от них требуется более точная книжная фальцовка, более прочная конструкция цилиндров, снабженных по краям шинами, прочные оси, чтобы избежать малейших изгибов, и широкие подшипники. Вследствие более строгих требований к качеству печати и потребности больших удельных давлений для напуска число оборотов печатных и формных цилиндров в этих машинах не превышает 6 000. Для предохранения оттисков от помарок при печатании оборотной стороны, когда бумага ложится только что отпечатанной лицевой стороной на печатный цилиндр для получения печати с обратной стороны, применяются прокладочные рулоны бумаги. Бумажная лента с такого рулона проходит через печатный цилиндр оборотной печати и снова наматывается. В последнее время такого рода устройство заменяется покрытием тонкого слоя парафина на декель печатного цилиндра. Книжные и иллюстрационные машины часто бывают снабжены приспособлениями, сокращающими дальнейшие процессы работы после печати, — именно приспособлениями для подборки, крытия обложкой и шитва. Книжные и иллюстрационные машины строят постоянного и переменного формата, а также для печати в одну, две и больше красок.

Многорольные машины. Увеличение объема изданий вызвало появление многорольных машин. В машинах прежнего типа рулоны располагались по концам машины или друг над другом. Расположение рулонов, а также печатных и формных цилиндров в несколько этажей в многорольных машинах создает большие неудобства при обслуживании. В последнее время от такого типа машин переходят к машинам типа агрегатных (вкл. л.). Машины в таком случае располагаются в ряд и связаны приводами, причем один мотор может обслуживать две машины. Агрегат обыкновенно состоит из двух этажей: внизу — части машины с рулонами бумаги: там происходит зарядка и смена их; сверху — печатные устройства и фальцевальные аппараты. Каждый из фальцевальных аппаратов при этом обслуживается несколько машин. Отдельные машины могут работать независимо друг от дру-

га, благодаря чему можно получить целый ряд комбинаций.

Ротационные машины переменного формата. В ротационных машинах переменного формата бумажная лента подводится с рулона при помощи гары валов к резательным цилиндрам, делающим такое же число оборотов, как и печатный цилиндр. Число оборотов ведущих валиков можно изменить путем замены шестерен и так. образом можно изменять подачу бумаги за один оборот резательных цилиндров, а следовательно и формат отрезаемых листов. Отрезанный лист при помощи тесемок подводится потом к первому печатному цилиндру, к-рый и захватывает его при помощи клапанов, графеек или воздушного присоса. Затем лист передается на второй печатный цилиндр, получает вторую печать и выводится при помощи тесемок или к лучиночному выкладчику или же к фальцовочному аппарату. Передача от печатного цилиндра к фальцовке м. б. произведена также при помощи передаточных барабанов с воздушным присосом. Тесемочная и воздушная передачи сильно понижают производительность машины, поэтому в последнее время строят почти исключительно машины постоянного формата, тем более, что эти машины м. б. снабжены добавочными приспособлениями (швейные аппараты и т. д.), к-рые при переменном формате получились бы очень сложными.

Кроме указанных типов ротационных П. м. строятся еще многокрасочные машины и ротационные машины для специальных целей.

Выбор типа П. м. При выборе типа П. м. необходимо руководствоваться следующими основными положениями: 1) Назначением той или иной П. м. 2) Производительностью П. м., т. е. способностью машины давать ту или иную отпечатанную площадь в м² в час. 3) Весом машины, приходящимся на единицу производительности. 4) Площадью пола, занимаемого машиной, отнесенной к единице производительности. 5) Стоимостью машины, приходящейся на единицу производительности. 6) Расходом энергии на движение машины, отнесенным к единице производительности. Предельным размером печатной площади для американок является формат 42×58 см; при 1 400 оттисках в час она дает максимально возможную отпечатанную площадь в 341 м². Для плоских П. м. максимальная площадь печати 153×105 см с количеством оттисков 1 100 в час и 101×143 см с количеством оттисков 1 500; соответственно отпечатанные площади: 1767 м² и 2 167 м²; это цифры для машин со стоп-цилиндром. Для двухоборотных машин максимальная печатная площадь 1231×1718 мм с числом оттисков 1 600 в ч. и отпечатанной площадью в 3 500 м². Для европ. ротационных П. м. (однорольных) максимальная печатная площадь равна 180×200 см, число оттисков 18 тыс. двусторонних и максимальная общая отпечатанная площадь равна 130 тыс. м² в час. Вес П. м., отнесенный к 1 м² отпечатанной площади в час, составляет (в кг):

Американка	3,3	3,5	3,75	4,6
Плоские П. м.	2,75	3,6	4,2	4,5
Ротационные П. м. (однорольные)	0,4	0,64	0,7	0,83

Площадь пола, занимаемого машинами, отнесенная к единице производительности, для американок (формат 410×550 мм) равна $0,007 \text{ м}^2$, той же величине равна площадь и для плоской П. м. (формата $1\ 095 \times 1\ 330$ мм); для ротационной печатной машины (размера 930×625 мм) эта площадь равна $0,0007 \text{ м}^2$ до $0,0003 \text{ м}^2$. Таким обр. наиболее производительной является ротационная П. м.; вес ее на единицу производительности приблизительно в 10 раз меньше веса плоской П. м., соответственно чему и стоимость, отнесенная к единице производительности, составляет $\frac{1}{10}$ часть плоских машин и американок. Затрата материала на производство ротационной машины, отнесенная к единице производительности, составляет $\frac{1}{10}$ материала, потребного на изготовление плоской машины или американки. Печатание на ротационных машинах производится на ролевой бумаге, которая при одном и том же качестве дешевле флатовой, необходимой для печати на плоских машинах. Конструкция ротационной машины также имеет ряд преимуществ перед конструкцией плоских печатных машин.

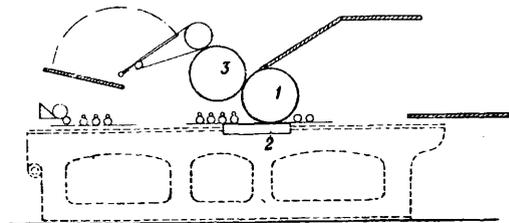
Лит.: Шульд А. К., Основы полиграфич. производства, Л., 1925; Шелкунов М. И., История, техника, искусство книгопечатания, М.—Л., 1926; Готман Е. В., Печатные машины полиграфического производства, М., 1923; Bauer F., Handbuch für Buchdrucker, 4. Auflage, Frankfurt a/M., 1925; Die Rotationsmaschinen und ihre Technik, Stereotypie u. Kraftmaschine, hrsg. v. A. Stecker, Wilhelmshaven, 1925; Southward J., Modern Printing, 3 ed., v. 1—2, L., 1921—22; Unger A., Lehrbuch für Buchdrucker, 2. Aufl., W., 1925; «Der graphische Betrieb», В.; «Archiv für Buchgewerbe u. Gebrauchsgraphik», Leipzig. **Е. Готман.**

Печатные машины офсет.

Офсетный способ печати стал применяться только с начала 20 в. Он является дальнейшим развитием и усовершенствованием применявшегося до того времени литографского способа печати на жести (альграфии). Поэтому П. м. офсет имеют много общего с машинами для печати на жести, являясь в своих первых образцах применением их для печати на бумаге. Материалом для изготовления печатной формы для офсета в настоящее время служит цинк и алюминий, которые обладают после соответствующей обработки свойствами литографского камня в отношении удержания и отталкивания краски. В большинстве случаев цинковой или алюминиевой пластине придается цилиндрич. форма; этим самым обуславливается возможность применения ротационного принципа печати, как наиболее продуктивного (первое преимущество офсета над обыкновенной литографской печатью, где камень всегда обуславливает плоскую печать). В офсет-машинах цинковая или алюминиевая печатная форма передает оттиск на резиновое полотно, с которого оттиск передается на бумагу. Резиновое полотно служит промежуточной средой между печатной формой и бумагой и является характерной особенностью печати по способу офсет, создавая целый ряд преимуществ. В этих машинах мягкое, эластичное резиновое полотно, воспринимающее краски с формы, не так быстро истирает цинковую поверхность печатной формы; поэтому с одной и той же формы мо-

жно получить значительно большее количество оттисков (исчисляемое в сотнях тысяч, а по последним американским данным до 6 млн. и даже 12 млн.), что особенно важно при многотиражных изданиях журналов, этикеток, плакатов и т. п. (в литографии камень выдерживает ок. 10 000 оттисков, в фототипии ок. 1 000, а обыкновенный типографский стереотип ок. 50 000). Печатная форма при установке на офсет-машину почти не требует приправки; передача оттиска с резиновой поверхности дает возможность пользоваться для печати бумагами и более низкого сорта и более низкой отделки; продукция офсета обладает достаточно высоким художественным качеством при дешевой стоимости изготовления. Офсетные машины строятся как однокрасочные, так и многокрасочные, тогда как литографские машины строятся только однокрасочными. Все эти преимущества офсетной печати послужили поводом к тому увлечению офсетом, какое наблюдается как в Европе, так и в Америке. Почти все 3-ды П. м. организовали у себя постройку офсет-машин. Характерной особенностью для П. м. офсет является передаточный цилиндр, обтянутый резиновым полотном. Что касается печатной формы, то ей придает как плоскую форму в плоских офсет-машинах, так и цилиндрическую — в ротационных.

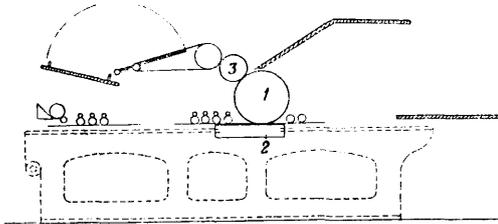
Плоские П. м. офсет. Несколько заводов как американских, так и европейских сконструировали плоские офсет-машины. В них печать можно производить как со специальной цинковой пластины, так и с литографского камня и набора. Эти машины в сущности очень немногим отличаются от плоских литографских машин (см. *Литография*, плоские литографские машины).



Фиг. 26.

В машинах этой конструкции (фиг. 26) цилиндр 1, соприкасающийся непосредственно с печатной формой 2, обтянут резиновым полотном, над ним помещается гладкоотшлифованный металл. цилиндр 3, являющийся печатным цилиндром. Диаметр печатного цилиндра м. б. или вдвое менее передаточного для печатания в две краски [т. е. печатный цилиндр 3 делает два оборота за один оборот передаточного цилиндра 1 (фиг. 27)] или одинаковый с ним (фиг. 26). В остальных машинах этого типа ничем не отличаются от плоских литографских машин. Во время печатания бумажный лист подается обычным способом (вручную или самонакладчиком) к захватным клапанам передаточного цилиндра, к-рый вращаясь захватывает клапанами лист и подводит его к клапанам печатного цилиндра в том месте, где оба эти цилиндра

соприкасаются; здесь клапаны первого цилиндра отпускают лист, а клапаны второго захватывают его, т. о. передача листа совершается в тот момент, когда лист зажат между обоими цилиндрами. Этим устраняется возможность сдвига листа. Талер, пройдя под передаточным обтянутым резиной цилиндром, делает на нем оттиск с лежащей на талере печатной формы. В своем дальнейшем вращении передаточный цилиндр, захватив бумажный лист, к-рый проходит под натиском между ним и печатающим цилиндром, передает на него оттиск. Большая или меньшая сила натиска достигается регулировкой расстояния между осями цилиндров. Эти машины печатают только с одной стороны листа (в один проход), причем печатают и в одну и в две краски. Они имеют очень незначительное распространение и применяют-



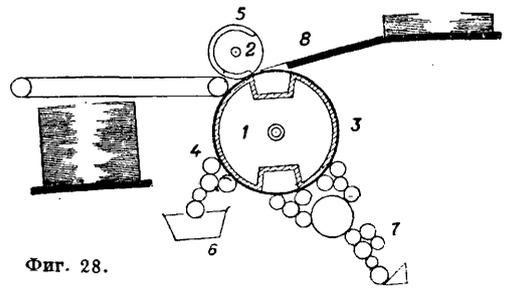
Фиг. 27.

ся гл. обр. при небольших тиражах. Такого типа машины применяются для печатания географич. карт.

П. м. офсет ротационного типа. В большинстве случаев П. м. офсет строятся ротационного типа для печатания как на флатовой бумаге, так и на рулонной. Первоначальные образцы офсет-машин были построены исключительно для печати на флатовой бумаге, однако благодаря тому, что они были построены по ротационному принципу, имелась возможность работать с большим числом оборотов, а следовательно и с большей производительностью. В последнее время в большом распространении П. м. офсет и для печатания с рулона. П. м. офсет для печати на флатовой бумаге разделяются по числу отпечатываемых красок за один проход листа на однокрасочные, двухкрасочные и многокрасочные, причем различные типы машин дают самые различные варианты многокрасочной печати. На всех ротационных офсет-машинах печатание производится с печатной формы; последняя закрепляется на формном цилиндре. Увлажнение печатной формы производят специальным аппаратом—увлажителем (этот аппарат описан ниже—в конце статьи), который в общих чертах идентичен с таковым у литографских машин (см. *Литография*). Накатывание краски производится красочным аппаратом, аналогичным по своему устройству красочным аппаратам других П. м. Передача оттиска на бумагу производится с передаточного цилиндра, обтянутого резиновым полотном. Число цилиндров в различных конструкциях машин различно.

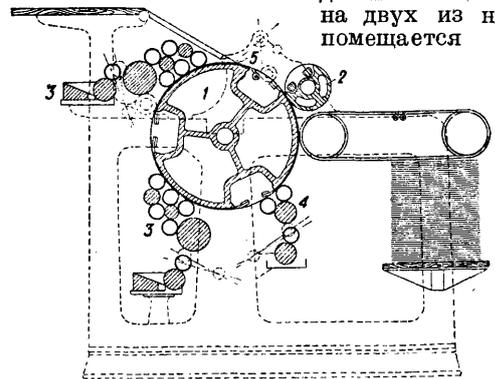
Однокрасочные офсет-машины строятся как с двумя, так и с тремя цилиндрами. Общая схема двухцилиндровых ма-

шин следующая (фиг. 28). Цилиндр 1 разделен на две части, из которых одна несет на себе печатную форму 3, а вторая 4, глад-



Фиг. 28.

ко отшлифованная, выполняет роль печатного цилиндра; цилиндр 2 обтянут резиновым полотном 5 и служит для передачи оттиска с печатной формы на бумагу. Дdiam. цилиндра 1 вдвое более diam. цилиндра 2, и т. о. этот последний делает два оборота за один оборот первого. С одной стороны цилиндра 1 расположен увлажнитель 6, который при посредстве ряда валиков увлажняет печатную форму, с другой—красочный аппарат 7, который накатывает краску на печатную форму. Цилиндр 1, вращаясь вокруг своей оси, проводит печатную форму последовательно под валиком того и другого аппаратов и, соприкасаясь затем с передаточным цилиндром 2, обтянутым резиновым полотном, передает оттиск с формы на резину. В дальнейшем своем вращении цилиндр 1 подводит к соприкосновению с цилиндром 2 свою печатную поверхность; при этом, при проходе под накладным столом 8, он захватывает своими клапанами лист бумаги и ведет его, как это указывалось выше при описании плоской офсет-машины. Т. обр. лист, пройдя под натиском между цилиндрами, получает с резиновой поверхности цилиндра 2 красочный оттиск. Машины этого типа печатают в одну краску с одной стороны листа. Имеется также другой вариант двухцилиндровой машины. В ней (фиг. 29) формный цилиндр 1 разделен на 3 части; на двух из них помещается по

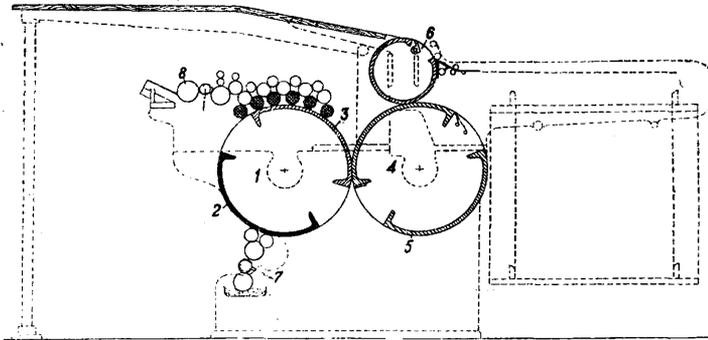


Фиг. 29.

печатной форме, а третья часть, гладко отшлифованная, выполняет роль печатного цилиндра. Передаточный цилиндр 2, обтянутый резиновым полотном, имеет diam. в три

раза меньше диаметра формного цилиндра. Поэтому, пока последний совершает один оборот, он совершает три, причем при первом обороте он воспринимает красочный оттиск с одной печатной формы, при втором — со второй и при третьем передает оттиск на бумажный лист, проходящий между передаточным цилиндром и гладкой стороной формного цилиндра. Вверху и внизу формного цилиндра помещено по одному красочному аппарату 3, каждый из которых наносит краской свою печатную форму. Один увлажнитель 4 увлажняет обе печатные формы. Клапанами 5 снабжена только печатающая часть формного цилиндра, так как лист бумаги захватывается только при третьем обороте передаточного цилиндра. Машина может печатать в две краски с одной стороны листа, но главн. обр. предназначена для печатания в одну краску, и тогда место второй формы на цилиндре большого диаметра занимает раскатная пластина, дающая лучший раскат краски, а следовательно и более сочный оттиск.

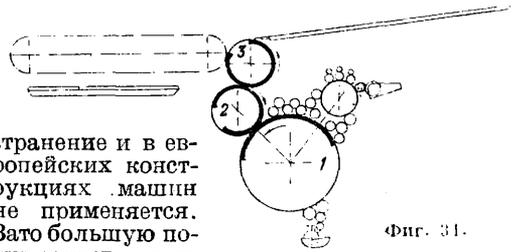
Однокрасочные офсет-машины строятся и с тремя цилиндрами, причем в одних конструкциях цилиндры выполняются разных диаметров, в других равных. Схема машины, изображаемая на фиг. 30, дает представле-



Фиг. 30.

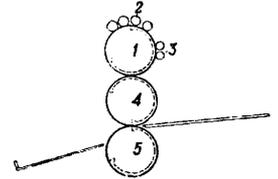
ние об одной распространенной англ. конструкции однокрасочной офсет-машины. В ней формный цилиндр и передаточный цилиндр одинакового диаметра, а третий печатный цилиндр в два раза меньшего диаметра. Указанного типа машины иногда называют двухоборотными, т. к. в них печатный цилиндр делает два оборота, в то время как другие два цилиндра один. Схема этих машин (фиг. 30) следующая: 1—формный цилиндр, 2—печатная форма, 3—поверхность для растирания краски, 4—передаточный цилиндр, 5—резиновое полотно, 6—печатный цилиндр, 7—увлажнитель, 8—красочный аппарат. Преимуществом офсет-машины этой конструкции является то обстоятельство, что равенство диаметров обоих цилиндров, формного и передаточного, дает большую гарантию в правильности привода, и кроме того вторая половина формного цилиндра м. б. использована для растирания краски, что очень важно для офсет-машин, где ровное нанесение на печатную форму хорошо растертой краски играет существенную роль для качества печати. Приемка листов у этих машин происходит печатью

кверху, что следует отнести тоже к ее достоинствам. К такому типу двухоборотных машин следует отнести построенную в 1912 г. английской машиностроительной компанией трехцилиндровую машину, в которой диаметры формного 1, передаточного 2 и печатного 3 цилиндров относятся между собою как 2:1:1 (фиг. 31). Этот тип получил меньшее распро-



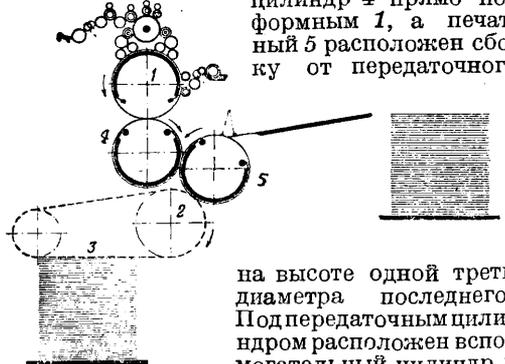
Фиг. 31.

странение и в европейских конструкциях машин не применяется. Зато большую популярность приобрела америк. система, в которой все три цилиндра равного диаметра. Основная схема машин этого типа представлена на фиг. 32, где 1—формный цилиндр, 2—красочный аппарат, 3—увлажнитель, 4—передаточный цилиндр, 5—печатный цилиндр. В машинах этого типа печать производится в один оборот всех цилиндров, почему эти машины и называют однооборотными. По этой схеме за последнее время строят машины и большинство немецких 3-дов. Однако представленная на фиг. 32



Фиг. 32.

система расположения цилиндров не общепринята. Так, машина «Роланд» 3-да Фабер и Шлейхер (фиг. 33) имеет передаточный цилиндр 4 прямо под формным 1, а печатный 5 расположен сбоку от передаточного

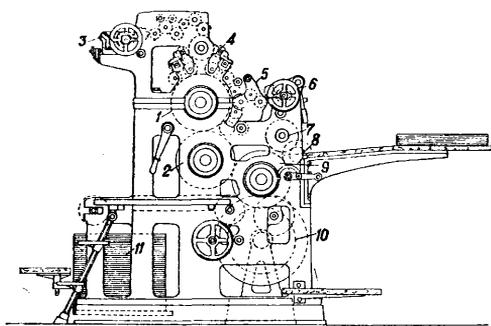


Фиг. 33.

на высоте одной трети диаметра последнего. Под передаточным цилиндром расположен вспомогательный цилиндр 2 для вывода листов на приемный стол 3. У машин завода Франкенталь передаточный цилиндр лежит не прямо под формным, а несколько в сторону; рядом с ним лежит печатный цилиндр. В машине завода Йоган-

нисберг формный цилиндр расположен под накладным столом на удобной для печатника высоте, рядом с ним—передаточный цилиндр; печатный цилиндр лежит несколько выше последнего, рядом с ним. У всех машин этого типа красочный аппарат расположен вверху формного цилиндра, т. е. в верхней части машины, увлажнитель—различно в разных системах машин. В американских машинах он располагается вверху, в немецких и вверху, и сбоку, и внизу.

На фиг. 34 дан вид сбоку однокрасочной офсет-машины одного из немецких заводов с тремя цилиндрами равных диаметров. В этой машине передаточный цилиндр 2 сконструирован для двух полотнищ. Верхнее полотнище можно при помощи натяжного



Фиг. 34.

шпинделя натягивать равномерно с обеих сторон. При необходимости передаточный цилиндр м. б. выключен, причем останавливать для этого машину не требуется. В противоположность ряду офсет-машин описываемая машина взамен декеля имеет тщательно отшлифованный печатный цилиндр, гарантирующий равномерный натиск на резину. Красочный аппарат 3 состоит из 10 раскатных валиков и 4 накатных валиков. Накатные валики включаются и выключаются автоматически. Автоматическое включение и выключение накатных валиков происходит в момент пуска и останова, но может производиться и в любое время вручную. Увлажнитель (мочильный аппарат) состоит из двух накатных валиков и трех передаточных. Все они сконструированы в пружинящих подшипниках, регулирование к-рых производится с большой точностью. Передаточные валики, кроме одного, имеют медленное боковое движение, а это способствует лучшему распределению воды, регулирование подачи к-рой производится особым выключателем. Подача листа к печатному цилиндру производится след. обр.: особые клапаны, захватив на накладном столе очередной лист бумаги, постепенно увеличивающейся скоростью, доходящей до окружной скорости печатного цилиндра, передают его ко второй системе клапанов, помещающихся на цилиндре. В то время как вторая система клапанов достаточно крепко захватит поданный им лист, первая система клапанов размыкается. Т. о. предупреждается сдвиг листа на печатном цилиндре. Это дает возможность держать точный регистр даже при тонкой бумаге и большой скорости. Вывод

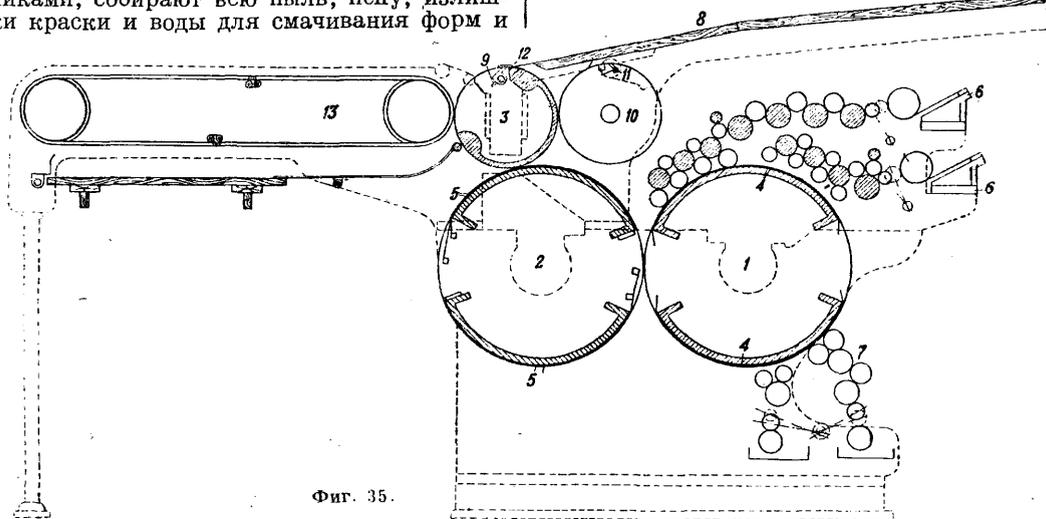
листов производится при помощи бесконечных цепей; выкладывание листа—печатью кверху. Приемный стол 11 опускается автоматически. Производительность указанных здесь машин достигает 3 500 оттисков в час. Она зависит от качества бумаги, требуемого качества печати и т. п. Кроме того нужно заметить, что для более удобной установки формного и передаточного цилиндров у этих машин имеется приспособление, дающее возможность производить как медленное прямое, так и обратное движение машины, что исключает потребность в поворачивании машины вручную. Выключатель приводится в действие при помощи педали или рукоятки и сразу разъединяет все три цилиндра.

Двухкрасочные офсет-машины строятся с тремя, четырьмя и пятью цилиндрами. Как указано выше, и на двухцилиндровых машинах возможна печать в две краски, однако они б. ч. применяются для печати в одну краску. Кроме того двухцилиндровые машины печатают в один проход только с одной стороны листа, тогда как на двухкрасочных машинах других конструкций б. ч. можно печатать и с оборотом (см. ниже).

Трехцилиндровые двухкрасочные П. м. офсет. На этих машинах можно печатать следующими способами: 1) двумя красками на лицевой стороне листа; 2) одной и той же краской на лицевой и оборотной сторонах; 3) различными красками на лицевой и оборотной сторонах листа; 4) одной краской на лицевой или оборотной стороне листа. Устройство этих офсет-машин состоит в следующем. Большой формный цилиндр 1 (фиг. 35), равный ему передаточный цилиндр 2 и в половину меньшего диаметра печатный цилиндр 3 расположены так же, как и в однокрасочных офсет-машинах. Формный цилиндр имеет приспособление для укрепления на нем двух форм 4, причем каждая из них занимает $\frac{1}{3}$ поверхности цилиндра. Остающаяся треть разделена на две равные части для устройства на них зажимающих приспособлений. Формы доступны легкому наблюдению с одного места. На передаточном цилиндре натянуты две резиновые покрышки 5, из к-рых каждая соответствует положению и размеру печатных форм, закрепленных на формном цилиндре. Так. обр. при контакте формного и передаточного цилиндров за время одного оборота на каждую резиновую покрышку производится оттиск краской. Печатный цилиндр, делающий два оборота за время одного оборота формного и передаточного цилиндров, при первом обороте приходит в контакт с одной покрышкой, а при втором обороте—с другой. Т. о. лист, наложенный на печатный цилиндр, за каждый из двух оборотов получает по одному оттиску. Красочный аппарат 6, состоящий из двух наборов раскатных и накатных валиков вместе с двумя красильницами, расположен непосредственно над формным цилиндром. Накатные валики каждого красочного аппарата автоматически поднимаются и опускаются на соответствующую форму, но когда они отводятся от соответствующей формы, они остаются в контакте с раскатными валиками; т. о. за две трети времени оборота

формного цилиндра они питаются свежей краской и не находятся в соприкосновении с влажной формой. Последнее обстоятельство представляет положительное преимущество этого устройства, т. к. вода в таком случае не может оказывать влияния на накатку или на густоту краски, что так часто случается, когда накатные валики находятся в постоянном контакте с влажной формой. В увлажнителе 7 подающие воду и смачивающие формы валики покрыты резиновыми чулками. Два медных валика, находящиеся между указанными выше валиками, собирают всю пыль, пену, излишки краски и воды для смачивания форм и

ими же передается на самоприемку. Как передаточный, так и печатный цилиндры снабжены приводными сегментами, благодаря чему печатные площади на всех цилиндрах начинаются с правильного места при каждом повороте печатного цилиндра. При переносе изображения с печатной формы на покрывку и с последней на бумагу цилиндры вращаются в контакте, что обеспечивает правильность рисунка, и приводка сохраняется по всей поверхности бумаги. Клапаны печатного цилиндра держат лист все время, пока он не получит двух оттисков.



Фиг. 35.

м. б. в любое время легко и быстро вычищены. Количество воды, подаваемой на формы, м. б. регулируемо. Лист бумаги подается на накладной стол 8, расположенный над печатным цилиндром. Время для накладки на описываемой машине в два раза больше, чем на машине с одним оборотом печатного цилиндра. При двухкрасочной печати на одной стороне листа движение этого последнего совершается след. обр. Подведенный по накладному столу лист захватывается клапанами, расположенными на печатном цилиндре. Вместе с последним лист совершает два оборота и воспринимает два красочных оттиска. При втором обороте клапаны 9 при встрече с клапанами 11, расположенными на вспомогательном цилиндре 10, разжимаются, и в тот же момент клапаны 11 занимают лист. Т. о. дальнейшее движение лист совершает уже на вспомогательном цилиндре 10, причём он лежит на этом последнем своей отпечатанной стороной и делает с ним полный оборот. В это время клапаны 9, проходя под накладным столом, захватывают новый лист, к-рый и совершает оборот с печатным цилиндром к тому моменту, когда клапаны 11 встретятся с боковыми клапанами 12, расположенными на печатном цилиндре. Клапаны 12 захватывают первый лист и передают его на самоприемку 13. Лист выходит на самоприемку печатью вверх. Для печати с двух сторон листа вспомогательный цилиндр выключается и лист захватывается клапанами 9 и

Вследствие этого обе краски накладываются с хорошей приводкой. Печатный цилиндр должен держать лист при двух своих оборотах (чтобы лист мог получить две печати), поэтому клапаны должны во время захвата лист и быть свободными для захвата следующего листа. Для этого требовалось изыскать способы для снятия листа, после того как лист отпечатан двумя «печатами» и перед тем, как он достигнет места, где находится следующий лист, подлежащий захвату. До недавнего времени это производилось при помощи небольшого цилиндра, к-рый принимал лист с главных клапанов и передавал его посредством тесемки к лучинам для приемки в задней части машины. Но в этом способе имеются нек-рые отрицательные стороны, напр. требуется наблюдение за тесемками: они должны содержаться в чистоте, требуют ухода и т. д., при обслуживании машины невнимательным работником тесемки могут перепачкаться и быть втянуты валами. За последнее время был найден описанный выше способ, при к-ром совершенно отброшены тесемки и лучины и к-рый дает приемку листов печатной стороной вверх, совершенно открытую для глаз работающего. Для того чтобы производить печатание с той и с другой стороны листа, прибегают к следующим приемам. Печатный цилиндр покрывают резиновым полотном так же, как и передаточный. Передача оттиска с формного цилиндра на оборот бумаги, т. е. на ту ее сторону, которая

прилегает к печатному цилиндру при прохождении листа между печатным и передаточным цилиндрами, совершается в три приема: 1) с печатной формы на передаточный цилиндр, 2) с последнего на печатный цилиндр и 3) с печатного цилиндра на бумагу. Ясно, что на одну печатную форму изображение пе-

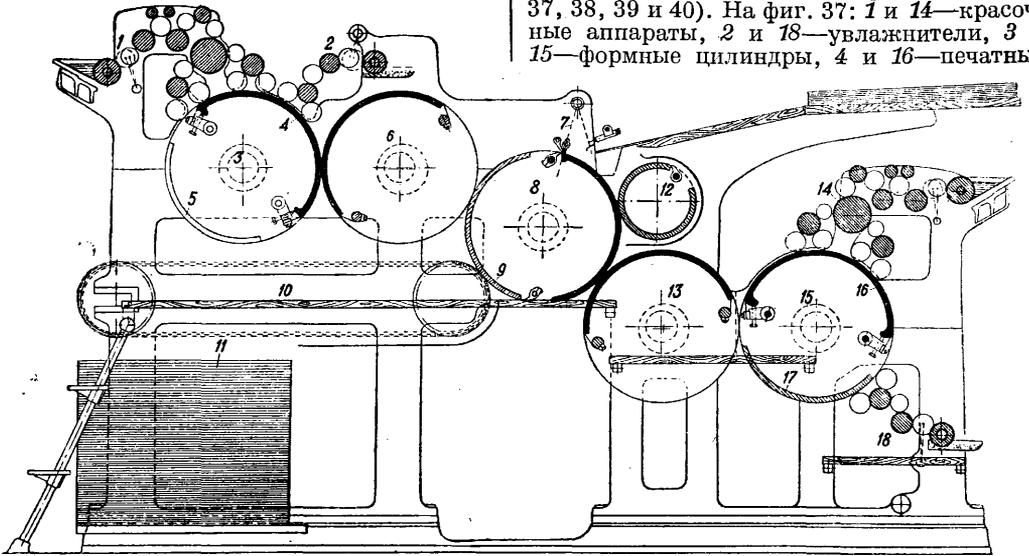


Фиг. 36.

редовят впрямом виде, а на другую в обратном. Затем необходимо изменить время захватывания клапанов, что достигается поворотом колеса на печатном цилиндре на пол оборота, и тогда клапаны при первом повороте цилиндра не открываются, следовательно не захватывают ли-

ный цилиндр снабжается двумя резиновыми полотнищами 4 и 8. Печатный цилиндр 9 для печати с оборота обтягивается также резиновым полотном, как и у трехцилиндровых машин. На этой машине представляется возможность печатать двумя способами. Во-первых, каждая печатная форма отдает оттиск на соответствующую резиновую покрывку, печатный цилиндр с бумажным листом совершает два оборота, причем при первом обороте лист воспринимает оттиск с одной покрывки, а при втором обороте с другой, т. е. печать идет одной краской за другой. Во-вторых, печатные формы отдают свои оттиски на одну и ту же покрывку (кладут краску на краску). В этом случае бумажный лист за один оборот воспринимает обе краски.

Пятицилиндровые офсет-машины. По пути конструирования двухкрасочных машин с пятью цилиндрами пошли очень многие з-ды как европейские, так и американские. Следует указать, что расположение цилиндров бывает различно (фиг. 37, 38, 39 и 40). На фиг. 37: 1 и 14—красочные аппараты, 2 и 18—увлажнители, 3 и 15—формные цилиндры, 4 и 16—печатные

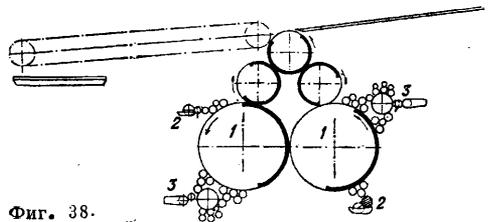


Фиг. 37.

ста. Печатный цилиндр т. о. делает первый оборот без листа на нем и принимает на свою резиновую покрывку оттиск с первой покрывки передаточного цилиндра. Лист захватывается клапанами при втором обороте печатного цилиндра и, получая т. о. отпечаток на лицевой стороне от второй покрывки передаточного цилиндра, в то же время получает отпечаток на оборотной стороне от покрывки на печатном цилиндре.

Четырехцилиндровые П. м. офсет (фиг. 36). Машины такой конструкции, печатающие в две краски и с лица и оборота, в принципе сходны с описанными выше трехцилиндровыми. Они отличаются только тем, что вместо одного формного цилиндра, несущего на себе две печатные формы и снабженного двумя красочными аппаратами и двумя увлажнителями, в этих машинах два формных цилиндра 1 и 5. Каждый из них имеет свой красочный аппарат 3 и 7 и свой увлажнитель 2 и 6. Передаточ-

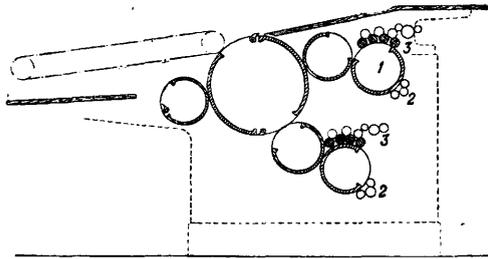
формы, 5 и 17—поверхности для растирания краски, 6 и 13—передаточные цилиндры, 7—передние клапаны, 8—печатный цилиндр, 9—самоприемник, 10—цепной выкладыватель, 11—отпечатанные листы



Фиг. 38.

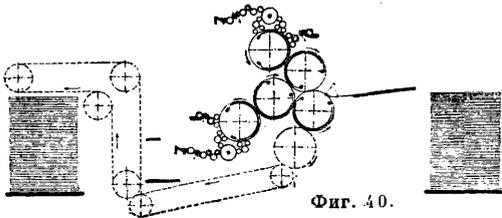
бумаги, 12—вспомогательный цилиндр. Работа этой машины в сущности не отличается от трехцилиндровой и ясна из схемы. Одной машиностроительной компанией в Англии выпущена машина с иным располо-

жением тех же пяти цилиндров, а именно в виде пирамиды (фиг. 38). В этой машине два формных цилиндра 1 и 1 снабжены каждый своими красочным аппаратом 3 и увлажнителем 2. Диаметры передаточных и печатного цилиндра вдвое менее диаметров



Фиг. 39.

формных цилиндров. Таким образом эти цилиндры делают два оборота в то время, как формные—один. Бумажный лист, захваченный клапанами на печатном цилиндре, проходит между последним и двумя передаточными цилиндрами, воспринимая от них оттиски двумя различными красками. В за-



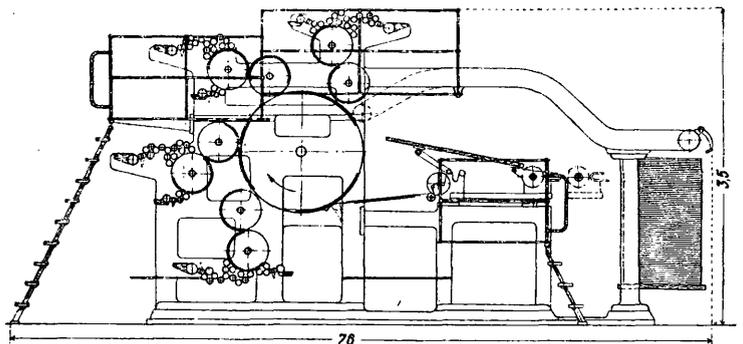
Фиг. 40.

ключение следует упомянуть о двухкрасочной машине, построенной фирмой Фурниваль (фиг. 39, обозначения те же, что и на фиг. 38). Здесь тоже пять цилиндров, но из них более крупный печатный, а формные и передаточные вдвое меньших диаметров. Но печатный цилиндр имеет две печатающих поверхности, поэтому печать совершается вдвое скорее, чем на машине предыдущей конструкции. Машина снабжена вспомогательным цилиндром (шестым) для выхода бумажного листа на приемник. Конструкция и работа пятицилиндровой машины, помещенной на фиг. 40, ясна из самой схемы.

Многокрасочные П. м. офсет. Рассмотрим листовую четырехкрасочную офсет-машину (фиг. 41). В этой машине вокруг печатного цилиндра расположены четыре печатных аппарата с передаточными и формными цилиндрами одинакового диаметра. Каждый формный цилиндр снабжен увлажнителем и красочным аппаратом с четырьмя накатными валиками. Для того чтобы лист, наложенный неправильно, не пропущался, здесь имеется особое устройство автоматики. выключения и включения печатных аппаратов. Устройство действует последователь-

но, начиная с первого печатного аппарата и кончая последним. Вследствие этого правильно наложенные листы отпечатываются всеми четырьмя красками, неправильно же наложенные пропускаются совершенно чистыми. Включение и выключение печатных аппаратов происходит в тот момент, когда все цилиндры стоят друг против друга своими щелями, т. е. когда резиновая покрывка передаточного цилиндра не соприкасается еще ни с печатной плоскостью большого печатного цилиндра, ни с печатной формой формного цилиндра. Передаточные и формные цилиндры имеют сравнительно небольшой диаметр, почему скорость вращения доходит до 4 000 об/ч., что равняется производительности машины в 4 000 листов, отпечатанных в четыре краски, т. е. 16 000 оттисков.

Ротационные П. м. офсет. Чисто ротационные офсет-машины получили распространение только в течение самого последнего времени и с каждым днем завоевывают все большее место. Вполне понятно, что производительность этих машин, печатающих с рулона, значительно больше машин ротационного типа, печатающих на флатовой бумаге, и достигает 8 000 об/ч., а в последних моделях 13 500 об/ч. Производительность ротационных офсет-машин не уступает производительности типографских иллюстрационных ротационных машин, достигающих 10 000 об/ч., и уступает производительности газетных машин, делающих 15 000—18 000 и до 30 000 об/ч. в американских сверхбыстроходных машинах. С целью использовать высокохудожественное выполнение иллюстраций способом офсет для иллюстрированных изданий в настоящее время проектируют соединение ротационных типографских и офсетных машин в один агрегат. Печатание на них производится т. о., чтобы только часть журнала (как напр. обложка) печаталась офсетом, а остальная часть, типографским путем. Этим самым, т. е. большим

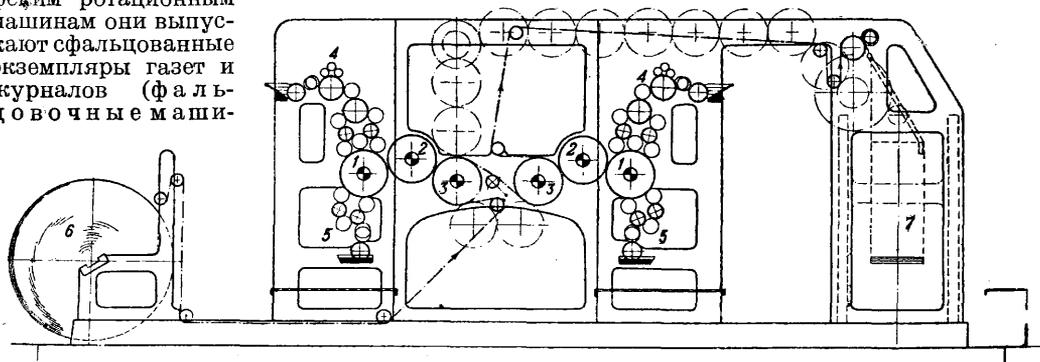


Фиг. 41.

количеством работы, падающим на типографскую машину, используется ее большая скорость, и весь журнал поступает одновременно в фальцовочный аппарат. Ротационные машины строят однорольные и двухрольные, для печати в одну и несколько красок, как с одной стороны листа, так и с обеих сторон. Агрегаты состояются из нескольких одно- и двухрольных машин. Общий принцип устройства этих машин тот же,

что и машин для печати на флатовой бумаге. Точно те же формные цилиндры, передаточные цилиндры, обтянутые резиновым полотном, и печатные цилиндры. Однако расположение этих цилиндров иное. Кроме того эти машины снабжаются фальцовочным аппаратом и так. обр. подобно типографским ротационным машинам они выпускают сфальцованные экземпляры газет и журналов (фальцовочные маши-

только одним рулоном, и бумажная лента, пройдя нижний ряд цилиндров и отпечатанная в одну краску, идет наверх и здесь проходит через другой ряд цилиндров и печатается другой краской, после чего она идет в фальцовочный аппарат. При печати с двух рулонов каждый этаж печатает самостоя-

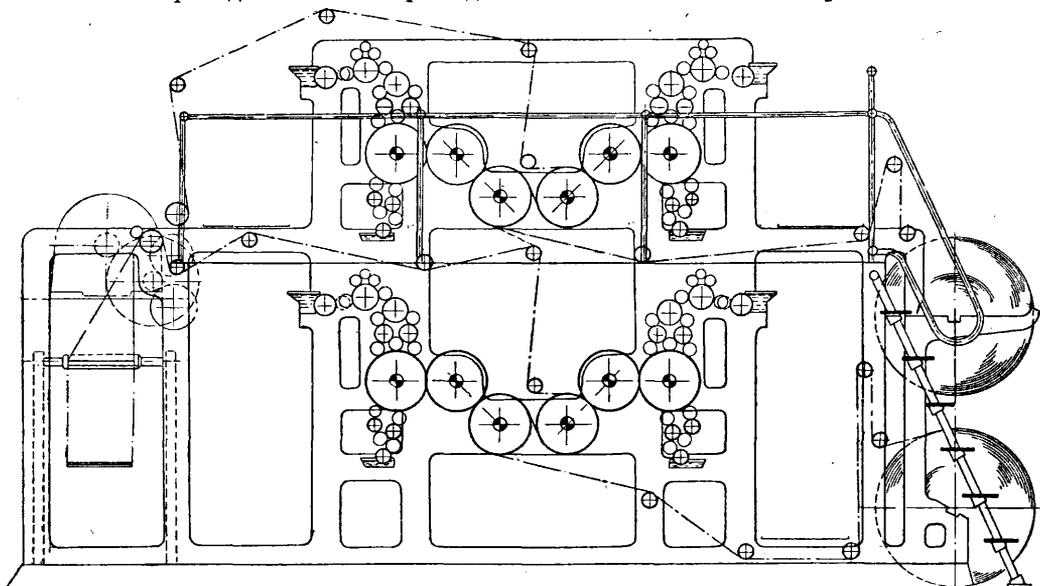


Фиг. 42.

ны). На фиг. 42 изображен схематич. разрез однорольной офсетной П.м.; обозначения: 1—формные цилиндры, 2—передаточные цилиндры, 3—печатные цилиндры, 4—красочные аппараты, 5—увлажнители, 6—бумажный рулон и 7—фальцовочный аппарат. Движение бумажной ленты видно из чертежа. В этой машине 6 цилиндров, и бумажная лента проходит сначала через один

тельно, и получается удвоенное количество продукции, отпечатанной с лица и оборота в одну краску.

В ротационных машинах обращается особенное внимание на устройство красочного аппарата и увлажнителя. Растирание краски производится исключительно при помощи растирающих валиков, поэтому их делают большее число. На фиг. 44 дан схематич.



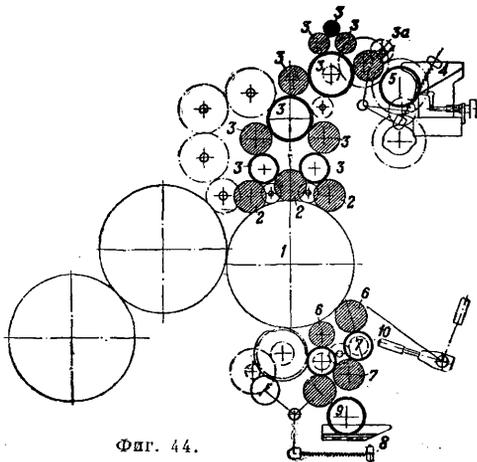
Фиг. 43.

печатный аппарат, где получает оттиск с лица, а затем через другой, где печатается с оборота. Эти машины однокрасочные. Для печати в две краски конструируются машины в 12 цилиндров. На фиг. 43 дан схематический чертеж подобной машины. Она представляет собой как бы поставленные друг на друга две однорольные машины. Для печати в две краски машина заряжается

чертеж красочного аппарата и увлажнителя. Красочный аппарат состоит из красочного ящика с дуктором 5, подающего валика 3а, к-рый передает краску с дуктора на растирающие валики, целой системы раскатных валиков 3 и накатных валиков 2, к-рые накатывают краску на формный цилиндр 1. Увлажнитель располагается внизу формного цилиндра и состоит из ящика для воды 8,

дуктора 9, распределительных валиков 7, мочильных валиков 6; сбоку аппарат имеет рукоятку 10 для отодвигания мочильных валиков.

Некоторые издательства за границей заказывают специальные офсет-машины для выпуска своих изданий, газет и журналов. Интересны те комбинации, какие могут дать



Фиг. 44.

соединения в один агрегат нескольких ротационных офсет-машин. Производительность таких агрегатов ок. 8 000—10 000 экз. в час.

Ротационные многокрасочные П. м. офсет. Из описанного выше устройства ротационных машин и многокрасочных машин, печатающих на флатовой бумаге, ясны те конструктивные возможности, к-рые представляются для конструирования многокрасочных ротационных машин. Одним из примеров этого может явиться пятикрасочная офсет-машина одного немецкого машиностроительного з-да, к-рая может печатать в одну краску с лицевой стороны и в четыре с оборота. Бумажная лента сначала идет в одну печатный аппарат, где печатается в одну краску с лица, затем в другой, устроенный, как описано выше (фиг. 41), для печати в четыре краски.

Офсет-машины малого формата приспособлены для выполнения мелких работ. Принципы устройства их идентичны с другими офсетными машинами. Обслуживаются они одним человеком и имеют очень компактный вид.

Офсет-американка. Следует еще упомянуть о тигельной машине, где конструктор (Гроссе) сочетал принцип офсетного способа печати с принципом устройства тигельной машины. Эта П. м. мало отличается от описанных выше тигельных машин. Существенная разница состоит в том, что она имеет два талера — один расположен вертикально спереди машины, как в тигельных машинах других конструкций, другой — позади ее. Для печати по способу офсет печатную форму (напр. набор, стереотип, клише и т. п.) укрепляют на заднем талере, а на переднем укрепляют резиновую пластину. Передаточный цилиндр, обтянутый резиновым полотном, совершая круговращательное движение вокруг всей машины,

воспринимает оттиск с печатной формы и передает его на резиновую пластину, расположенную спереди машины. Тигель прижимает бумагу к резиновой пластине, оттиск с которой передается на бумагу. Несколько отлично от других тигельных машин в офсет-американке устроен красочный аппарат. Тележка с накатными валиками совершает круговращательное движение вокруг всей машины. Кипсейка и большой раскатный цилиндр помещены сзади машины. Эти машины в практике наших типографий плохо оправдали себя.

Резиновое полотно. Существенную роль для хорошей печати играет резиновое полотно, которым обтянут передаточный цилиндр. Поэтому очень важно выбрать резиновое полотно надлежащего качества и держать его под постоянным наблюдением, тщательно ухаживая за ним. Кроме качества резины, к-рая составляет верхний слой полотна, большое значение имеет ткань, служащая основой. Ткань не д. б. слишком грубой, т. к. тогда ее структура может проступать сквозь резину. Резиновый слой должен быть эластичным, но не слишком толстым, так как в этом случае он будет дробить. После работы резиновое полотно следует тщательно промыть; для этого пользуются чистой мягкой тряпкой и смесью 2 ч. керосина и 1 ч. спирта. Если резина имеет тенденцию к затвердеванию, ее следует промывать бензолом. В противоположном случае (при размягчении) следует увеличить количество спирта. После промывания полотно следует протереть 2 ч. талька и 1 ч. серного цвета. Протирку следует производить через нек-рый промежуток времени после промывки (лучше на другой день перед началом работы). Промывкой полотно не следует злоупотреблять, так как это может повлиять на качество полотна. Качество красок и бумаги оказывает большое влияние на резиновое полотно. Плохо проклеенная бумага оставляет много пыли и грязи на резине, что действует на нее разрушающе. Слишком жирные краски заставляют набухать резину, поэтому офсетные краски следует употреблять менее жирные. Некоторые краски содержат в себе такие составные части, к-рые действуют разрушающе на резину. Поэтому рекомендуется предварительно испробовать краску на кусочке резинового полотна. Отмечено, что через нек-рый промежуток печатания на резине появляется рельеф печатной формы. Это явление в небольшой степени не только не вредно, но даже в известном смысле улучшает качество печати. Однако при дальнейшем развитии этого явления возможно затруднение в печати, так как краска начинает дробить. В таких случаях не следует стирать этот рельеф наждачной бумагой или пемзой. При перемете печатной формы рельеф сам собой сглаживается, кроме того он исчезает при промывании. Резиновое полотно следует хранить в темном и холодном месте. Следует иметь несколько комплектов его, чтобы иметь возможность часто сменять и давать «отдыхать» (способствует восстановлению его качества).

Лит.: Гарднер М., Что такое офсет, «Германский печатник», Берлин, 1924; Бреттаг В., Что

надо знать про офсет-машины, там же, 1925; В е б е р К., Печатающие на офсет-машине, там же; О новых офсет-машинах, там же, 1926; Р о д с Г. Дж., Литографское искусство, пер. с англ., Л., 1928; Р у с с Р., Основы современной репродукционной техники, пер. с нем., М.—Л., 1930; Г л а к т и о н о в И., Офсет, «Книга и революция», П., 1921, 7; Л а у б е р т Ю. К., Что такое офсет, «Графическое искусство», М., 1925, 2; Б р а у н Е., Катунские офсет-машины, «Графика», Берлин, 1925; B i l l e r Th., Das Gesamtgebiet d. Offsetdruckes, 3 Aufl., Lpz., s. a.; C o r k e t t T., Photo-litho a. Off-set Printing, L., 1923; K r ü g e r O., Die lithographischen Verfahren u. d. Offsetdruck, 2 Aufl., Lpz., 1929; W a t t e r S., Der Flach- u. Offsetdruck, B., 1930; R u s s R., Handb. d. modernen Reproduktionstechnik, B. 1—2, 3 Aufl., Frankfurt a/M., 1927; E d e r J. M., Rezepte, Tabellen u. Arbeitsvorschriften für Photographie, 13 Auflage, Halle a/S., 1927; V a l e n t a E., Die Rohstoffe d. graphischen Druckgewerbe, B. 1, 2 Aufl., Halle a/S., 1923; B. 2, 2 Aufl., ibid., 1925; B. 3, ibid., 1914; «Allgemeiner Anzeiger für Druckerei», B.; «La Papeterie», P.; «Offset», Buch- u. Werbekunst, Lpz.; «Deutscher Drucker», B.; «Reproduktion», Frankfurt a/M.; «Der graphische Betrieb», Berlin.

Е. Готман.

ПЕЧИ металлургические, печи, в к-рых нагреваемый материал доводится до той t° , при к-рой должен идти тот или иной металлургич. процесс. По способу передачи и использования тепла П. делят на четыре основных класса: 1) П., в к-рых обрабатываемый материал смешивается с топливом, 2) П., в которых обрабатываемый материал отделен от топлива, нагреваясь продуктами горения непосредственно, 3) П., в к-рых обрабатываемый материал отделен от продуктов горения и получает тепло через стенки сосуда, в к-ром он находится, и 4) П., в которых используется тепло не горючего, а химич. реакций, происходящих в П. Размеры и конструкция П. каждого класса находятся в зависимости от вида горючего, которое служит источником тепла; поэтому нужно различать П., в к-рых сжигается твердое, жидкое, газообразное и пылевидное топливо, а также П., в которых оно совсем не сжигается.

Характеристика П. 1. К первому классу принадлежат горны и шахтные П. Рабочее пространство, т. е. место, в котором протекает металлургич. процесс, в этих П. вытянуто в вертикальном направлении, но в горнах незначительно, так что отношение высоты его к наибольшему поперечнику не превосходит 1, тогда как в шахтных печах оно всегда больше 1 и доходит до 6 (редко больше). Горны работают обычно на твердом топливе, могущем развить сосредоточенный жар в малом рабочем пространстве этих П. (древесный уголь, кокс, антрацит, кузнечный каменный уголь), но могут работать и на жидком топливе (кузнечные горны на мазуте в Баку). Т. к. рабочее пространство горнов незначительной высоты (минимум в кузнечных горнах ок. 0,15 м), то газы, покидая горн, уносят большое количество тепла; много его уходит и в атмосферу вследствие лучеиспускания, поэтому клд горна очень низок. Все горны работают на дутье, хотя и слабого напряжения (см. Горн, Кричный горн). Шахтные П., наоборот, принадлежат к наиболее экономично работающим П. благодаря б. или м. значительной высоте их рабочего пространства и нагреванию материала по принципу встречного течения, а также (в нек-рых случаях) применению нагретого дутья. Поперечное сечение шахты этих П. почти всегда круг-

лое, т. к. оно требует наименьшего при данной площади сечения количества строительных материалов, кирпича и железа и дает наименьшую потерю тепла; исключение составляет *ватер-жакет* (см.). Рабочее пространство в шахтных П. часто ограничивается двумя конич. поверхностями, верхнее и нижнее сечение к-рых узкое, а в плоскости соприкосновения имеет наибольший поперечник (распар), но в доменных П. плоскость их соприкосновения заменяется обычно цилиндром (цилиндрич. распар), цилиндр же часто ограничивает и стены горна. Вагранки часто имеют цилиндрическое рабочее пространство по всей высоте; очень редко применяется шахта с расходящимися стенами сверху донизу, напр. в тех случаях, когда размягчающийся материал может нарастать на сходящихся книзу стенах (П. сист. Вестмана для обжига магнитных железняков при высокой t°).

Абсолютные размеры шахтных П. весьма разнообразны, меняясь в зависимости от качества сырых материалов, обрабатываемых в них, требуемой производительности и характера процесса. Наряду с П. в 30,5 м высоты работают и П. в $2\frac{1}{2}$ —3 м. Высокие (обыкновенно плавильные печи) работают с дутьем б. или м. значительного напряжения, с большой интенсивностью горения (500—1000 кг/м² в 1 ч.) и высокой t° ; низкие П. для обжига и прокаливания могут работать как самодувные, т. е. естественной тягой, засасывая воздух из атмосферы. И интенсивность горения и развиваемая в их рабочем пространстве t° значительно ниже, чем в П. с дутьем (5—20 кг/м² в 1 ч.). К дутью прибегают в высоких П. по необходимости, но и в низких П. оно применяется: 1) когда нужно установить горение постоянного количества топлива в единицу времени (независимо от сопротивления столба плавильных материалов, изменяющегося в зависимости от физич. свойств материалов и тем меняющегося количества засасываемого естественной тягой воздуха), 2) когда нужно увеличить производительность П. поднятием интенсивности горения или увеличением области высоких t° . Если металлургич. процесс допускает самую высокую температуру или требует ее, то применяют горячее дутье, к-рое вызывает сбережение горючего, т. к. сокращает количество газов, уходящих через колошник, и следовательно уменьшает потерю тепла.

Характерной особенностью шахтных П. является то, что образующиеся от горения топлива газы проходят в П. б. или м. длинный путь, проникая между движущимися им навстречу и нагреваемыми ими материалами, что обеспечивает хорошую теплопередачу. Шахтные П. работают в большинстве случаев на твердом топливе, которое заваливается в П. слоями, вперемежку с обрабатываемыми материалами. Иногда однако твердое топливо сжигается в топках у самой П., причем в шахту поступают продукты горения; наконец нек-рые П. работают на газе, вырабатываемом вне П. и лишь в ее шахте встречающемся в слое горения, предварительно подогретый в слое раскаленного материала. Жидкое топливо не применяется для

отопления шахтных П. Темп-ры, развиваемые в них, м. б. и очень высокими (доменные П.) и очень низкими (обжигательные П. для бурых железняков); высота t° в этих П. удобно регулируется расходом горючего (по отношению к единице обрабатываемого материала), интенсивностью горения, нагревом дутья. Конструкцию и размеры этих П.—см. *Вагранки, Ватер-жакет, Доменное производство, Известь*.

2. П. второго класса, в которых топливо не смешивается с обрабатываемым материалом и нагревание его производится в рабочем пространстве продуктами горения непосредственно, называются пламенными или отражательными. Рабочее пространство их вытянуто в горизонтальном направлении и раскаленные газы (называемые пламенем, если они светятся), идя обычно в том же направлении, лишь касаются обрабатываемого материала, нагревая его лучеиспусканием и конвекцией (см.), но не проходя между отдельными кусками его, вследствие чего передача тепла и использование его поставлены в этих П. в худшее положение, чем в шахтных П. Вся печная установка при работе на твердом горючем состоит из топки с поддувалом и колосниковой решеткой, пламенного окна, соединяющего топку с рабочим пространством, дымового пролета, соединяющего рабочее пространство с дымовым бором, и трубы. Топка для твердого горючего и дымовая труба в металлургии, П. такие же, как и в П. других производств (см. *Топки, Дымовая труба*). Сечение пламенного окна делается значительно меньше горизонтального сечения топочного пространства, для того чтобы пережимом струи газов, содержащих избыток кислорода и вместе с тем несгоревшие продукты сухой перегонки топлива, способствовать более быстрому сгоранию их. Отработавшие газы уходят из рабочего пространства П. через дымовой пролет в боров; сечение первого делается гораздо меньше, чем пламенного окна. Под пламенных П., в к-рых протекает процесс плавления, имеет вид ванны, ограниченной со стороны топки и борова порогами или пологими откосами пода. В таких П. обычно развивается высокая t° , и длина пода ограничивается длиной пламени, даваемой горючим (напр. для каменного угля часто не больше 1,8 м; для жидкого, газообразного и пылевидного топлива она м. б. значительно больше), и его t° при выходе; последняя д. б. выше $t^\circ_{н.л.}$ материалов. В нагревательных П. под делается плоским и гораздо более длинным, чем в плавильных, благодаря чему газы уходят из печи, имея сравнительно низкую t° ; нагреваемый материал, поступая в П. у места отхода газов, передвигается навстречу продуктам горения, т. е. к пламенному окну, где приобретает наивысшую t° . Т. о. в нагревательных пламенных П. осуществляется принцип встречного течения, не применимый в плавильных печах. Иногда длинное рабочее пространство пламенных П. делят на части, помещая их одна над другой и соединяя пролетами; так получают многоэтажные П., которые по внешнему виду представляются шахтными

П., будучи по существу пламенными, так как в каждой части рабочего пространства (отдельном этаже) газы идут в горизонтальном направлении над слоем расположенного на поду материала.

Свод рабочего пространства делается обычно цилиндрическим, изредка—куполообразным. В длинных нагревательных П. он часто делится на 2 ясно различаемые части: 1) расположенную вблизи порога и высоко над подом часть, в к-рой завершается процесс горения и происходит нагревание материала исключительно лучистой теплотой, и 2) низко расположенный свод, заставляющий продукты горения омывать обрабатываемый материал для более совершенного поглощения тепла конвекцией, что удаётся лишь тогда, когда дым отводится через отверстие в поду, а не в своде. Положение свода над подом (высота свода) определяет собой объем пространства, в к-ром завершается процесс горения и устанавливается передача тепла в той мере, какая допускается металлургическим процессом. Расстояние от свода до пода оказывает поэтому большое влияние на результаты работы П., но при определении его принимают во внимание не только работу газов в П., но и размер кусков или форму предметов, обрабатываемых в П. Слишком высокий свод увеличивает расход горючего, слишком низкий свод быстрее изнашивается, оплавляясь языками пламени (в особенности если оно неправильно направлено) и разъедаясь разбрызгивающимся шлаком.

Для отопления пламенных П. применяются все виды горючего; это обстоятельство в связи с разнообразием процесса, совершающегося в этих П., и материалов, обрабатываемых в них, создает крайнее разнообразие и в конструкции и в размерах пламенных П. Применение жидкого и пылевидного топлива упрощает конструкцию П. устранением топки, т. к. оба эти вида топлива распыливаются в рабочем пространстве непосредственно с помощью форсунок (см.). Газообразное топливо, наоборот, усложняет и удорожает печную установку наличием топок неполного горения (см. *Газогенераторы*) и особых устройств, использующих уносимое из рабочего пространства тепло продуктов горения для подогрева воздуха или сверх того и газа (регенераторы и рекуператоры) и наконец особых *горелок газовых* (см.) для сжигания газов или специальной конструкции каналов для подвода газа и воздуха к рабочему пространству газовой печи. Это побуждает строителей П. прибегать к устройству газовых П. с регенераторами только тогда, когда это безусловно необходимо, а именно когда требуется самая высокая температура, или же когда качество топлива таково, что оно не может дать нужной, хотя бы не особенно высокой, температуры (например в случае очень влажного топлива).

В большинстве случаев пламенные П. работают естественной тягой, т. к. оказывают небольшое по сравнению с шахтными П. сопротивление для прохода газа через всю печную установку, считая здесь и регенераторы. Темп-ра в рабочем пространстве пла-

менных П. регулируется количеством топлива, сожигаемого в топке, временем пребывания газов в рабочем пространстве П. (чем оно меньше, тем выше средняя t° рабочего пространства) и иногда подогревом воздуха и газа. По отношению к размерам нужно отметить, что существуют и плавильные и нагревательные П. с рабочим пространством менее 1 м длины; с другой стороны, работают плавильные П. с ванной в 30 м длины, нагревательные печи в 60 м (трубчатые) и даже 120 м (туннельные). В зависимости от рода производства, в котором применяются П., они носят соответствующие названия: кирпичеобжигательные (см. *Кирпичное производство*), маргеновские (см. *Маргеновское производство*), медеплавильные (см. *Медь*), пудлинговые П. (см. *Пудлингование*).

3. П., в которых обрабатываемый материал не соприкасается ни с топливом ни с продуктами горения, помещаясь в особых сосудах и нагреваясь теплом, проходящим через стенки этих сосудов, называются посудными. Они делятся на 1) тигельные, в которых производится плавление металлов или сплавов, 2) муфельные, служащие для нагрева или обжига, 3) ретортные, в которых производится разложение нагреваемого материала с улавливанием газообразных продуктов перегонки для использования их вне печи. Клд этих П. гораздо ниже, чем пламенных, и вообще очень низок, но несмотря на это с ним приходится мириться, когда необходимо предохранить обрабатываемый в П. материал от вредного действия газов или отделить газообразные продукты разложения от продуктов горения (напр. в производстве кокса или светильного газа). Для отопления посудных П. применяются все виды топлива. Работают эти П. как естественной тягой, так и дутьем; температура регулируется в них так же, как и в пламенных печах. Описание посудных печей см. *Газовое производство, Коксование, Ртуть, Цинк*.

К печам, в к-рых используется только тепло химич. реакций, можно отнести П. для обжига сернистых руд, в к-рых нужно для хода процесса тепло дается окисляющимися сернистыми соединениями, так что разогревая первоначально П. работает далее непрерывно, обходясь без горючего (см. *Веджа печь*). К этому же классу П. должны быть отнесены *конвертеры* (см.) и наконец колодцы Джерса. В конвертерах окисление достигается продувкой воздуха через более или менее значит. слой жидкого чугуна или штейна (сплав сернистых соединений тяжелых металлов), вследствие чего конвертеры работают на дутье значительного напряжения, чем существенно отличаются от П. для обжига сернистых руд, к-рые обыкновенно получают воздух естественной тягой. Томильные колодцы Джерса работают без подвода тепла: в них установленные вертикально стальные слитки только выдерживаются, имея при посадке довольно холодную корку и жидкое, хоть и не всегда, ядро в верхней части слитка. Охлаждающаяся передачей тепла наружу сердцевина слитка нагревает поверхностный его слой до t° , достаточной для прокатки, чем и до-

стигается цель посадки слитков в колодце. В конструктивном отношении колодец представляет простейшую П.—яму в заводском полу, обмурованную огнеупорным кирпичом и прикрытую съемной крышкой с огнеупорной футеровкой. Делают и отапливаемые колодцы, но это—пламенные П., отличающиеся от обычных нагревательных только тем, что слитки в них стоят, а не лежат (стоячее положение представляет известное удобство для посадки слитков в П. и выемки их оттуда).

Части конструкции П. В конструктивном отношении каждая П. состоит из двух частей: огнеупорной кладки и металла. арматуры. Назначение первой—воспринимать на себя действие высокой t° , а второй—скреплять огнеупорную кладку, не давая ей раздвигаться под влиянием нагрева и давления, производимого обрабатываемыми материалами или продуктами плавки.

1. Огнеупорная кладка в разных П. и в разных местах одной и той же П. должна удовлетворять различным требованиям как в отношении химич. состава, так и огнеупорности. Желательная степень огнеупорности удовлетворяется довольно легко, но так как высокоогнеупорные изделия обходятся дорого, то стремятся в каждой печи применять менее огнеупорный материал везде, где только это возможно. Труднее удовлетворяется требование стойкости против разъедающего действия шлаков, в особенности железистых. Наилучшими материалами в этом отношении являются магнетит, тальк и хромистый железняк, из которых изготавливаются кирпичи или набойка, однако их дороговизна мешает их широкому применению и заставляет прибегать к другим огнеупорным материалам—глинистым и кремнистым. Кремнистый кирпич (см. *Динас*) или наварная кремнистая набойка хорошо сопротивляются жару и растворяющему действию кислых шлаков и при самых высоких t° обладают очень ценным свойством «вести себя как твердое тело», по выражению Ле-Шателье, т. е. сохраняя свою строительную прочность. Шамотный кирпич (шамот), будучи высокоогнеупорным, начинает размягчаться (т. е. делаться пластичным) при 1 300—1 400°, но он хорошо сопротивляется растворению в основных известково-глиноземистых шлаках, почему и применяется во всех доменных П., работающих на коксе. Т. к. шамотный кирпич обходится дешевле кремнистого, то кладка стен и сводов нагревательных П. делается из него, причем растворяющее действие железистых шлаков воспринимается кремнистым (из песка) или (редко) тальковым подом. Под в плавильных и нагревательных П. делается обыкновенно из набойки кислой (кварцевый песчаник, чистый песок) или основной (магнезит, доломит). Применение кремнистого кирпича на постройку и ремонт П. примерно в четыре раза меньше, а магнезитового и хромистого—в 60 раз меньше по сравнению с шамотным кирпичом; употребление талька еще более ограничено, но в некоторых металлургич. районах, напр. на Урале, он должен играть большую роль при устройстве подов нагревательных П.

Форма и размеры применяемых огнеупорных материалов имеют большое значение как для стоимости постройки и содержания печей, так и для длительности службы их. Маломерный кирпич при одинаковом химич. составе выше по своим физич. качествам, чем кирпич крупных размеров, так как первый сильнее и равномернее обожжен во всей своей массе и сверх того требует меньше работы при укладке на месте, в особенности, если форма и размеры кирпичей точно выполнены. Принятая у нас стандартная толщина кирпича—65 мм, но для новых доменных П. делается кирпич 75 мм толщины. Что касается длины и ширины, то у нас принят и англ. и нем. размеры (см. *Кирпич огнеупорный*), но для доменных П. изготавливается кирпич полуторной длины (343 мм), идущий в перевязку с нормальным английским. Для посудных П. тигли, муфели и реторты делаются из шамотной массы, тигли иногда с примесью графита (см. *Графитовые тигли*); но для работы при невысокой сравнительно t° муфели отливают из чугуна, к-рый имеет преимущество перед шамотом благодаря своей высокой теплопроводности.

2. Стягивающая кирпичную кладку стен П. металлическая арматура в разных П. или в разных частях одной и той же П. тоже несет неодинаковую службу. Часто она должна быть не только прочной, но также и непроницаемой для жидкой массы и газов, к-рые находятся под большим давлением. В таком случае она делается клепаной из листовой стали, сболченной из чугуновых или стальных плит и скрепленной обручами (доменные печи, конвертеры). В шахтных печах сплошной кожух часто заменяется обыкновенными обручами, стягивающими кладку в тех частях П., где нет расплавленного металла и штейна. В большинстве пламенных П. непроницаемость достигается обыкновенной кладкой, т. е. газы в рабочем пространстве этих П. имеют отрицательное давление или очень слабое положительное. Кладка стен в этих случаях возводится между чугунными плитами или листами котельного железа, к к-рым приставляют стойки или лежни из фасонного железа, реже—чугунные наличники, притягиваемые друг к другу связями с нарезкой на концах, позволяющей регулировать степень натяжения. Под пламенных П. обычно выкладывается на стальных листах или чугунных плитах, поддерживаемых катаными стальными балками (нагревательные, мартеновские П.). Реже оно покоится на прочном фундаменте П., образуя массивную кладку, прикрытую наварным подом (медеплавильные П.). К металлич. арматуре м. б. отнесены и охлаждающие устройства, к-рые в нек-рых типах П. приобрели значительное развитие, напр. *ватер-эсакет* (см.); современные доменные П. имеют сложную и разнообразную по конструкции охлаждаемую водой арматуру, мартеновские П. тоже снабжаются ею.

Источники получаемого П. тепла, его распределение и степень использования. 1. Источниками получаемого П. тепла могут служить: 1) горение топлива, 2) реакции, со-

провождаемые выделением тепла, 3) нагретое дутье, 4) подогретый материал. Во многих П. единственным источником тепла служит только 1-й, т. е. горение топлива, напр. в П. для обжига бурых железняков, известняка, магнезита, кирпича, для нагревания и плавления в тиглях металлов и их сплавов. Но при обжиге магнитного железняка, переплавке чугуна в вагранках, нагреве железа в пламенных П., перевод железа в высшую степень окисления и выгорание примесей железа и его самого играют уже некоторую роль в общем приходе тепла. Окислительная плавка сернистых руд в шахтных печах (см. *Медь*) дает уже значительную, но различную для разных руд, часть тепла, вследствие окисления сернистых соединений. В конвертерах и П. для обжига сернистых руд (при определенном содержании серы) все тепло дается только вторым источником. Количество тепла, приносимое подогретым воздухом, меняется в широких пределах 0—20% всего прихода тепла. Тепло, приносимое обрабатываемым материалом, играет существенную роль только тогда, когда он поступает в П. в жидком состоянии (чугун в конвертер или мартеновскую П., штейн в конвертер). В таблице 1 указано распределение получаемого П. тепла по источникам (в % общего прихода).

Табл. 1.—Распределение тепла (в %).

Тип печи или ее назначение	Горение топлива	Реакция	Дутье	Тепло материала
Обжигат. П. (кирпич, бурый железняк, известняк)	100	—	—	—
Вагранки (переплавка чугуна)	94	6	—	—
Шахтная П. (обж. магн. жел.)	80	20	—	—
Доменная печь (высокий нагрев дутья)	78	2	20	—
Пламен. П. для нагрева железа	84	8	8	—
Мартеновская П.	43	17	30*	10
Конвертер для продувки штейна	—	80	—	20
» » » чугуна	—	48	—	52

* Нагревается не только воздух, но также и газ до $t 1100^\circ$.

Степень использования тепла, кпд П., в значительной мере зависит от того, из каких источников оно получается. Горение топлива, вследствие того что оно идет с более или менее значительным избытком воздуха, дает большое количество газов, которые уносят много тепла из П. неиспользованным; между тем приносимое дутьем, обрабатываемым материалом и выделенное реакциями тепло не увеличивает количества продуктов горения и следовательно используется в печи полностью. Поэтому чем меньше П. получает тепла горением топлива (по сравнению с другими источниками тепла), тем выше в ней степень использования тепла.

2. Тепло передается поверхности обрабатываемых в печах материалов: 1) непосредственным соприкосновением (см. *Конвекция*), 2) излучением или лучеиспусканием, 3) внутрь их массы—теплопроводностью. Теплопередача происходит потоком горячих газов, в виду чего равномерное распределе-

ние их и совершенное омывание ими отдельных кусков нагреваемого материала является существенным условием как хорошего прогревания материала, так и равномерного использования тепла, и равномерного прогрева материала. Это достигается правильным направлением потока газов и приданием ему надлежащей скорости. Последняя оказывает влияние не только на распределение газов, но и на самый коэффициент теплопередачи, к-рый растет с увеличением скорости газов. Что касается направления движения потока газов, то в печах должно быть соблюдено правило: горячие, т. е. согревающие, газы направлять сверху вниз, а холодные, т. е. нагреваемые, — снизу вверх, для того чтобы достигалось самоуравновешивание t° во всех частях поперечных сечений, перпендикулярных к направлению движения газов. Равномерное распределение газов между кусками обрабатываемых материалов затрудняется неодинаковой величиной их и присутствием в них мелочи и пыли. Чем меньше абсолютный размер кусков, тем уже каналы между ними для прохода газов, тем больше число поворотов для струй газов, тем больше потеря напора газов для преодоления трения и тем больше д. б. давление и начальная скорость газов.

В шахтных П. согревающие газы идут снизу вверх (вопреки изложенному выше правилу), проходят через всю толщу плавильных материалов в виде кусков самой разнообразной величины, и все же в некоторых из шахтных П., напр. в доменных, достигается высокое использование полученного ими тепла. Это осуществляется: 1) целесообразным распределением материалов при завалке их в П.: у стен шахты, где газы находили бы себе менее извилистый и потому более короткий путь, засыпаются более мелкие куски материалов, а у оси печей — более крупные; 2) значительной скоростью (большим напором) газов, регулируемой количеством дутья, устанавливаемым сообразно поперечным сечениям П., и 3) применением нагретого дутья. В этих П. передача тепла лучеиспусканием играет самую незначительную роль, т. к. она ограничивается тем местом, где горит топливо; передача тепла конвекцией, наоборот, имеет развитие по всей высоте П., и тем большее, чем равномернее распределяются газы. В пламенных П. газы движутся в горизонтальном направлении, и если они идут под сводом, не касаясь обрабатываемого материала, то последний нагревается исключительно лучеиспусканием. Чтобы использовать и передачу конвекцией, струе горячего газа придают большую скорость и такое направление, что она «лижет» материал на поду. Чем длиннее рабочее пространство П., тем больше д. б. скорость газов для сохранения того направления, какое им было придано при входе в рабочее пространство. Когда опасаются окисления металла (нагревание стали и железа), пламя не направляют на под, но, делая свод понурым или с пережимом и отводя дым с пода, способствуют тому, что на значительном протяжении пода продукты горения нагревают материал конвекцией. Подогрев воздуха, как и в шахтных П., дает сбережение в топ-

ливке, но объясняется оно не только уменьшением потери тепла в газах, но еще и тем, что повышается t° горения и усиливается от этого передача тепла лучеиспусканием (в 4-й степени разности абсолютных температур), что ускоряет подогрев и тем самым увеличивает производительность П., уменьшая потери тепла в атмосферу (на единицу продукта).

3. Полученное П. тепло расходуется так: 1) передается находящимся в П. продуктам обработки, 2) поглощается эндотермич. реакциями, 3) уносится из П. газами и 4) теряется в атмосферу посредством лучеиспускания и вследствие охлаждения П. воздухом. Последние две статьи составляют потерю тепла, а первые две считаются полезной и издержанной теплом, определяющим собой кпд П. Смотря по сущности процесса количественное соотношение между 1-й и 2-й статьями расхода меняется в широких пределах. Есть П., в к-рых первая статья отсутствует, и все израсходованное тепло идет на эндотермич. реакции, напр. в обжигательных П., если продукт обжига выгребается холодным. С другой стороны, в пламенных П. для нагрева и переплавки металлов, в тигельных и муфельных печах совсем не идут эндотермические реакции. В доменных П. чугун и шлак уносят с собой лишь 15—18% всего издержанного тепла, а 60—65% его идет на эндотермич. реакции восстановления руды и разложения флюса. В вагранках же 65—75% всего тепла передается металлу и шлаку и лишь 2—5% поглощается эндотермич. реакциями разложения влаги дутья и углеизвестковой соли флюса. Отношение полезного издержанного тепла к потерянному находится в зависимости не только от сущности процесса, совершающегося в П., ее типа и конструкции, но также и от ее тепловой мощности. П. большой мощности лучше используют получаемое ими тепло, так как в них все потери тепла сравнительно (т. е. по отношению к единице производительности) меньше, вследствие того что поверхность охлаждения П. растет не пропорционально мощности ее, а гораздо слабее. Отношение суммы тепла по 1-й и 2-й статьям к тому количеству тепла, какое могло бы выделиться при полном горении издержанного количества топлива, называется абсолютным кпд. В П. с восстановительным процессом, т. е. не допускающим полного горения углерода, для характеристики П. как теплового аппарата определяется кпд тепла в П., который выражается отношением использованного тепла к тому его количеству, какое П. действительно получила. Ниже выведены кпд, характеризующие тепловую работу в некоторых типичных случаях практики.

1) Кузнечный горн. Расход угля (в 7 000 Cal) 0,8 на единицу проковываемого железа, темп-ра которого 1 400° в среднем. Приход тепла: $0,8 \cdot 7\,000 = 5\,600$ Cal. Полезный расход: $0,167 \cdot 1 \cdot 1\,400 = 233,83$ Cal. Кпд равняется $233,8 : 5\,600 = 0,0416 = 4,16\%$. (Не сосчитано в приходе тепло окисления железа в магнитную окись и в расходе — тепло нагрева полученной окиси до 1 400°, что почти не меняет результата.) 2) Тигель-

ный сталеплавильный горн. Расход нефти 0,446 на единицу мягкой стали, перегретой до 1600° (на 100° выше $t_{н.л.}$); теплотворная способность нефти равняется 9 800 Cal. Горение нефти дает $0,446 \cdot 9\ 800 = 4\ 371$ Cal. Нагрев, плавление и перегрев стали требуют: $1 \cdot 0,167 \cdot 1\ 500 + 65 + 0,2 \cdot 100 = 336$ Cal. Кпд = $336 : 4\ 371 = 0,077 = 7,7\%$. В данном случае этот КПД выше обычного для типичных горнов, т. к. данный горн работает непрерывно и в него вмещается 6 тиглей одновременно с садкой в 16 кг в каждом. 3) Шахтная П. Вестмана для обжига магнитного железняка. Расход газа, дающего при сжигании 950 Cal/м³, равен 300 м³ на 1 т руды, содержащей 85% магнитной окиси, из которых 70% переходит в окись железа. Руда выгребается, имея 800°. Горение газа дает $0,3 \cdot 950 = 285$ Cal. Окислением руды выделяется $0,7 \cdot 111 = 77,7$ Cal (111 Cal выделяется при окислении 1 кг магнитной окиси в окись железа). Для нагрева руды до 800° требуется $1 \cdot 0,223 \cdot 800 = 178,4$ Cal. Кпд = $178,4 : (285 + 77,7) = 0,492 = 49,2\%$. Для шахтной П. этот КПД невелик; это объясняется тем, что окислительный обжиг требует большого избытка воздуха в продуктах горения, что увеличивает потерю тепла через колошник. 4) Кпд самых больших шахтных П., т. е. доменных, — см. *Доменное производство*. 5) Кольцевая П. (Гофмана) для обжига известняка. Расход каменного угля 8% от веса камня, из которого обжигом удаляется 40% углекислоты. Горением угля дается $0,08 \cdot 7\ 000 = 560$ Cal. Выделение углекислоты требует $0,4 \cdot 998 = 399$ Cal. Кпд равен $399 : 560 = 0,713 = 71,3\%$. 6) Пламенная П. для переплавки чугуна для отливок. Расход каменного угля (7 000 Cal) = 0,35; чугун нагревается до 1 350°. Горение угля дает $0,35 \cdot 7\ 000 = 2\ 450$ Cal. Нагрев, плавление и перегрев чугуна требуют всего $0,178 \cdot 1\ 200 + 23 + 0,25 \cdot 150 = 275$ Cal. Кпд = $275 : 2\ 450 = 0,112 = 11,2\%$. (Опущено в приходе тепло окисления примесей железа и его самого, а в расходе — уносимое шлаком, что почти не меняет конечного результата расчета.) 7) Пламенная П. для нагрева железа. Сжигается каменного угля (7 000 Cal) 10% от веса металла, нагревается он до 1 300°. Приход тепла: $0,1 \cdot 7\ 000 = 700$ Cal; расход: $0,167 \cdot 1\ 300 = 217,1$ Cal. Кпд = $217,1 : 700 = 0,31 = 31\%$. Это — упрощенный расчет, не принимающий во внимание угара железа (около 4% его веса), т. е. тепла окисления железа в приходе и тепла нагрева шлака в расходе. 8) Кпд газогенераторов — см. *Газогенераторы*. 9) Кпд мартеновских П. — см. *Мартеновское производство*.

Выбор печи и определение ее размеров. 1. Характер протекающего в П. процесса и свойства доступного в данном районе топлива часто определяют тип и размеры П.; выбор ее в таком случае не представляет затруднений, но часто представляется возможность в одном и том же районе работать на нескольких видах топлива (напр. у нас на Урале) или вести процессы в П. разного типа; тогда приходится принимать в соображение значение нижеследующих обстоятельств, влияющих на выбор П. при опре-

деленных местных условиях. 1) Полезное действие П. Шахтные П. имеют наивысший КПД, поэтому их нужно применять всегда, если это допускает сущность процесса и качество плавильных материалов. 2) Сущность протекающего в П. процесса. Выплавка металлов из руд восстановительным процессом удобно производится в шахтных печах; в этом их главное назначение. Но и для окислительного обжига или прокаливания при доступе воздуха шахтные П. тоже представляют большие удобства, т. к. этот процесс не требует каких-нибудь манипуляций, невозможных или затруднительных в шахте; загрузка материалов легко механизмуется, а движение их вниз осуществляется самотеком при выгребке продуктов обработки. Переплавка металлов с наименьшим расходом горючего осуществляется в вагранке, но если требуется изменить состав металлов окислением, то прибегают к пламенным П., если же, наоборот, нужно совершенно избежать влияния на металл окисляющих газов, устранить угар (при дорогом металле) и загрязнение его минеральными составными частями топлива, то прибегают к тигельным П., несмотря на их низкий КПД. Окислительное плавление (рафинирование металлов, передел чугуна на железо и сталь) не осуществимо в шахтных П., пламенные же П. представляют для этого особые преимущества: металл располагается на поду их б. или м. тонк. слоем, что облегчает как пропуск его, так и окисление (высокое отношение поверхности к объему или весу металла). 3) Свойства сырых материалов. Механич. слабость топлива мешает смешивать его с обрабатываемым материалом в высоких шахтных печах и вынуждает делать для них толки простые, полугазовые и газовые. Химический состав минеральных примесей горючего может вызвать загрязнение твердого обрабатываемого в шахтных П. материала и этим принудить прибегнуть к отдельным топкам при этих П. Порошковые руды тоже затрудняют обработку в шахтных П. и заставляют или применять окисковывание их спеканием или формовкой в куски под большим давлением, или же вести плавку в отражательных печах. Даже обжиг руд в кучах возможен лишь с некоторой примесью к мелкой руде кусковой. Пылеватая руда обжигается в самодувных отражательных П., а мелкая, но не пылеватая, — на дутье. 4) Теплотворная и пирометрическая способность топлива. П., в которых должны развиваться высокие t° , строятся для сжигания топлива, обладающего высокой теплотворной и пирометрич. способностью (хороший каменный уголь, нефть, газ коксальный и хороший генераторный); для топлива низкокалорийного в его естественном состоянии (бурый уголь, торф, дрова, доменный газ) остаются процессы, допускающие низкие t° и соответственные типы печей. Но если топливо с низкой теплотворной способностью является единственным доступным или выгодным по цене, а в П. необходимо иметь высокую t° , то его превращают в пылевидное состояние (многозолистый ка-

менный уголь) или в газ (торф, опилки, щесть и бурый уголь). Нефтяное топливо представляет много преимуществ и по тепловым своим свойствам и по удобству сожигания, поэтому, несмотря на свою сравнительную дороговизну, часто у нас применяется для достижения высоких t° в пламенных и посудных П., но употребление его в нагревательных П., работающих с такими t° , какие могут дать дрова или торф, составляет ошибку. Хороший каменный уголь дает достаточно высокую t° для многих процессов, но полное горение его обыкновенно достигается с помощью подогретого воздуха, т. е. в рекуперативных П. В газогенераторах он сожигается только тогда, когда возможно высокая t° является постоянным требованием процесса (мартеновские П.). 5) Размеры производства, непрерывность или периодичность работы П. оказывают самое существенное влияние на выбор как типа П., так и ее тепловой мощности или основных размеров, что видно из следующих примеров. а) Сидериты, а иногда и бурые железняки, обжигаются у места добычи (чтобы не платить за перевозку углекислоты и воды) в шахтных печах или кучах; смотря по производительности рудников и продолжительности срока эксплуатации, П. расходуют меньше топлива и рабочей силы, но затрата капитала на их постройку не оправдывается в том случае, когда рудник работает недолгое время, напр. у нас при добыче руды д у д к а м и. б) Обжиг кирпича всегo выгоднее осуществляется в туннельных П., однако лишь при условии непрерывного действия их и обеспеченного сбыта продукта при большой производительности П. Временная потребность в большом количестве строительного кирпича удовлетворяется постройкой напольных П., т. е. куч с имеющимися у основания их о ч е л к а м и, представляющими примитивные топки без колосников и поддувал. Расход топлива в них велик, отход негодного кирпича—тоже, зато достигается минимальная затрата на погашение стоимости П. в) Для нагрева мелких поковок в значительном количестве, обеспечивающем непрерывную работу хотя бы небольшой П., строятся пламенные нагревательные П.; даже при незначительных размерах они могут работать выгодно, напр. на пылевидном угле или нефти. Но когда нагрев поковок производится периодически, и одновременно поступающее в работу число их невелико, единственной подходящей П. является кузнечный горн, несмотря на его низкий кпд. г) Высококачественная специальная сталь получается переплавкой дорогой металлургической шихты в тиглях; тигли нагреваются в горнах и в регенеративных газовых П. Горн дает более дорогую сталь вследствие высоких расходов на дорогое топливо и рабочую силу, но сам обходится дешево; дорогая регенеративная П. дает более дешевую сталь, но только тогда, когда возможна непрерывная работа ее, т. е. когда крупное производство обеспечено сбытом. д) Для производства стального литья в большом количестве теперь строят мартеновские П. на садку 10—25 т,

к-рые работают выгодно только при непрерывном действии; если же производительность сталелитейной мала, то устанавливают конвертер с боковым дутьем для продувки садок чугуна в $\frac{1}{2}$ —1 т; работа его м. б. выгодна, несмотря на периодичность действия (в течение только части суток). 6) Стоимость постройки П. не имеет теперь того значения, какое ей придавали техники прежде, работая в условиях мелкого капиталистич. хозяйства. Можно не стесняться большими расходами на постройку П., если расчет показывает, что дорогая П. обеспечивает большую производительность, малый расход горючего, низкие расходы на ремонт, механизацию подачи сырых материалов и уборки продуктов обработки, а следовательно—сокращение потребности в рабочей силе.

Если размер производства известен, то остается установить тепловую мощность и основные размеры каждой П., принимая в соображение, что, с одной стороны, П. наибольшей тепловой мощности и производительности дают более дешевый продукт, но, с другой стороны, число П. на каждом отдельном з-де не м. б. очень малым, так как иначе расстройство хода одной П. или временная остановка ее на ремонт расстраивает производство других цехов з-да; напр. в доменном и мартеновском цехах крупных з-дов должно работать не менее четырех П. большой производительности, а лучше—6.

2. Определение основных размеров в шахтных П. установленной производительности исходит из отношения между полезным объемом и производительностью; или из коэф-та использования объема, выражающегося числом m^3 вместимости на 1 т суточной производительности и находящегося в зависимости от времени пребывания плавильных материалов в П., определенно для каждого металлургического процесса и точно известного для всех случаев практики. Для определения поперечных сечений рабочего пространства П. служат (по известному относительному расходу горючего и суточной производительности П.) абсолютный расход горючего в П. в сутки или час и допускаемая или желательная интенсивность горения. В самодувных шахтных П., напр. рудо- и известеобжигательных, ими определяется диам. распара, а в плавильных П. с дутьем—диам. горна. Впрочем в меде- и свинцовоплавильных печах сечение на горизонте фурм определяется по количеству переплавляемой в сутки руды и интенсивности плавки, выражаемой числом т руды, переплавленной на 1 m^2 сечения горна в сутки. Определение высоты по данной вместимости и поперечному сечению горна или распара облегчается тем, что существуют установленные практикой наиболее выгодные соотношения между размерами отдельных частей рабочего пространства, дающие рациональный профиль П., и хорошо установленные пределы для различных размеров. Высота самых больших П. ограничена крепостью горючего и степенью измельченности руды, диам. распара—условием равномерного распределения газов; для самодувных П. он $> 2,5$ —3 м.

При определении размеров пламенных печей исходной величиной служит поверхность пода. Для всякого рода процессов, протекающих в этих П., известна суточная производительность на 1 м² площади пода, что и позволяет определять площадь пода П. по заданной производительности. Высота свода над подом—очень важный размер для правильной работы П.—зависит от многих обстоятельств и м. б. установлена только по опытным данным, относящимся к печам, работающим в аналогичных условиях. Затем для пламенных печей приходится еще определять размеры топок полного и неполного горения, дымовой трубы, газопроводов, дымоходов, а для П. полугазовых и газовых сверх того—рекуператоров и регенераторов.

Газопроводы и дымоходы рассчитываются по допускаемой в них скорости газов, т. к. потеря напора от трения пропорциональна скорости газа (а при вихревом движении—квадрату скорости). Но вместе с тем она пропорциональна и отношению периметра сечения канала к его площади и обратно пропорциональна плотности газов, поэтому в каналах большого сечения и для горячего газа можно допускать большие скорости, и обратно. Рекомендуется, не считаясь с t° газа, относить скорость его к объему при 0° и брать ее для газопроводов и дымоходов равной 1,5 м; но в каналах, подводящих газ к рабочему пространству на коротком расстоянии, допускаются скорости до 6, а в П. большой мощности даже до 10 м (считая при 0°)—со специальной целью сохранения струей газа желаемого направления в рабочем пространстве.

О расчете других частей пламенных П. см.: *Воздухонагреватели, Газогенераторы, Коутер, Мартеновское производство, Регенеративные печи, Топки.*

П. комнатные—см. Отопление.

Лит.: Грум-Гржимайло В. Е., Пламенные печи, ч. 1—5, М., 1925; Павлов М. А., Металлургич. печи, Л., 1930; Грум-Гржимайло В. Е., Гидравлич. метод расчета пламенных печей. «ЖРМО», 1911, стр. 199; его же, Основы правильной конструкции печей, «ЖРМО», 1912, стр. 573; Рафалович И. М., Рационализация типовых печей, М., 1930; Gruner M., *Traité de métallurgie générale*, v. 2, Paris, 1878; Hofman J. O., *General Metallurgy*, New York, 1913; Trinks W., *Industrial Furnaces*, New York, 1926; Mawhinney M. H., *Practical Industrial Furnace Design*, New York, 1928; Hermansen A., *Industrial Furnace Technique*, London, 1929. М. Павлов.

П. стеклоплавильные относятся к пламенным П. и могут быть в основном разделены на две группы: горшковые и ванные печи. В горшковых П. плавка и выработка происходят периодически, причем отдельные стадии стеклообразования и выработка стекла следуют во времени друг за другом, но в одном и том же участке П., тогда как в ванньих П., непрерывно действующих, означенные процессы протекают одновременно, но на разных участках ванны, расположенных последовательно друг за другом. Ванные П. бывают иногда и периодического действия и носят название суточных или выработочных ванн. Плавка и выработка стекла в горшковых П. производится в сосудах (горшках) круглой или овальной формы, изготовленных из огнеупорных глин, емкостью 300—1000 л, а

в ванньих П.—в бассейнах, выложенных из шамотных камней (брусев), производительностью 7—225 т в сутки. Ванные П. вследствие своей большой производительности значительно экономнее горшковых П., однако применяются только для массового производства одного рода стекла. Горшковые П. применяют в тех случаях, когда необходимо одновременно получить стекла различных составов, а также когда стеклу предъявляются особые специальные условия в отношении физико-химич. свойств, например для оптических и других специальных стекол. Горшковые и ванные П. отапливаются разными способами: 1) газом (натуральным, генераторным и коксовальными П.); 2) жидким топливом, 3) угольной пылью и 4) электрич. током. Отопление П. происходит непрерывно, независимо от системы П.; отработанные газы покидают пламенное пространство при весьма высоких t° , в среднем ок. 1250°. Для использования тепла отходящих газов все стекловаренные П. снабжены камерами, заполненными огнеупорным кирпичом, через которые проходят отработанные газы; последние и отдают большую часть своего тепла менее нагретым кирпичам. Через нагретые таким способом камеры пропускают воздух или газ, направляющийся в пламенное пространство, и так образом регенерируется часть тепла. Для осуществления этой регенерации тепла устраивают две пары камер, из которых одна пара нагревается отходящими газами, а другая пара в это время обогревает поступающие в печь газ и воздух. Через определенные промежутки времени переключают камеры, т. е. переменяют направление поступающих и отходящих газов. Для переключения газовых камер служат клапаны Фортера и Клетга, а воздушных—клапаны Сименса, Фортера и «Симплекс» (см. *Мартеновское производство*). По принципу использования тепла П. делятся на рекуперативные и регенеративные [см. *Регенеративные печи* (и рекуперативные)]. Кроме того различают печи с подогреванием одного воздуха или воздуха и газа одновременно, но в различных камерах; по этому признаку П. делятся на двухкамерные и четырехкамерные. Двухкамерные П. свойственны рекуперативным П. (как с газовым, так и нефтяным отоплением) и регенеративным П. с нефтяным отоплением; четырехкамерные П.—регенеративным П. с газовым отоплением. По направлению пламени в основном различают горшковые П. с нижним пламенем и с верхним продольным пламенем и ванные П. непрерывного действия с верхним продольным направлением (подковообразным) и с верхним поперечным направлением.

Составные части горшковых П. как регенеративных, так и рекуперативных: 1) нижнее строение, состоящее из регенераторов или рекуператоров с каналами и колодцев (карманов) для приема стекла, выпеншевшегося во время бурления, а также при утечке горшков; 2) верхнее строение, представляющее собою закрытое помещение, в котором устанавливаются горшки. Над каждым горшком в стенах печи устраивают отверстия, через которые производится загрузка

шихты и выработка стекла. Горшковые П. бывают круглыми, овальными и четырехугольными, с количеством горшков обычно не более 16. Влеты для пламенных газов в круглых и овальных П. устраивают в середине, а в четырехугольных печах—с торцевых сторон снизу или сбоку под уровнем горшков. Стены камер строят из красного кирпича с футеровкой из шамотного кирпича (в один кирпич). Свод над регенераторами делается из шамотного кирпича или из необожженных глинистокварцитовых кирпичей (2 ч. песка + 1 ч. глины). Каналы для подвода газа и воздуха из регенераторов к горелкам и колодцы должны быть сделаны из доброкачественных огнеупорных материалов, причем своды над ними возводятся из необожженных глинистокварцитовых камней, расширяющихся при нагревании, вследствие чего устойчивость последних увеличивается. Под и окружку печи делают из шамотных или глинистокварцитовых камней (лавы, брусья); хотя последние не дают усадки, однако они весьма быстро разъедаются стеклом, а потому под П. и верхний ряд окружки целесообразнее делать из шамотных материалов, стены же над уровнем горшков (рынки) и свод—из диносовых кирпичей. Вся печь должна быть соответствующим образом скреплена железными тягами.

Бассейн ванной печи (дно и стены) выкладывают из весьма ответственных шамотных камней (брусев). Стандартные размеры донных брусев $1\ 000 \times 400 \times 300$ мм, а стеновых $500 \times 400 \times 300$ мм. Брусья весьма тщательно притирают друг к другу и кладут без всякого раствора. В целях сохранения кромок брусев от откалываний очень полезно до постройки П. получать кривую расширения брусев при нагревании и в соответствии с полученными результатами оставлять t° -ные швы. Стены над уровнем стекла и колпак, как и в горшковых П., выкладывают из диносовых материалов. Т. к. стены и колпак П. меньше изнашиваются, чем бассейн, их необходимо устраивать по подвесной системе: к вертикальным колоннам, служащим для обвязки П., прикрепляют металлич. кронштейны, на которых в различных плоскостях укладывают металлические доски и швеллеры, причем на первые опираются стены, а на вторые—свод. Эта конструкция дает возможность ремонтировать бассейн, не разбирая стен и свода. Железная обвязка П. требует большого внимания, так как она не только несет нагрузку от стен и свода, но и претерпевает распор свода при выводке (разогреве) П. и давление жидкого стекла на стены бассейна. Особое внимание д. б. уделено П. во время ее разогрева.

Ванная П. с продольным (подковообразным) направлением пламени, сист. Сименс-Дралле, производительностью 8 000 кг в сутки, применяется при производстве бутылок, парфюмерно-аптечной посуды и других видов изделий, где требуется отделка изделий после выдувания. Пламенные газы, выходя из горелки и дойдя до противоположной стены, совершают поворот, и поэтому в П. этой системы наблюдается выбивание

огня из рабочих окон, которое м. б. отрегулировано шибером дымовой трубы; однако при работе на означенных П. необходимо следить, чтобы пламя сейчас же после выхода из горелки не повернуло в принимающую горелку. При более широких П. поворот пламени совершается плавнее; ширина плавильного бассейна с продольным направлением пламени не более 5 м. Минимальной шириной следует считать 2 м. Печи с продольным направлением пламени именуется еще печами со свободным развитием пламени.

Ванная П. с поперечным направлением пламени отличается от предыдущей системы тем, что входные и выходные отверстия (горелок) расположены друг против друга. При малой ширине ванны газы не успевают сгорать, и горение продолжается в приемной горелке и в камере, вызывая быстрый износ горелки и значительную потерю тепла. Ширина плавильного бассейна ванны с поперечным направлением пламени д. б. не меньше 4 м. Максимальной шириной следует считать 7—8 м, так как большие пролеты из соображений прочности трудно перекрыть сводом с небольшим подъемом, как это требуется для лучшего использования тепла. Одной из распространенных П. с поперечным направлением пламени является бельгийская П. сист. Гоббе. Самое характерное в этой системе—значительное количество горелок, расположенных одна рядом с другой. В П. означенной системы б. ч. производится выработка оконного стекла. Одной из разновидностей П. системы Гоббе является американская печь «Симплекс» со стенкой (в виде особого перешейка), которая отделяет варочную часть П. от выработочной. П. означенной системы дают возможность снимать с каждого m^2 до 700 кг стекла в сутки, в то время как П. других систем работают со средней производительностью в 350 кг/ m^2 . Такие П. большей частью применяются на механизированных 3-дах, когда для питания машин необходимо сварить большое количество стекла при возможных меньших размерах П.

Основным заданием для определения основных размеров П. служит суточная производительность. Пользуясь опытными данными о возможном съеме стекла с каждого m^2 варочной части П., можно получить основные размеры варочной части по следующей формуле:

$$S = \frac{Q}{P},$$

где S —площадь варочной части в m^2 , Q —суточная производительность в кг, а P —съем стекла с $1 m^2$ в кг. Размеры варочной части определяют условиями выработки—площадью рабочего верстака, к-рая зависит от рода вырабатываемых изделий. Отношение варочной части к варочной при ручном способе работы обычно составляет 2 : 3, а при машинной работе 1 : 3. Глубина бассейна 1,2—1,5 м, в зависимости от конструкции печи, качества, а также цвета стекла.

Расход топлива в кг на 1 кг расплавленного стекла виден из табл. 2.

Табл. 2.—Расход топлива (в кг) на 1 кг расплавленного стекла.

Род топлива	Средняя теплотворн. способность	Горшковая печь	Ванная печь	
			для оконного стекла	для бутылочного стекла
Каменный уголь	7 000	1,15—1,35	0,9—0,95	1,05—1,15
Брикеты бурого угля	4 800	1,7—1,95	1,3—1,4	1,55—1,65
Бурый уголь высшего качества	4 500	1,8—2,1	1,4—1,5	1,65—1,8
Торф или дерево	3 500	2,3—2,7	1,8—1,9	2,1—2,3
Обыкновенный бурый уголь	2 300	3,5—4,1	2,7—3,0	3,2—3,5
Нефть	11 000	—	0,3—0,4	0,3—0,5

Электрич. П. для плавки стекла в промышленном масштабе мало распространены. На таких П. рентабельно плавить стекло, если стоимость 1 kWh не превышает 1 коп. Из электрических П. известна П. сист. Raeders с расходом энергии на 1 кг сваренной стекломассы ~2 kWh.

Общими недостатками всех вышеописанных систем П. являются небольшой сравнительно съем стекломассы с 1 м² площади варочной части, громоздкость строения П., малый кпд. За последнее время делают попытки изменить принципы устройства стеклоплавильных печей. Работы англичанина Фергюссона, начатые в 1925 г. и успешно продолжающиеся, изменяют существующие принципы расплавления шихты; П. его системы шахтного типа; шихта вдвигается сильным напором в зону высокой темп-ры, где мельчайшие ее части сплавляются в мелкие капли, стекающие в рафинажный бассейн. В Силезии Куртом Кюнцлем произведены удачные опыты плавки стекла в шахтной печи. В Америке выдан ряд патентов, в том числе В. Мортону (Ам. П. 1760371), на новые конструкции стеклоплавильных печей, имеющие целью повысить кпд печных установок.

Лит.: «Glass, L., 1927, Apr., p. 140; «Journal of the Society of Glass Technology», L., 1930, Sept., p. 249; «Glastechnische Berichte d. D. G. G.», Frankfurt a/M., 1930, p. 462. И. Нитайгородский.

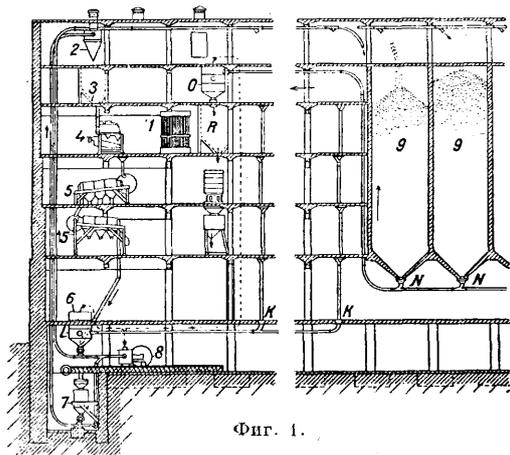
ПИВОВАРЕНИЕ. Пиво представляет собой слабоалкогольный напиток с содержанием винного спирта не свыше 6% объемных (4,8% весовых), изготовляемый из ячменного солода путем затирания его с водой, последующего кипячения с хмелем и сбраживания полученного сусла дрожжами. Схема производства: 1) очистка и сортировка зерна, 2) замачивание и проращивание ячменя, 3) отсушка солода и отбивка ростков, 4) дробление солода и приготовление сусла, 5) расхоложивание сусла и брожение, 6) дображивание пива, 7) разлив. В качестве подсобных цехов пивоваренный завод имеет отделения: мойки бутылок и бочек, осмолки бочек и их ремонта. Количество действующих заводов на территории СССР 106 с общей производительностью 5,1 млн. гл пива в год.

Основным сырьем в П. являются: ячмень, хмель и вода. Применение ячменя (Hordeum L.) в П. основано на том, что мликинная оболочка зерна служит хорошим фильтрую-

щим материалом; кроме того играет роль привычка потребителя к специфич. вкусу ячменного напитка. Для производства пива могут применяться в качестве суррогатов пшеница, кукуруза и рисовая семя в количестве не свыше 20%. При рационально поставленном производстве пива для изготовления его обычно применяется двухрядный яровой ячмень, который характеризуется тонкокожестью, высоким весом (1 000 зерен—37—50 г), высокой крахмалистостью (58—65%) и низким содержанием белков (9—12%). В наст. время пивоваренные заводы, за отсутствием культурных ячменей, работают исключительно на кормовых ячменях, что понижает выходы, вкусовые качества, а также стойкость пива. С 1927 года введен ОСТ на ячмень, который устанавливает предельные нормы для ячменя, идущего в П. Хмель (Humulus lupulus L.) представляет собой многолетнее двудольное вьющееся растение из семейства коноплевых. Для П. применяются неоплодотворенные женские соцветия (шишки) хмеля, содержащие блестящие светложелтые зернышки—лупулин, к-рый является носителем горьких и смолистых веществ, придающих пиву специфический горький вкус и аромат, а также, благодаря антисептич. действию, прочность при хранении. Химич. состав хмеля в среднем следующий: влажность 12—15%, горьких к-т и смол 12—20%, дубильных веществ 2—6%, золы 6—9%. Лучший хмель в Союзе разводится в УССР (Житомир, Бердичев и др.), не уступающий по качеству богемским сортам. Кроме того небольшое количество хмеля получается в б. Гуслицком районе (Московской области), а также в Чувашской АССР и в Костромском районе, однако этот хмель по качеству уступает житомирскому. С 1929 г. введен всесоюзный стандарт на хмель. Вода для П. годна всякая, удовлетворяющая санитарным нормам и не влияющая вредно на процессы замачивания и проращивания зерна, варки сусла и брожения. Солевой состав воды, главным образом углекислые и сернокислые соли кальция и магния, обуславливающие жесткость воды, имеют большое влияние на вкусовые свойства пива, и в настоящее время в Европе этому вопросу уделяется большое внимание, особенно при изготовлении светлых сортов пива. При жестких карбонатных водах, влияющих на кислотность сусла, снижают жесткость различными методами, например подкислением затворов до определенной Р_n.

Очистка и сортировка зерна. Весь поступающий ячмень подвергается очистке на вейлках или чистильных машинах, представляющих собой ряд наклонных сотрясающихся сит, имеющих целью удалить из ячменя как грубые примеси (камни, веревки и пр.), так и мелкие примеси (щуплые зерна, песок и т. д.). Кроме того при помощи вентилятора, соединенного с чистильной машиной, отделяют от зерна мякину и пыль, которая улавливается при помощи пылеуловителей (см.). Последние представляют собой систему натянутых на рамах рукавов из плотной ткани, сквозь которые профильтровывается пыльный воздух, причем пыль задерживается тканью. От времени до

времени пыль удаляют из рукавов путем автоматического встряхивания их или же при помощи подвижного скребка. Улавливание и удаление пыли имеет очень важное значение не только с точки зрения охраны труда и пожарной безопасности (см. *Взрыв пыли*), но и с производственной точки зрения, т. к. пыль, благодаря большому содержанию микроорганизмов, может служить очень опасным источником инфекции в производстве (см. *Вредные производства*). На фиг. 1 дана



Фиг. 1.

схема очистки и сортировки зерна с пневматической подачей, где 1—нагнетательные машины, 2—сборник, 3—приемник для ячменя, 4—чистильная машина, 5—триеры, 6—передача очищенного ячменя снова в нагнетательную систему для передачи его в хранилища через кран (хранение на полу верхнего этажа). Спуск на нижние этажи производится через люки, не указанные на чертеже. Для проветривания зерна может быть использована та же самая пневматика, для чего в нижнем этаже имеются всасывающие люки *K*, через к-рые ячмень всасывается в приемник *L*, откуда через 6 он снова попадает в нагнетательную систему и может быть по желанию снова направлен на верхний пол или же в мочильное отделение. Подача солода — через всасывающую систему труб в приемник *O* и через сборник *R*, через который солод м. б. направлен на полировочную машину, 7—пневматич. элеватор, 8—разгрузка, 9—камеры для хранения (силос). Очищенное зерно далее подвергают сортировке на сортировочных аппаратах, которые обычно комбинируются с триерами (см.) для удаления круглых зерновых примесей (горошка) и битых зерен. Сортировочные аппараты состоят из наклонных вращающихся цилиндров с ячейками определенных размеров. Чаще всего зерно сортируют на 2 сорта, причем для 1-го сорта применяются ячейки в 2,5 мм, а для 2-го—2,2 мм. Цель сортировки—разделить зерно по величине, т. к. разнородные по величине зерна неравномерно замачиваются и проращиваются, а потому получается солод неоднородного качества. В виду этого как замочка, так и проращивание 1-го и 2-го сорта ведутся отдельно.

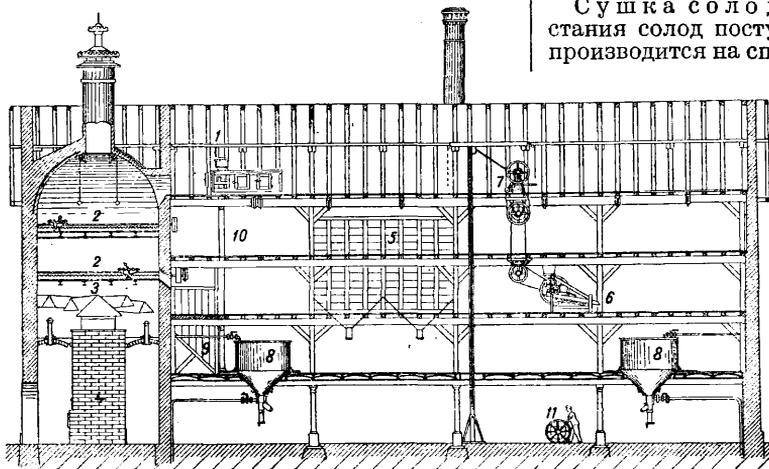
Замачивание ячменя имеет целью дать зерну необходимое количество влаги для пробуждения зародышка к жизни. В зависимости от величины зерна, его свойств и t° воды замачивание длится два-три дня: за это время ячмень поглощает 30—35% воды, и общая влажность его достигает 45—48%. Замачивание зерна обычно связано с тщательной промывкой его, что очень важно для удаления большей части микроорганизмов. Иногда промывка зерна производится отдельно в особых промывочных аппаратах. Для лучшей дезинфекции зерна, а также для удаления из оболочек дубильных и горьких веществ, прибавляют к замочной воде известь. Во время процесса замачивания наблюдается поглощение кислорода вследствие дыхания зерна, а потому для восполнения поглощенного из воды кислорода необходим приток свежего воздуха. Для этой цели замочные чаны снабжены приспособлением для продувания воздуха. В настоящее время нашел широкое распространение метод проф. Виндиша воздушноводяной замочки, благодаря чему проращивание зерна начинается дня на два раньше, зерно меньше греется при проращивании, требует меньше перелопачивания, и солод получается более здоровым. В процессе замачивания наблюдается вследствие выщелачивания некоторая потеря сухого вещества зерна, которая составляет 0,6—1%. Кроме того в начале замачивания всплывают легкие зерна и другие легкие примеси (с п л а в), к-рые являются отходом и составляют обычно 0,5—2%.

Проращивание ячменя. Замоченный ячмень идет для проращивания на току или в специальные аппараты (фиг. 2, 3 и 4). Цель проращивания: 1) накопление ферментов и 2) получение разрыхления эндосперма в результате работы некоторых из образовавшихся при соложении ферментов. При проращивании образуются следующие ферменты: амилаза, протеолитические ферменты, цитаза и фитаза. Необходимыми условиями для образования ферментов помимо наличия влаги являются приток воздуха и надлежащая t° , а поэтому в первой стадии проращивания необходимо проветривание зерна. Во второй стадии проращивания (на пятый день), когда образовалось достаточное количество ферментов, приток воздуха уменьшают до минимума, во избежание излишней потери крахмала зерен на дыхание, и процесс дальнейшего разрыхления (растворения) зерна идет при ограниченном доступе воздуха. Весь процесс проращивания длится 7—10 дней при t° не свыше 17,5°. Различают две основные системы соложения: соложение на току и пневматическое (барабаны, ящики). В токовой солодовне [фиг. 2, где 1—росткоотбивная машина, 2—сушилка (овин), 3—подрешеточное пространство, 4—отопление, 5—ящики для солода (чан), 6—тока и сортировочные машины, 7—подъемник, 8—замочка, 9—сборник для солода, 10—ковшевой элеватор, 11—подача на ток вручной тележкой, представляемой под люк мочильного чана 8] ячмень раскладывается грядками на полу солодовни и подвергается периодич. пере-

допачиванию с одновременным уменьшением толщины слоя растущего зерна по мере его созревания. Перелопачивание обычно ведется вручную и лишь за последнее время

льный год, не требует особой квалификации рабочих и дает экономно рабочей силы и площади. На фиг. 3 приведена схема барабанной солодовни.

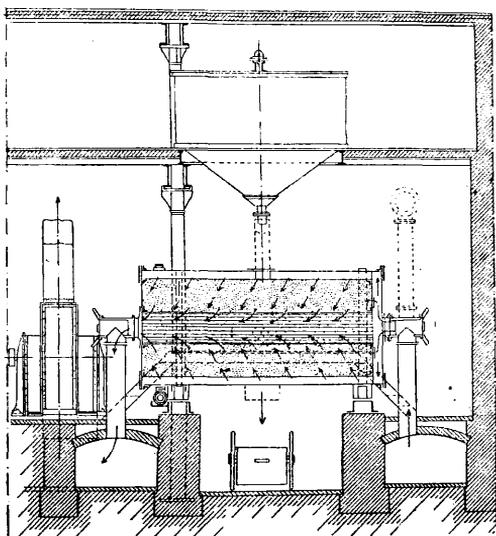
Сухка солода. По окончании прорастания солод поступает на сушку, которая производится на специальных овинах (солодосушилках), где он подвергается высушиванию в течение 24—48 ч. (фиг. 5). Наиболее распространены двухэтажные овина, причем солод сначала подсушивается на верхней решетке А, а затем окончательно досушивается на нижней В. Нагревание производят калорифером В. При изготовлении светлых солодов подсушивание снижает влажность с 42—45% до 8—10%, а на нижней—до 1—3%. Во время сушки в зависимости от t° и влажности



Фиг. 2.

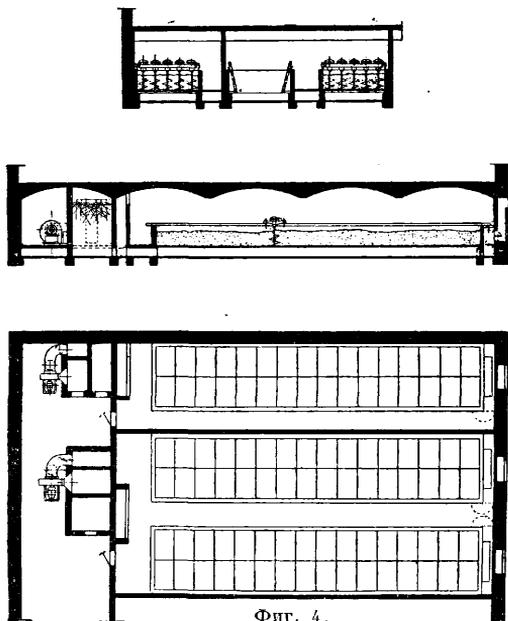
в Европе переходят на механизацию перелопачивания. Такой способ соложения, давая возможность получить солод безукоризненного качества, страдает целым рядом недостатков: требует больших площадей, квалификации рабочей силы, создает невозможность соложения в летние месяцы. Все эти недостатки в большей или меньшей степени устраняются пневматич. системами соложения, где все операции механизированы. Сущность пневматич. соложения заключается в том, что ячмень кладется более

зерна погибает большая или меньшая часть ферментов, а также в зависимости от условий ведения сушки возможен в первой стадии высушивания б. или м. глубокий ферментативный распад веществ. Помимо того, как это имеет место при сушке темных солодов, при отсушке протекают реакции химич. взаимодействия продуктов распада белков с сахарами, благодаря чему получается потемнение цвета и образование солодового аро-



Фиг. 3.

толстым слоем; в барабанах высота слоя зерна около 1 м, в ящиках 0,6 м. Во избежание сильного разогревания и подсыхания зерна при этом способе необходимо усиленное продувание увлажненного воздуха. Пневматическое соложение, давая солод качеством не хуже, позволяет работать круг-

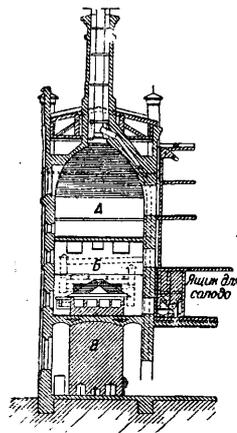


Фиг. 4.

мат. Готовый солод освобождается на специальных машинах от корешков (ростков), которые придают неприятный привкус пиву. Выход солода составляет от 81 до 73% взятого ячменя. Потеря при соложении распределяется сл. обр.: разница во влаге ячменя и солода 10—12%, выщелачи-

вание при замочке 0,6—1%, потеря в ростках 3,5—6,0%, потеря на дыхание 5—8%.

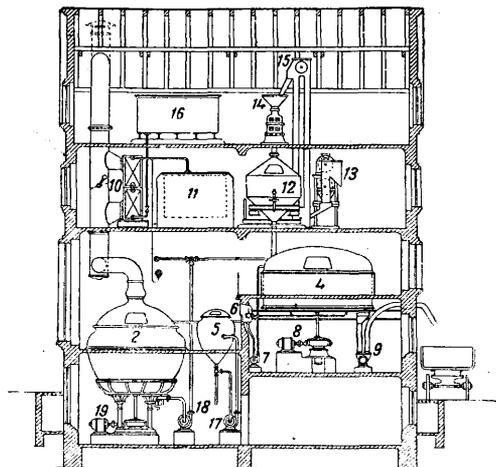
Приготовление сусла. Солод для приготовления сусла пропускают через автоматические весы и дробят на особых вальцовых дробилках; при этом стремятся не



Фиг. 5.

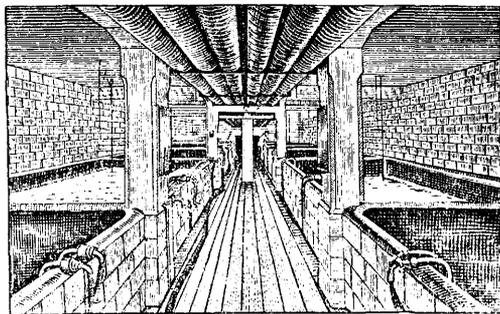
размельчать мякиной оболочки, служащей в дальнейшем фильтрующим слоем при отделении сусла от дробины. Хороший помол должен давать не более 20% по весу оболочек и около 30% муки, а остальное представляет собой б. или м. тонко раздробленную крупку. Дробленый солод затирается с теплой водой в заторном чану, снабженном мешалкой. Различается два способа затирания: 1) способ настаивания (инфузионный), 2) способ отварной (декоктационный), имеющий большее распространение. Количество отварок бывает от 1 до 3, чаще 2. Сущность отварного способа заключается в том, что густая часть затора перекачивается в заторный котел, где она подвергается ферментативной проработке при оптимальной t° , установленной для того или иного фермента; а кроме того дальнейшим нагреванием и кипячением крахмал переводится в растворимую форму и в клейстер, что облегчает процесс осахаривания в заторном чану. Перекачивая прокипяченную часть затора обратно в заторный чан, тем самым поднимают температуру всего затора и создают более благоприятные условия для работы *диастаза* (см.). Подбирая соответствующие t° , можно добиться любого соотношения мальтозы к немальтозе, а следовательно регулировать химич. состав сусла, что важно для брожения. К концу осахаривания, когда t° в заторе поднимается до 75° , сусло должно давать отрицательную реакцию на иод. Готовый затор перекачивают центробежным насосом в фильтрационный чан с ситчатым дном, дают дробине осесть (около $\frac{1}{2}$ часа) и начинают фильтрацию, причем дробина служит фильтрующим слоем. Фильтрат собирается между ситчатым и нижним дном чана и по особым трубкам поступает в сборное корыто, откуда он самотеком идет в сусловаренный котел. Для удаления впитанного дробинной сусла последнюю промывают водой, пока вода не будет показывать 1—0,5% по сахарометру. Промывные воды идут также в сусловаренный котел. В котле сусло кипятится $1\frac{1}{2}$ —2 часа, причем во время кипячения в несколько приемов задается хмель в количестве 1—1,5% затертого солода. По окончании кипячения сусло замеряют в горячем состоянии в котле и по особой формуле определяют выход экстракта в переводе на нормальное сусло ($17,5^{\circ}$), после чего сусло процеживанием освобождают от хмеля и передают на охлаждение. Неиспользован-

ная часть солода в виде дробины составляет 25—30% на сухое вещество, причем количество неиспользованного экстракта в ней достигает 1—3%. Расхолаживание сусла ведется в два приема: до 60° оно охлаждается на тарелках (кюльшифы), где оно наливается слоем в 10—20 см, а затем окончательное расхолаживание производится в закрытых или открытых холодильных аппара-



Фиг. 6.

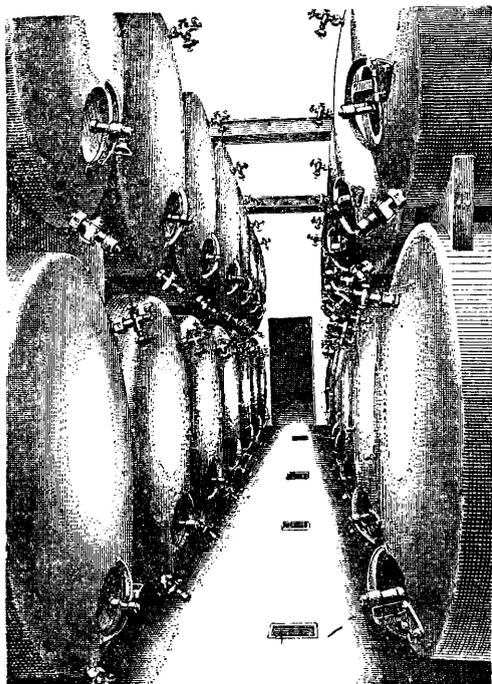
ратах. На фиг. 6 дана схема расположения варочного отделения 3-да, где 1—заторный котел, 2—сусловаренный котел, 3—затор-



Фиг. 7.

ный чан, 4—фильтрационный чан, 5—выщелачиватель, 6—фильтрационная батарея (гранд), 7—насос для тарелочного отста,

8—привод для разрыхлителя дробины, 9—насос для дробины, 10—конденсатор для пара, 11—резервуар для горячей воды, 12—приемник дробленого солода, 13—полировочная машина, 14—солододробилка,



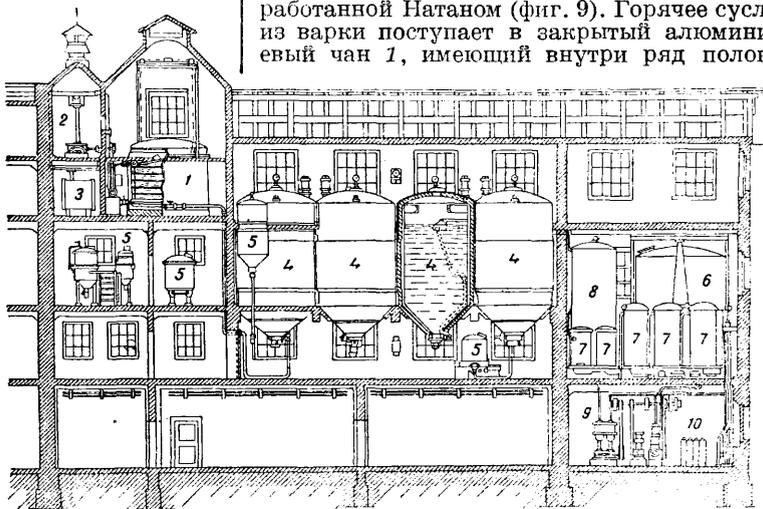
Фиг. 8.

15—элеватор для солода, 16—резервуар для холодной воды, 17—насос для хмелевого выщелачивателя, 18—заторный насос, 19—привод к мешалке сушваренного котла.

Брожение. Охлажденное сусло поступает самотеком в бродильню (на фиг. 7 изображена железобетонная бродильня), где разливается по чанам; в чаны одновременно задаются дрожжи. В П. обычно применяется низовое брожение (см.), которое ведется при 5—10°, и лишь при изготовлении специальных сортов пива применяется верховое брожение. Брожение ведется в 2 приема. Главное брожение протекает в открытых чанах емкостью 25—50 гл. Продолжительность брожения 7—10 дней. В настоящее время в Западн. Европе и в СССР стремятся переходить к укрупненной как бродильной, так и лагерной посуде, причем материалом вместо дерева служат железобетон, алюминий, эмалированная сталь (фиг. 8) и др. Во время главного брожения сбраживается большая часть экстракта сусла. Брожение

считается окончанным, когда на дображивание остается 10—15% первоначального экстракта сусла. К этому времени 6 ч. дрожжей оседает на дне чана; с поверхности чана снимается пена (дека), имеющая горький вкус от хмелевых смол, и пиво перекачивается в лагерные бочки. Осевшие дрожжи частично используются на новое брожение, а часть является отбросом и утилизируется для кормовых и пищевых целей. Дображивание в подвале протекает при 1—3° около 1—3 месяцев. Цель дображивания—достигнуть созревания пива, дальнейшего осветления и насыщения его углекислотой. Дображивание протекает в 2 стадии, причем в первый период происходит дальнейшее сбраживание экстракта. Выделяющаяся при дображивании углекислота удаляет молодой букет, и пиво приобретает зрелость. За неделю до выпуска бочку закрывают наглухо (шпунтовка), и в это время в пиве накапливается до 0,3—0,4% углекислоты. Готовое пиво разливается по бочкам или бутылкам. С 1928 года в СССР введен ОСТ на пиво. В процессе брожения общая потеря, считая от сушваренного котла до выпуска пива, колеблется от 15 до 23%, причем большая часть потери состоит из объемных изменений сусла от сжатия при охлаждении и испарении (8—14%).

Производство пива по методу Натана. В целях ускорения процесса приготовления пива и осуществления принципа стерильного брожения Натаном был предложен оригинальный метод, имеющий особо важное значение для жарких стран. Сущность этого метода заключается в следующем. Весь процесс, до приготовления сусла включительно, тот же, что и при обычном методе; в целях создания стерильных условий в дальнейшем сусло обрабатывается в специальной аппаратуре, разработанной Натаном (фиг. 9). Горячее сусло из варки поступает в закрытый алюминиевый чан 1, имеющий внутри ряд полок,

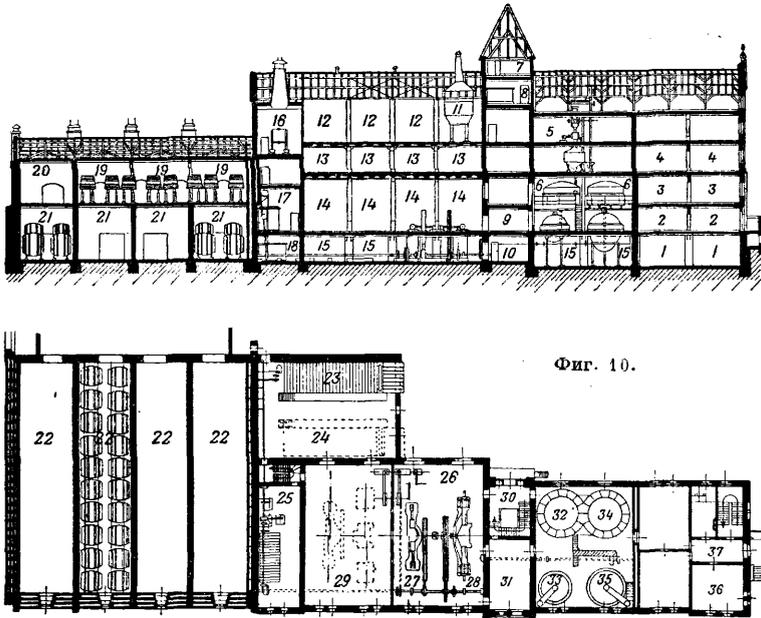


Фиг. 9.

расположенных на высоте 40 см одна над другой, что способствует нормальному осаждению белков при охлаждении. Из этого чана горячее сусло при помощи трубы с поплавком забирается с поверхности и по-

дается насосом на оросительный холодильник 2, находящийся в закрытом помещении; помещения снабжают стерильным воздухом, пропускаемым через обезспоживающий фильтр 3. Охлажденное сусло поступает снизу снова в чан 1. Эта операция производится до тех пор, пока все оно не охладится до t° брожения. Охлажденное стерильное сусло, освобожденное от осевших белков, перекачивается в закрытый алюминиевый аппарат 4, который предварительно простерилизован парами спирта. Дрожжи задаются из дрожжевого чанка 5 снизу. Брожение идет, как обычно, 6—9 дней, причем для поддержания дрожжей во взвешенном состоянии и регулирования брожения сусло продувают стерильным воздухом или углекислотой. Для создания условий лучшего

белков из сусла, что улучшает работу дрожжей при брожении; 3) облегчается управление процессом брожения; 4) утилизируется CO_2 , количество к-рой получается от 1,5 до 2 кг с 1 гл пива; 5) отпадает необходимость устройства отдельной бродильни и лагерного подвала, благодаря чему площадь уменьшается до $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ по сравнению с обычным методом; 6) увеличивается оборачиваемость капитала благодаря ненужности длительной выдержки пива и значительному сокращению периода дображивания. Пиво, приготовленное по методу Натана, по качеству не уступает пиву, изготовленному обычным методом, но в то же время отличается от последнего большей прочностью. На фиг. 10 дан план пивоваренного з-да, где 1—хозяйственный погреб, 2—4—жилые



Фиг. 10.

помещения, 5—закрома для солода, 6—варочное отделение, 7—резервуар для холодной воды, 8—резервуар для горячей воды, 9 и 31—помещение машиниста, 10—аккумуляторы, 11—сборник для задачи дрожжей, 12—помещение холодильных установок, 13—закрома для солода, 14 и 26—машинное отделение, 15—трансмиссионное помещение, 16—оросительный холодильник, 17 и 25—охлаждение пресной водой, 18—сборник для воды, 19—помещение бродильни, 20—запасная бродильня, 21 и 22—лагерный погреб, 23 и 24—генераторы, 27—холодильный компрессор, 28—паровая машина, 29—запасный агрегат, 30—лестница, 32—затворный чан, 33—

оседания дрожжей к концу брожения, нижняя коническая часть аппарата 4 снабжена рубашкой для охлаждения. Выделяющаяся при брожении углекислота подается в газгольдер 6, откуда поступает в очистительную батарею 7 и в дальнейшем частью утилизируется для самого производства, а неиспользованная часть компрессируется и продается. По окончании брожения и оседания дрожжей, последние выдавливают в дрожжевой чанок 5, а молодое пиво подвергают ускоренному дозреванию, благодаря чему весь процесс изготовления пива заканчивается в 10—14 дней. Для ускорения дозревания в чан 4 пропускают около суток чистую CO_2 , что способствует более быстрому удалению неприятного букета молодого пива. После этого пиво подвергают карбонизации под давлением, благодаря чему получается хорошее насыщение пива CO_2 .

Преимущества метода Натана состоят в следующем: 1) стерильность работы сводит до минимума опасность инфекции; 2) создаются условия более полного удаления

затворный чан, 34—фильтрационный чан, 35—сусловаренный котел, 36—контора варочного отделения, 37—прихожая.

Материалы к проектированию пивоваренных заводов. а) Объемные изменения зерна: 1 гл ячменя, идущего на замочку, дает 1,45 гл вымоченного ячменя с 45% влаги, зеленого солода 2,2 гл с 45% влаги, свежесушенного солода 0,98 гл с 2—3% влаги, отлежавшего солода 1 гл. б) Весовые изменения зерна: из идущего на замочку 1 кг ячменя получается вымоченного ячменя 1,48 кг, зеленого солода 1,40 кг, свежесушенного солода 0,76 кг, отлежавшего солода 0,78 кг. в) Отходы при очистке и сортировке ячменя колеблются в зависимости от качества зерна и м. б. приняты равными 10%. г) Общая потеря при соложении нормально 20—25%. д) При хранении ячменя на полу в закромах требуется при 50 см высоты слоя 0,28—0,32 м² площади пола. Потребность хмеля на производство исчисляется в количестве 1,0—1,6 кг на 100 гл солода. Хранение хмеля должно вестись при 1^о, причем на 8 тюков по 200 кг хмеля требуется 72 м³ помещения солодовни. На 100 гл выпускаемого ежедневно пива расход воды составит: на варочное отделение 200 гл, на сточный охладитель 250 гл, на мойку посуды, чанов и бочек 250 гл, на пар 100 гл, на солодовню 188 гл, машинное охлаждение 160 гл; всего 1148 гл. Расход топлива на 1 гл продажного пива—25 кг условного топлива и по солоду 4,2 кг, всего 29,2 кг условного топлива.

При расчете размеров мочильных чанов принимается 3-суточная замочка. Размер чана обуславливается объемом замачиваемого ячменя + 40% объема доба-

вляется на увеличение объема ячменя и 5% на водяной слой над ячменем. Площадь тока строит из расчета $2,2 \text{ м}^2$ на 1 гл ячменя или $3,2 \text{ м}^2$ на 100 кг ячменя. Период рощения принимается 7—8 дней. Расчет поверхности решеток сушильных овинов (солодосушилок): при высоте слоя солода в 20 см требуется на 1 гл ячменя $1,1 \text{ м}^2$ площади овина. Если 1 гл солода весит 55 кг , то на 100 кг солода потребуется: $1,1 : 55 = x : 100$, или $x = 2 \text{ м}^2$. Если солод лежит на каждой решетке по 24 ч , то на 1 м^2 производительность составит 50 кг в сутки. При 12-час. сушке на каждой решетке количество удваивается. Расчет размеров чанов и котлов в варке производят след. обр.: из 100 кг затиремого солода берут емкость заторного чана $6—8 \text{ гл}$, заторного котла $3—4 \text{ гл}$, фильтрационного чана $6—7,5 \text{ гл}$ и сушваренного котла $6—8 \text{ гл}$. Максимальная производительность простого порядка 500 заторов в год, а двойного $900—1000$ заторов. Годовая производительность варки исчисляется так: если со 100 кг солода получается 6 гл горячего сусла крепостью $10,5\%$ по сахариметру, то за вычетом 20% потерь это даст 5 гл готового пива. Отсюда годовая производительность равна количеству затираемого ежедневно \times солода $\times 5$ (выход готового пива с 1 ч) \times количество заторов в год. При расчетах потерь от горячего сусла до готового пива принимаются в 20% (тарелочное охлаждение). Потери эта обыкновенно складается из 4) потери от сжатия сусла при охлаждении + испарения сусла хмелем (постоянный фактор)— 4% ; 2) испарения на тарелках $4—10\%$; 3) потери сусла в хмеле + тарелочный отстой + смачивания трубопроводов $1—3\%$; 4) потери пива в броильных 2% ; 5) потери пива в подвале и разливе 3% ; всего $14—22\%$. Площадь холодильных тарелок высчитают, исходя из объема сусла и высоты слоя его на тарелках. При $h = 10 \text{ см}$ на 1 гл сусла требуется 1 м^2 площади тарелок. Поверхность оросительного холодильника на 1 гл сусла принимается в $0,4 \text{ м}^2$. Размеры броильных исчисляются в зависимости от длительности брожения, емкости и формы броильных чанов и максимального выпуска пива. Для охлаждения броильных льдом емкость ледника д. б. равна объему помещения броильных (1 м^3 колотого льда весит 750 кг). Емкость подвала берут, исходя из минимальной выдержки пива в 1 месяц, количества выдерживаемого пива, материала, емкости и формы лагерной посуды. Количество льда, потребного для охлаждения подвала соответствует в $\text{м}^3 \frac{3}{5} = 1,1$ охлаждаемой емкости подвала. Подробные данные для проектирования пивоваренных заводов см. [1].

Лит.: 1) М и р о ш н и к о в В. М., Нормальные таблицы для пивоваренных и солодовенных заводов, М., 1927.—Л и н т н е р К., Основы пивоварения, пер. с нем., Л., 1930; L e b e r l e H., Die Bierbrauerei, V. 1—2, Stg., 1921—25; L i n t n e r C. J.—L ü e r s H., Grundriss d. Bierbrauerei, 6 Aufl., В., 1928; S c h ö n f e l d F., Handb. d. Brauerei u. Mälzerei, В., 1930; P e t i t P., Brasserie et malterie, 2 éd., v. 1—2, P., 1926; R o s s M a c k e n z i e J., Brewing a. Malting a. Laboratory Companion, L., 1927; F r u w i r t h H., Hopfenbau u. Hopfenbehandlung, 3 Aufl., В., 1928; W e i s c h e r z J., Die Malzextrakte, В., 1928; L ü e r s H., Chemie d. Brauwesens, В., 1928; M ü n d l e r K., Physikalisch-chemisches Praktikum für Brauer, Stg., 1926; Illustriertes Brauerei-Lexikon, hrsg. v. M. Delbrück, В., 1925; G o s l i c h W. u. F e h r m a n n K., Brauerei-Maschinenkunde, V. 1—2, В., 1925; F e h r m a n n K., Maschinenkontrolle u. Maschinen-Betriebsführung in den Gärungsgewerben, В., 1928; P a w l o w s k i F., Die brautechnischen Untersuchungsmethoden, 3 Aufl., Mch., 1927; S c h n e g g H., Das mikroskopische Praktikum d. Brauers, T. 1—2, Stg., 1921—22; S c h n e g g H., Die biologische Betriebskontrolle d. Brauereibetriebs, Stg., 1928; L i n d n e r P., Mikroskopische u. biologische Betriebskontrolle in d. Gärungsgewerben, В., 1930; E u l e r H. u. L i n d n e r P., Chemie d. Hefe u. d. alkoholischen Gärung, Lpz., 1915; H e n n e b e r g W., Handb. d. Gärungsbakteriologie, 2 Aufl., В. 1—2, В., 1926; «Wochenschrift f. Brauerei», В., 1926; «Annales de la brasserie et de la distillerie», P. Н. Раузов.

Техника безопасности. Пивоваренные заводы отличаются высоким уровнем травматизма. Наиболее опасным местом являются моечно-разливные отделения, в которых повреждения происходят от осколков бутылок. Бутылки подаются из неотопляемых складов при помощи транспортеров к отточным колоколам (барабанам), где бутылки «отмокают» в теплой воде. В силу резкой перемены t° происходит лопание бутылок, о которых работники получают порезы при выгрузке. Мерами борьбы с несчастными слу-

чаями являются подогревание бутылок во время их движения на транспортере, регулировка t° воды при отточке, рациональная конструкция барабана, позволяющая ясно видеть бутылки при разгрузке. Пробки, иногда имеющиеся в бутылках, извлекаются при помощи станка-пробкодера, к-рый д. б. снабжен сетчатым предохранительным прибором особой конструкции, защищающим рабочего от отлетающих осколков при лопании бутылки. При последующей операции на механическом моечно-щеточном аппарате повреждение рук об осколки бутылок может быть уменьшено подогревом воды и рациональным устройством аппарата, при котором укладка и снятие бутылок производятся вне камеры (выдвижные салазки). Кроме того большую роль играет правильное и достаточное освещение. На спринцовочных кругах (полоскательных машинах) необходимо снабжение работниц льняными перчатками, которые хорошо сопротивляются острым краям осколков. При работе на разливном аппарате необходимыми мерами безопасности являются: 1) урегулирование давления углекислоты, которым пиво подается из подвала (не более $1\frac{1}{2} \text{ atm}$), 2) соответствующая t° бутылки, 3) снабжение аппарата автоматически действующим предохранительным щитком и 4) рациональная конструкция соска аппарата. На купорочном станке работница должна быть снабжена льняными перчатками. Кроме всего перечисленного большое значение имеет качество самих бутылок (строгая браковка).

Лит.: Техника безопасности в промышленности, «Труды Ленинградского ин-та гигиены труда и техники безопасности», Л., 1928, т. 2; У в а р о в М. С. и Л я м и н Л. М., Охрана жизни и здоровья работающих, М., 1906; П р е с с А. А., Защита жизни и здоровья рабочих на фабриках и заводах, вып. 3, СПб., 1894; Т р а ч е н к о К е л ь х, Трехгорный пивоваренный завод, Труд и здоровье рабочих, вып. 1, М., 1926; R o t h E., Kompendium professioneller Krankheiten u. v. d. Berufskrankheiten, проф. вып. 2, М., 1925; Я к и м о в и др., Профессиональный травматизм в моечно-разливных отделениях пивоваренных заводов в Ленинграде за 1925—27 гг., «Труды Ленинградского ин-та гигиены труда и техники безопасности», Л., 1928, т. 2; S c h a j e s V., Die Krankheiten d. Brauerarbeiter, Handbuch d. Arbeiterkrankheiten, herausgegeben v. T. Veyl, Jena, 1908; В e i n t k e r E., Die Alkoholgewerbe, Handbuch d. sozialen Hygiene u. Gesundheitsfürsorge, hrsg. v. A. Gottstein, A. Schlossmann u. L. Teleky, В. 2, Gewerbehygiene u. Gewerbekrankheiten, В., 1926; L a q u e r B., Ztschr. f. soziale Medizin, В. 4, 1906. П. Синов.

ПИГВА, айва, квитовое дерево, *Cydonia vulgaris*, из сем. *Rosaceae*, родом из Индии; произрастает дико в Персии и в Закавказьи; разводится на юге Европы и Европейской части СССР. П.—невысокое деревцо в $6—8 \text{ м}$ высоту, с раскидистой кроной и красно-бурыми побегами. Листья простые, округлые, яйцевидной или овальной формы. Цветет одиночными красивыми цветами белого, розового или красноватого цвета. Плод или округлый или грушевидный, сочный, крупный, употребляют в печеном и вареном виде в пищу и для изготовления кондитерских изделий. Внутри плода П. помещается от 8 до 14 семян с ослизняющей кожурой. Продукты ослизнения семян могут служить суррогатом гуммиарабика и употребляются в медицине, как и самый плод. Древесина П.

беловато-желтого цвета с черной сердцевинной, тяжелая (об. вес 1,0), прекрасно полируется, но трескается, пригодна для различных столярных поделок. П. прекрасный подвой для карликовых груш, она разводится как плодовая дерево семенами, отводками и прививкой, предпочитает защищенные от мороза места и требует плодородной влажной почвы. П. разводит в садах с декоративной целью в Китае—*Cydonia sinensis* и в Японии—*Cydonia japonica*. Н. Кобранов.

ПИГМЕНТНЫЕ КРАСИТЕЛИ, нерастворимые в воде искусств. органические красители (см. *Красящие вещества синтетические*), применяемые для получения органич. пигментов или красок. Для закрепления П. к. употребляют определенные минеральные вещества—субстраты. Сами по себе красители без примеси субстратов применяются только в редких случаях, т. к. они в такой форме мало пригодны для работы, не обладают полной красящей способностью и красотой тона и более дороги. Органич. пигменты, получаемые из П. к., отличаются от собственно лаков (см. *Лаки красильные, Баканы*) тем, что получаются без осаждения, путем прямого смешивания П. к. с минеральными субстратами (сернокислым барием, гидратом глинозема). О применении П. к. для крашения и печати волокнистых материалов см. *Крашение и Ситцепечатание*.

Свойства красок зависят прежде всего от свойств самих красителей, затем от выбора субстрата и способа их получения. П. к. в настоящее время получили очень широкое применение в виду того, что многие из них отличаются большой прочностью (к свету, спирту, маслу, воде, нагреванию, лакировке и т. д.), а также потому, что переработка их в пигменты значительно проще и занимает меньше времени, чем у лаков. В отношении светопрочности нек-рые П. к., особенно из ряда желтых и красных, превосходят даже минеральные краски, отчасти вытесняя или ограничивая их применение. Например ганза желтый с кроющими субстратами, в особенности с литопном, с успехом заменяет хромовую желтую, т. к. он не ядовит, не чувствителен к H_2S , более прочен к свету и вследствие большой красящей способности при употреблении обходится не дороже. П. к. употребляются гл. обр. для малярных и лаковых красок, для печатных и литографских, для обоев и цветной бумаги, для живописи и декоративных красок (клеевых, цементных, известковых и т. д.), для цветных карандашей и пастели, для сургучей, в производстве линолеума и линкрусты и для других целей. Нек-рые П. к., например ганза желтый, литолевый прочный алый и др., могут применяться во всех вышеперечисленных отраслях техники; они получили название универсальных красителей.

К П. к. относятся гл. обр. следующие. а) Нерастворимые азокрасители (см.), получаемые б. ч. из нитро- и хлорозамещенных анилина и других оснований с нафтолом и другими азокомпонентами (перманент красный 2G, пигмент оранжевый R, гелио прочный алый AR, ганза красный GG, литолевый прочный алый R, RN и многие др.). Число этих красителей в настоящее время сильно возросло; особенно много среди них оранжевых, алых и красных с самыми разнообразными оттенками; б) нерастворимые азокрасители, получаемые из нитро- и хлорозамещенных анилина и его гомологов с анилидом ацетоуксусной к-ты

(ганза желтый разных марок, литолевый прочный желтый 3G, 5G, 10G, гелио прочный желтый H 5G, H 10G и др.; последние два красителя идентичны по составу соответствующим маркам ганза желтого); эти П. к. находят в настоящее время очень широкое применение; в) продукты конденсации анилина и других соединений с формальдегидом (литолевый прочный желтый GG, G, R); г) пиразолоновые красители (перманент желтый 4R, пигмент желтый хромовый I и др.); д) производные антрахинона: альголевые, индантреновые и т. п. красители (индантрен желтый 6L, гелио прочный желтый RL, альголевый яркий фиолетовый R и др.); отличаются превосходной прочностью к свету, воде, маслу и лакировке; е) производные индиго (эплантин ВВР, гелиндон красный В и др.). Синие и зеленые П. к. большею частью мутны и потому не имеют большого значения в производстве пигментов. Из черных пигментов применяется черный анилин (см.). Некоторые труднорастворимые в воде азокрасители, при прочих очень хороших свойствах все-таки не вполне пригодны для получения прочных к воде пигментов, применяются в виде лаков Ва или Са. Эти лаковые красители, в виду того что получение их из красок очень мало отличается от способа получения красок из П. к., часто причисляются к последним. Лаки смешивают с субстратом или в готовом виде или во время получения лака при помощи кипячения красителя с $BaCl_2$ и др. соединениями (см. *Лаки красильные*). Обработанные т. о. красители становятся более светопрочными, стойкими к воде и спирту, не обладают бронзовым блеском и дают более чистые оттенки. По этому способу получают пигмент красный для лака LC, литолевый рубин ВК, карминоген яркий для лака 3В и др.

Субстратами служат естественные или искусственно приготовленные продукты гл. обр. минерального состава. К первым относятся тяжелый шпат, каолин, гипс, мел, глина, охра и т. д., ко вторым—гидрат глинозема, бланфикс (сернокислый барий), литопон, цинковые белила, свинцовый сурик и др. Окрашенные субстраты могут применяться только для близких по цвету красителей. Выбор того или иного субстрата зависит от цели применения краски и свойств красителя. Для масляных красок б. ч. применяют тяжелый шпат, литопон, цинковые белила, мел и др.; для лаковых красок—легкий шпат, литопон, сернокислый барий и смеси их друг с другом; для клеевых—мел, легкий шпат и каолин; последний применяется как субстрат также для цветных карандашей и пастели. Краски для печати, обоев и цветной бумаги готовятся гл. обр. с гидратом глинозема и сернокислым барием, причем первый употребляется для прозрачных, а второй—для кроющих красок. Нередко также применяется гидрат глинозема, осажденный с сернокислым барием. Гидрат глинозема готовится след. образом: 100 кг сернокислого глинозема ($18\% Al_2O_3$), не содержащего железа, растворяют в 1 000 л воды и прибавляют при $t^\circ 40-50^\circ$ и при хорошем перемешивании раствор 50 кг кальцинированной соды в 500 л воды. Полученный осадок гидрата глинозема отфильтровывают, хорошо промывают и сохраняют в виде пасты. Сернокислый барий $BaSO_4$ получают осаждением 20 кг $BaCl_2$ с 12 кг глауберовой соли. Смесь $Al(OH)_3$ с $BaSO_4$ получают осаждением 10 кг сернокислого глинозема с 5 кг кальцинированной соды и 11 кг $BaCl_2$ при 50° . Субстраты, употребляемые в сухом виде, д. б. тщательно измельчены.

Переработка П. к. в краски состоит в смешивании и измельчении их с субстратами сухим или мокрым способом. По первому способу краски получаются след. образом. Краситель и субстрат тщательно смешиваются и измельчаются на бегунах до

получения совершенно однородной смеси. Субстрат прибавляют не весь сразу, а только часть его ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$), остальное же количество добавляется постепенно по мере измельчения. Продолжительность измельчения зависит от физических свойств красителя и субстрата. Для ускорения смесь слабо увлажняется водой, спиртом или некадом (препарат, облегчающий последующее смачивание краски водой). Иногда для повышения яркости к смеси прибавляют 1% минерального масла для масляных красок или 3% CaCl_2 в виде раствора 1:2 для клеевых и известковых. После измельчения на бегунах краску еще раз пропускают на особых мельницах, отчего она получается более рыхлой, и выпускают в продажу в сухом состоянии или затертой на олифе. Этот способ является более простым и дешевым, нежели мокрый, и применяется чаще всего для получения малярных красок. Нитрокрасители при смешивании на бегунах со свинцовым суриком в сухом виде взрывают; поэтому их нужно перерабатывать исключительно мокрым способом. Промежуточным между сухим и мокрым способами является смешивание красителя в пасте с сухим субстратом, к-рое удается только при небольшом количестве красителя. Полученные таким путем малярные краски имеют примерно нижеследующие составы: 1) 100 кг тяжелого шпата и 4 кг литолевого прочного алого RN в порошке (или 20 кг красителя в пасте); 2) 100 кг красителя в пасте, 200 кг литопона и 200 кг тяжелого шпата; 3) 10—20 кг сухого красителя, 40—60 кг тяжелого шпата, 50—20 кг цинковых белил; все тщательно перемешивают, измельчают и затирают со 100 кг льняной олифы в совершенно однородную массу. Мокрый способ состоит в том, что краситель в пасте замешивают в мешалке с промытым субстратом также в виде пасты до получения совершенно однородной массы, после чего смесь фильтруют, отжимают, сушат и измельчают. Очень часто краски продаются в виде пасты, особенно для цветной бумаги, обоев и т. д. Мокрый способ дает более однородный и лучший продукт, так как при продолжительном перемешивании краситель адсорбируется субстратом, отчего краска становится прочнее. Поэтому он применяется для приготовления тонких красок для печати, обоев, лаков и т. д. Часто субстрат прибавляют не в готовом виде, а осаждают в присутствии красителя. В виде примера могут служить составы следующих печатных и других красок: 1) 10 кг перманент красного 4R в пасте и 10 кг гидрата глинозема (15%) смешивают, отжимают, сушат, измельчают и затирают с 2,5 кг печатной олифы в однородную массу; 2) 10 кг сернокислого глинозема в растворе (1:10), 5 кг кальцинированной соды (1:10) и 20 кг ганза желтого G в пасте перемешивают на холоду, хорошо промывают и т. д.; 3) для обоев и цветной бумаги смешивают: 15 кг красителя в пасте, 10 кг гидрата глинозема (15%) и 5 кг тяжелого шпата с 50 л холодной воды, после чего фильтруют и прибавляют к краске немного клея (приблизительно $2\frac{1}{2}$ л 20%-ного раствора). По этим способам перерабатываются почти все П. к.

При употреблении красителей в готовом виде производство пигментов (в том числе и красочных лаков) представляет нередко самостоятельную отрасль техники. В настоящее время является более целесообразным производство красителей и пигментов объединить в одном производстве и даже слить их по возможности в один процесс. Таким образом м. б. получена б. ч. нерастворимых азокрасителей путем диазотирования ароматич. аминов (*n*-нитроанилина, нитротолуидина, *a*-нафтиламина и др.) и сочетаниях (купелирования) с нафталами и другими азокмпонентами в присутствии субстратов (д и а з о т и р о в а н и е). Получаемые при этом пигменты отличаются большой яркостью, светопрочностью, полной нерастворимостью в воде и другими важными свойствами. Способ приготовления их несложен и состоит из следующих трех операций: приготовления щелочного раствора β -нафтола со смесью субстратов; приготовления диазораствора амина; сочетания обоих этих соединений. Для работы требуются два часа с мешалками из дерева: верхний для диазораствора обыкновенно на 1000 л и нижний для нафтольного раствора и субстрата, а также для сочетания их, емкость на 3 000 л. Субстрат д. б. измельчен возможно тоньше, замешен с водой и пропущен через сито. Растворы при работе разбавляются довольно сильно водой, так как краски при меньшей концентрации получают более яркими.

Определение прочности П. к. К пигментам предъявляют следующие требования: 1) они д. б. прочны к свету, воде, спирту, маслу, щелочам и к-там, 2) должны обладать хорошей кроющей способностью или прозрачностью, 3) должны иметь требуемый оттенок и глубину цвета, 4) не изменяться при нагревании и лакировке, 5) иметь определенную концентрацию, т. е. не содержать наполнителей и влаги (если пигмент выпускается в пасте) больше, чем это установлено для типа краски.

Испытание прочности производят следующими способами. 1) Прочность к воде определяется по растворимости краски в воде. Прочные красители совершенно не должны растворяться на холоду, а при кипячении должны давать только очень слабое окрашивание. Масляные краски для этого испытания д. б. предварительно обезжирены. 2) Прочность к спирту определяется 90%-ным спиртом. При встряхивании с ним краски в пробирке при обыкновенной т° не должно получаться никакого окрашивания. 3) Прочность к маслу определяется путем пробного затирания краски с маслом или по растворимости в бензоле. Краски, растворяющиеся на холоду, считаются непрочными, растворяющиеся при нагревании (без кипячения)—не вполне прочными и растворяющиеся только при кипячении—прочными к маслу. 4) Прочность к щелочам испытывается при помощи смешивания краски с известковым молоком. Оставляют пробу на ночь, и если на следующий день цвет краски разрушился или изменился, то краска считается совершенно непрочной к щелочам; если цвет краски сохранился, но часть ее перешла в раствор, краску считают не вполне прочной и наконец, если не произошло никакого изменения, краску считают прочной к щелочам. 5) Прочность к свету определяется по Вагнеру: краску подвергают освещению вертикальными солнечными лучами при ясном небе между 10 и 4 часами дня и получаемые изменения в цвете сравнивают с цветовым кругом Оствальда. По прочности к свету Вагнер делит краски на 10 классов: к первому принадлежит такие, которые не изменяются после освещения в течение 1 000 солнечных часов, а к последнему классу—такие, которые изменяются в цвете на четыре номера цветового круга менее чем в 20 солнечных часов.

Таблица применяемых пигментных красителей.

Торговое название	Химическое название	Цвет (№ по кругу Оствальда)	Прочность*	Кроющая способность	Примечание*
Ганза желтый 5G " " 10G	2-нитроанилин → ацилид ацетоуксусной к-ты 2-нитро-4-хлоранилин → 2-хлоранилид ацетоуксусной к-ты	Зеленовато-желтый Чистожелтый (00)	Св.-прочность превосх., прочн. к изв. и сп. оч. хорош., практически нерастворим в масле	Хорошая	Универс. кр.: графическ., масл., изв., клеев. кр. для линолеума, сургучей. Марки Т спец. для обоев. Марки 5G и 10G как худож. кр.
Литолевый прочный желтый GG, G, R	Продукты конденсации замещенных анилина с формальдегидом	04, 05, 09	Св.-прочн. оч. хорош., прочн. к маслу средняя, непроч. к нагр.	»	Недороги; гл. обр. для обоев, как масл., клеевая и известковая краски
Перманент желтый 4R Пигмент хромовый желтый L Гелио хромовый желтый GL	o-хлоранилин → 1-фенил-3-метил-5-пиразолон o-толуидин → 1-фенил-3-метил-5-пиразолон	Красновато-лимонно-желтый (08)	Св.-прочн. марки 4R превосх., удр. оч. хорош., раств. в сп. и масле	»	Гл. обр. для обоев, печати, масл. малярных кр., для окрашивания спиртовых лаков, масел, смол, сургучей и т. д.
Гелио прочный желтый RL	1,5- и 1,8-диаминоантрахинон, дибензоилированный	Красновато-желтый	Св.-прочн. оч. хорош., прочны к маслу, изв. и сп.	Слабая	
Гелио прочный желтый 6GL, 8G	1-амино-антрахинон → салициловая к-та	Зеленовато-желтый	Св.-прочн. оч. хорош., прочны к маслу, изв. и сп.	Хорошая	Универс. кр.: для типогр. и слаб. тонов масл., эмалев.
Перманент красный 2G Литолевый прочный оранжевый RN Ганза оранжевый R	2, 4-динитроанил. т → β-нафтол	Оранжевый (21)	Св.-прочн. хорош., прочны к изв. и сп., недостат. прочн. к маслу	Сильная	Для печати, цв. бум., как клеев., декоративн. и художеств. кр.
Прочный оранжевый Пигмент оранжевый R	n-нитро-o-толуидин → β-нафтол	Чистооранж. (17—18)	Св.-прочн. хорош., прочн. к изв., непрочн. к маслу и сп.	Средняя	Для обоев и печати, для замены свинцов. сурима
Гелио оранжевый 3AG Оранжевый для лака GR Пигмент оранжевый для лака O	Ва-лак кислого азокрасителя	20—22	Св.-прочн. хорош., довольно прочный к воде, непрочн. к изв., раств. в сп.	»	Дешев. кр. для замены поноса в прозв. обоев, цв. бум., для замены свинц. сурима и для получ. глубокой печати
Перманент красный R Гелио прочный алый AR Литолевый прочный алый G Ганза красный GG	2-хлор-4-нитроанилин → β-нафтол 4, 5-дихлор-2-нитроанилин → β-нафтол	Почти оранжев. (22)	Св.-прочн. оч. хорош., пр. к изв. практич. прочн. к сп. и маслу, прочн. к нагр.	Сильная	Универсальная кр.
Гелио прочный красный RL Литолевый прочный алый R, RN Перманент красный F4R Ганза красный B	m-нитро-n-толуидин → β-нафтол	Алый (24)	Св.-прочн. превосх., прочн. к изв., практич. прочн. к сп. и маслу, прочна к нагр. до 120°	»	Универс. кр., со свинцов. суримом употребляется как красная для сигналов

Аутол. красный BGL, BL Паранитроанилин L Паратонер В Пигмент красный В, G Аутолевоый красный RL, RLP Пигмент бордо R Пигмент красный для ла- ка LC Литолевоый красный R Литолевоый рубин BK Гелио прочный рубин LG Карминоген яркий для лака 3B Гелио прочный розовый RL Эглантин BVP Перманент фиолетовый FR Альголевоый яркий фиоле- товоый R Индантрэн яркий фиолето- воый RK Индантрэн синий GGSL Пигмент зеленоый В Коричневоый бронзовоый R Перманент коричневоый FG Пигмент черноый Анилин черноый	n-нитроанилин → β-нафтол α-нафтиламин → β-нафтол β-нафтиламин → β-нафтол Ва-лак красноого для лака С(2-хлор- 5-толуидин-4-сульфонокислота → β-нафтол) 2-нафтиламин-1-сульфонокислота → β-нафтол Са-лак литолевоого рубин BN (n- толуидин-о-сульфонокислота → β-оксинафтовоый к-та) Пурпурин-сульфонокислота в виде лака Дихлортриоиндиго Нерастворимый азокраситель Продукт конденсации диамино-1,5- диоксинафтрахинона с янтарной к-той Антрахиноназиновоеый краситель Соединение железа с 1-нитроа- 2-нафтолом α-нафтиламин → α-нафтол Нерастворимый азокраситель Хинонимидноеый азониевоый краси- тель	Ало-красноый Бордо (28) Желто-красноый Чистоеый красноый Сильносинева- красноый (28—29) Оч. близок к крап- лаку (28) Синеваый бордо (33) Слабокраснова- фиолетовоеый Чистофиолетовоеый Зеленова- синеый Оливково-зеленоый Коричневоый » Черноый	Св.-прочн. в водных раствор. хо- рош, с масл. и лак. превосх., прочн. к изв., раствор. в сп. и масле, прочн. к нагр. до 100° Как у предыдущей Св.-прочн. довольно хорош., труд- но раств. в воде, прочн. к изв. и сп. Св.-прочн. в водн. и щелочн. сре- дах умерен., с маслом и целлюл. лаками превосх., прочн. к воде, сп. и изв. Прочн. во всех отношениях хорош. » » » » » » » » Прочен во всех отношениях » » » » Проч. к св. и в др. отношении оч. хорош. Прочн. во всех отнош. хорош. Св.-прочн. умеренная, недост. прочен к изв., сп. и маслу Св.-прочн. хорош., прочн. к сп. и маслу, менее проч. к изв., раств. в растворителях целлю- лозных лаков Прочн. во всех отношениях	Сильная » » » » » » Средняя » Оч. слабая Слабая Средняя — — —	Как дешеваая малярная кр. для окрашив. лаков и жиров Почти исключ. как кр. для обоев и цв. бум. В виду низкой цены и хо- рош. прочн. примен. для всех видов окрасок и для замены свинц. сурника Во всех видах техники, с литопоном для линолеума, сургучей, для целлюл. ла- ков Как универсальн. кр. Для обоев, цв. бумаги, ма- лярных маслян. и щелочн. кр., для живописи Как предыдущая Часто для печати, масл. кр., для темных лакиро- вок Для дорожих обоев, типо- граф., литограф., декора- тивн. и худож. кр. Для обоев, графич. кр., св.-прочн. пастели и ху- дож. кр. Для обоев, малярн. кр., св.-прочн. лаков Для замены бронз, для печати, обоев, окраш. жи- ров Гл. обр. для печати Для обоев, как декоративн. кр., как кр. для глубокой печати
---	---	--	--	---	---

* Сокращенные обозначения: кр.—краска, прочн.—прочность, св.—свет, изв.—известь, сп.—спирт, нагр.—нагревание, лак.—лакировка, цв. бум.—цветная бумага, клеев. кр.—клеевая краска, масл. кр.—масляная краска, превосх.—превосходная, хорош.—хорошая, недост.—недостаточная, раств.—растворяется.

Лит.: Георгиевич Г. и Гранмужен Е., Химия красящих веществ, пер. с нем., 3 изд., М., 1922; Лапшин В. Т., Краски печатные, Москва, 1935; Curtiss C. A., Künstliche organische Pigmentfarben, В., 1929; Fierz David H. E., Künstliche organische Farbstoffe, В., 1926; Gentele J., Lehrbuch d. Farbenfabrikation, 3 Aufl., В. 1—3, Brschw., 1906—1909; Jenison F., Die Herstellung v. Farblacken aus künstlichen Farbstoffen, Dresden, 1901; Staeble R., Die neueren Farbstoffe d. Pigmentfarben-Industrie, Berlin, 1910; Wagner H., Die Körperfarben, Stg., 1928; Zerr G., Bestimmung v. Teerfarbstoffen in Farblacken, Dresden, 1907; Zerr G. u. Rubensamp R., Handbuch d. Farbenfabrikation, 4 Aufl., Berlin, 1930. П. Черенин.

ПИКЕЛЬ, операция обработки шкуры или голяя (см. *Кожевенное производство*) водным раствором кислоты и нейтральной соли. П. имеет целью ввести в шкуру или голяе к-ту без напора (бучение) их и разъединить волокна. П. действует высаливающе на растворенные протеины и удаляет остатки щелочей из голяя. П. применяется для консервирования голяя, дезинфекции сырья, замены хлебного киселя при выделке шкур с волосом и *сыромяти* (см.), подготовки *голяя* (см.) к дублению и гл. обр. для регулирования процесса хромового дубления (см.). П. проводится в чану, гашиле и преимущественно в барабане. В зависимости от цели и применяемой аппаратуры состав П. колеблется. Состоит П. из к-ты, обыкновенно соляной или серной, 1—4%, соли нейтральной, обыкновенно хлористого натрия, 7—20%, воды 60—400% от веса голяя или шкур. Поглощается голяем 20—30% применяемой соли и почти целиком вся кислота в зависимости от содержания, концентрации, а также и самого характера ее.

Лит.: Видлссон Д. А., Химия кожевенного производства, пер. с англ., стр. 213—220, Москва—Ленинград, 1927; Ламб М. С., Производство хромовой кожи, стр. 75—78, Москва, 1924; Воргманн и Фриденвальд, Хромовое дубление, пер. с нем., стр. 66, М.—Л., 1927; Грассер Г., Практич. руководство для химич. лабораторий, пер. с нем., Москва, 1923; Еттар, Руководство по хромовому дублению, пер. с нем., стр. 78, Петроград, 1918; Кутырин С., Влияние характера голяя и кислотности пикеля на процесс дубления, «Вестник кожев. промышленности и торговли», Москва, 1929, 1; Барабанов А. С., Квасцовая и циклеванная сыромять, «Вестник Главного комитета кожевенной промышленности», М., 1929, 9, стр. 52—55; «Collegium», Ober-Ramstadt, 1930, 5, p. 219, 12, p. 577; Wills on J., The Chemistry of Leather Manufacture, 2 ed., v. 1, New York, 1928. В. Лейтес.

ПИКЕТ, водная вытяжка из виноградных выжимок (см. *Выжимки виноградные*). Готовится двояко. Первый способ: выжимки настаивают водой в течение 5—6 дней, перемешивая. Если берут для обработки выжимки от несбродившего вина, то происходит при этом дображивание сахара. Второй способ состоит в экстрагировании и выжимок небольшим количеством воды. Получаемый напиток имеет грубый терпкий вкус и малое содержание спирта; не годен для продолжительного хранения. С. Церевитинов.

Лит.: см. *Виноделие*.

ПИКОМЕТР, сосуд, заключающий строго определенный объем жидкости и служащий для определения плотности (см.) жидкостей и твердых тел. Все наиболее точные определения плотностей в научных и технич. лабораториях производятся только по методу П. Для определения плотности жидкости П. взвешивается при данной t° с нею (M_2), с водой (m_2) и пустой (m_0); тогда уд. вес жидкости относительно воды при той

же температуре вычисляется по формуле:

$$D_t^2 = \frac{M - m_0}{m - m_0}$$

для абсолютной плотности D_4^2 в g/cm^3 найдем:

$$D_4^2 = D_t^2/d_4$$

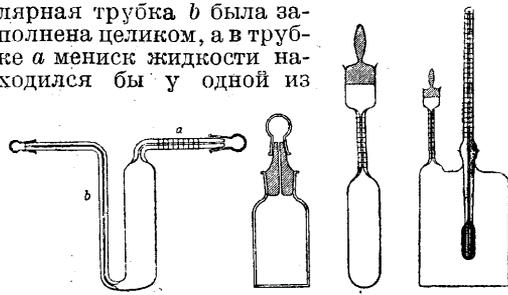
d_4 —плотность воды при данной t° , с большой точностью известная по Шееле [1].

Для определения плотности твердого тела его помещают в виде куска или порошка в П. и взвешивают с ним (p), затем П. доливают жидкостью, не растворяющей тело, и вновь взвешивают ($P_{[1]}$). e (прилиплий к твердому телу воздух эвакуированием или прогреванием д. б. тщательно удален). Затем П. взвешивают только с данной жидкостью (P_2); тогда $[P_2 + (p - m)] - P_1$ —вес жидкости, вытесняемой телом; если плотность ее D^1 , то плотность тела

$$D_2 = D_1 \cdot \frac{p - m_0}{P_2 + (p - m_0) - P_1}$$

Для повышения точности в эти формулы необходимо вводить поправки на приведение взвешиваний к пустоте [2, 3]. Весьма важно точно установить t° измеряемой жидкости, до $\pm 0,01^\circ$ или иногда $\pm 0,1^\circ$, выдерживая П. с нею в термостате. Для достижения большей точности увеличивают также объем П., лекащий обычно между 5 и 30 cm^3 .

Наиболее удобным П. для быстрых измерений является пипеткообразный П. Шпренгеля-Оствальда (фиг. 1); П. заполняется так, чтобы капиллярная трубка b была заполнена целиком, а в трубке a мениск жидкости находился бы у одной из



Фиг. 1.

Фиг. 2.

Фиг. 3.

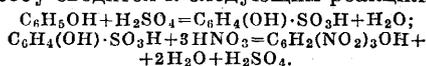
Фиг. 4.

меток (трубка a калибруется так, что наполнению до каждого деления отвечает определенный вес воды). После выдерживания в термостате избыток жидкости отбирают из кончика фильтровальной бумагой. Пришлифованные к концам трубок колпачки предохраняют от испарения. Подобным же образом определенный объем жидкости устанавливают в П. с капиллярным отверстием в пробке (фиг. 2). Весьма удобен для точных работ при разных t° дилатометрический П. сист. Бирона, в котором точно определяется произвольное положение мениска в капилляре (фиг. 3), разделенном на 0,5 мм и калиброванном так, что каждое деление соответствует строго определенному объему. Для большей уверенности в t° -ных отсчетах П. иногда снабжают внутренним термометром на пришлифованной пробке (П. сист. Менделеева, фиг. 4).

Лит.: 1) Спр. ТЭ, т. V, стр. 157; 2) Бирон Е. В., Учение о газах и жидкостях, М.—П., 1923; 3) Спр. ТЭ, т. I.—Менделеев Д. И., Исследование водных растворов по уд. весу, СПб, 1887; Arnold K., Handb. d. phys.-chem. Technik, 2 Aufl., Stg., 1923. П. Ребиндер.

ПИКРИНОВАЯ КИСЛОТА, 2, 4, 6-тринитрофенол, $C_6H_2(NO_2)_3OH$, впервые получена Гаусманом в 1789 году при обработке индиго азотной кислотой. За горький вкус и кислотный характер Гаусман дал этому веществу название П. к. (от греч. *πικρός*—горький). Тринитрофенол существует в трех изомерных формах, из которых лишь 2, 4, 6-тринитрофенол называется П. к. Выкристаллизованная П. к. из горячей воды, представляет собой пластинчатые кристаллы лимонно-желтого цвета, с $t_{пл.}^{0}$ (по Kögner'y) 122,5°. Техническая П. к. имеет $t_{пл.}^{0}$ несколько меньшую (~121°). Уд. вес (при 19°) 1,767; при медленном нагревании П. к. возгоняется без разложения, при быстром же—разлагается со вспышкой; в холодной воде П. к. растворяется плохо (при 15°—1,16 ч.), в кипящей же воде—до 6,3 ч. в 100 ч. воды. П. к. легко растворима в эфире, бензоле, спирте, хлороформе, в крепкой азотной и серной кислотах. Раствор П. к. в воде имеет кислую реакцию и окрашивает шелк и шерсть в яркий желтый цвет. Она мало ядовита, имеет горький вкус. Количественно П. к. может быть определена титрованием КОН, дающим пикрат калия, или же с помощью акридина, дающего с П. к. акридинпикрат $C_{13}H_8NC_6H_2(NO_2)_3OH$, трудно растворимый в воде и других растворителях. П. к. обладает ясно выраженными кислотными свойствами и способен легко замещать свой гидроксильный водород на металлы, давая соли, так наз. п и к р а т ы. Последние легко образуются при соприкосновении П. к. с металлами (железом, цинком, медью и др.).

П о л у ч е н и е П. к. Наиболее упорядоченных способов производства П. к. существует два: 1) нитрацией сульфифенола (фенолсульфоокислоты), исходя из каменноугольного или синтетич. фенола; 2) исходя из бензола, и через хлорбензол и динитрохлорбензол, с последующим замещением хлора OH-группой путем омыления щелочью и нейтрализации серной кислотой для получения динитрофенола, к-рый дальнейшим нитрованием переводят в тринитрофенол. Процесс получения П. к. по первому способу сводится к следующим реакциям:

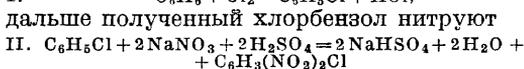
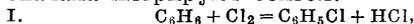


Обычно при сульфировании фенола (в зависимости от крепости серной кислоты и t^0 может образоваться моно-, ди- и трисульфокислота. Сульфирование производится в кислотопорных гончарных горшках цилиндрич. формы, помещенных в деревянные чаны с бетонным дном, между стенками которых помещен песок. В горшки предварительно наливается расплавленный фенол, нагретый до 50°, а затем в него приливается серная к-та уд. в. 1,84; иногда для большей плавности процесса серную к-ту приливают в два приема. Процесс сульфирования при помешивании смеси длится ок. 5 ч. с выделением тепла, причем t^0 поднимается до 100°. После охлаждения сульфифенола до 50° его разливают в глиняные горшки с краями вверху и передают в отделение для нитрации. Обычно на 1 вес. ч. фенола берут 3,2—4,5 вес. ч. серной к-ты, тогда как по теории на

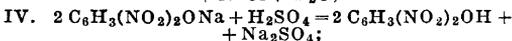
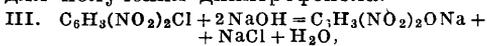
1 вес. ч. безводного фенола приходится 1,11 вес. ч. 94%-ной серной кислоты. Нитрование производится в гончарных нитровочных горшках, снабженных крышками с тремя отверстиями; одно служит для вливания сульфифенола, другое для подачи воздуха (нагнетанием которого производится перемешивание) и третье—для отвода газов; кроме того имеется отверстие для термометра. Нитрационные горшки помещены в деревянные чаны с бетонным дном и установлены на вагонетки. Каждый сосуд при помощи гончарной трубы, отводящей газы, соединяется с магистралью, идущей к конденсационной системе, состоящей из серии туррилл, двух башен, фильтров и отводящей трубы. Конденсационная система служит для конденсации паров азотной кислоты и окислов азота. Для нитрации сульфифенола в нитрационный горшок заливают азотную к-ту, в к-рую вливают тонкой струей сульфифенол из гончарного горшка и мерника, устанавливаемого около нитрационного горшка на особой подставке. Приливание сульфифенола производится медленно, ок. 1,5 ч., для избежания сильного разогревания при нитрации, т. к. при резком повышении t^0 может произойти сильное вспенивание и выбрасывание жидкости, сопровождающееся окислением образующейся П. к. до щавелевой к-ты и нерастворимой смолы. Поэтому наблюдают, чтобы t^0 к концу приливания сульфифенола поднималась не выше 103—110°. После приливания сульфифенола смесь перемешивают в течение 15—30 минут воздухом, нагнетая последний через стеклянную трубку, опущенную до дна сосуда; этим достигают между прочим хорошей кристаллизации П. к. Обычно на 1 ч. сульфифенола берется 7,5—9,1 ч. азотной кислоты в зависимости от ее крепости. По окончании продувки нитрационным горшку дают остыть, на что требуется несколько часов, после чего отработанная к-та сливается сифоном. Первую промывку П. к. производят в нитрационном горшке, сливают кислоту воду и выгружают П. к. в деревянные чаны с решетчатым дном, где и производят промывку водой несколько раз. Промывные воды отводятся в отстойники, где часть П. к. оседает, другая часть удерживается фильтром и по мере накопления выгружается, а промывные воды спускаются в поглотительные колодцы. После промывки П. к., еще содержащая около 15—20% влаги, отжимается на centrifуге и с содержанием 5—6% влажности поступает в сушильню, где и высушивается окончательно. Температура воздуха сушильни обычно 55—60°; сушка производится в лотках, имеющих стеклянное дно; лотки помещаются на стеллажах. В заключение П. к. просеивается через медное сито и идет на укупорку. Если П. к. предназначается для снаряжения артил. снарядов, то она подвергается плавнению и в таком виде называется м е л н и т о м. Обычно из 100 вес. ч. фенола получается около 186—190 частей П. к., тогда как по теории должно было получиться 243,6 вес. ч. Выход П. к. зависит от степени чистоты фенола, а также от окисления сульфифенола и П. к. неизбежным избытком азотной к-ты.

В последнее время дорогие глиняные нитратные кубы заменяют железными нитраторами, благодаря чему достигается возможность нитровать за один раз до 2 000 кг фенола. Для нитрации в железных кубах [1] берут 94 ч. фенола и смешивают с 400 ч. 20%-ного олеума. Для получения дисульфифенола нагревают смесь в течение 5 часов до 90—100°, после чего разбавляют 200 ч. крепкой серной к-ты при t° ниже 50°; далее сульфифенол нитруют, приливая сразу 80 ч. HNO_3 (уд. в. 1,46), добавляя затем HNO_3 постепенно при 60—80° и в заключение приливая еще 100 ч. HNO_3 при t° выше 80°. При этом способе выход достигает 200—205% вместо обычных 186% (по весу фенола). Кроме описанного способа существует способ Нерсси—нитрация в ваннах,—сводящийся к тому, что 100 кг фенола сульфифируют, потом сульфосмесь разбавляют водой и нитруют азотной к-той в 42° Вé сначала при 70°, постепенно повышая t° до 125°; выход П. к. по фенолу ~ 220%. Во Франции до настоящего времени сохранился способ Келлера, состоящий в том, что взамен азотной к-ты для нитрации применяют чилийскую селитру и серную к-ту.

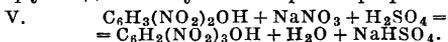
Второй способ—получение П. к. из бензола—представляет интерес в том отношении, что промежуточные продукты этого процесса могут быть использованы для синтеза красителей, чем и пользовались красочные фабрики Германии и Франции; во время же войны 1914—18 гг. эти заводы легко переклонились на производство взрывчатых веществ. Способ этот заключается в том, что сначала хлорируют бензол:



и полученный динитрохлорбензол омыляют едким натром и нейтрализуют серной к-той для получения динитрофенола:



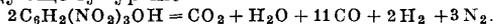
в заключение полученный динитрофенол нитруют для получения тринитрофенола:



Указанный способ отличается значительной сложностью технологич. процесса и требует громоздкой аппаратуры. Кроме перечисленных способов заслуживает внимания патент Wolfenstein'a [2], по которому П. к. получается непосредственной нитрацией бензола азотной к-той в присутствии азотной кислоты ртути в качестве катализатора; по окончании реакции образовавшийся нитробензол отгоняется и в остатке получается П. к. Было предложено также получение П. к. из бензола в присутствии чистой ртути, однако при этом методе выход П. к. по Haller'у равен только 140%. Кроме того имеется ряд предложений получать П. к. нитрацией оксидами азота и другие. П. к. укрупняется обычно в деревянные бочки с деревянными обручами, если же она спрессована в шашки, то последние имеют бумажную или жестяную оболочку и хранятся

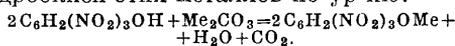
в деревянных ящиках. Техническая П. к. должна удовлетворять определенным требованиям по своему внешнему виду, содержать пикратов не более 0,2%, иметь влажность не выше 0,5%, t° *заст.* не ниже 119,5°, содержание тринитрофенола должно быть в пределах 99,7—100%, кислотность (в пересчете на H_2SO_4) не более 0,3%, нерастворимого остатка не более 1,0% и золы не выше 0,4% (в том числе SiO_2 не более 0,1%); содержания свинца не допускается вовсе, железа же допускаются лишь следы. Особенно нежелательно присутствие в П. к. пикратов, в виду их повышенной чувствительности к механическим воздействиям, а также кремнезема, десятые доли % которого уже резко повышают чувствительность П. к. к удару.

Как взрывчатое вещество П. к. имеет очень большое значение, т. к. если она свободна от примесей, то может в надлежащих условиях храниться долгое время без изменения. При быстром нагреве взрывает; будучи зажжена, горит ярким пламенем, при сильном ударе способна взрывать, к механич. воздействию чувствительнее тротила. В спрессованном виде П. к. менее чувствительна, чем порошкообразная, детонирует от капсюля-детонатора и действует как бризантное *взрывчатое вещество* (см.). П. к. имеет отрицательный кислородный баланс. При взрыве П. к. образуются газы, содержащие большое количество метана (CH_4), CO и CO_2 ; благодаря высокому содержанию CO они ядовиты. Сарро и Вьель нашли, что образующийся при горении П. к. газ за вычетом воды содержит: CO_2 —20,5%, CO —48,8%, N —19,8%, H —3,1% и CH_4 —7,8%. Реакция взрывного разложения П. к. в определенном приближении сводится к следующему ур-ию:



Для этого приближенного ур-ия объем газов, образуемый 1 кг П. к. при взрыве при 0° и 760 мм Hg, равен 877 л, количество выделившегося тепла = 767 Cal, t° взрыва = 2430°, скорость детонации по Kast'у для плавленной П. к. (плотность 1,68—1,70) = 7 300 м/сек. Фугасный эффект в бомбе Трауцля равен в среднем (для химически чистой П. к.) 310—319 см³. В мирной взрывной технике П. к. не применяется и находит применение только в спрессованном виде (в шашках) в подрывном деле. В плавленом виде под названиями м е л и н и т, л и д и т она применялась для снаряжения артиллерийских снарядов, гранат и пр. Во время мировой войны 1914—18 гг. П. к. часто применялась с добавками динитронафталина, динитрофенола и др. Раньше П. к. применялась для крашения тканей (главным образом шелка и шерсти) без применения протравы. В настоящее время П. к. в качестве красителя потеряла значение.

С о л и П. к. (п и к р а т ы). Пикраты калия, натрия, аммония, бария, стронция и другие легко получаются действием водного раствора П. к. на углекислые соли или гидроокиси этих металлов по ур-ию:



Пикраты железа, цинка, свинца, меди, алюминия и других металлов получают при

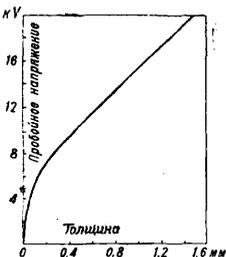
действию раствора пикрата бария на серно-кислые соли металлов по ур-ню:



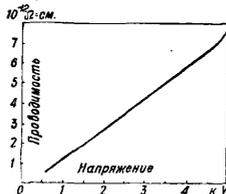
где Me—одновалентный, а MeII—двувалентный металл. Пикраты в большинстве своем значительно чувствительнее к удару, чем П. к., и потому представляют гораздо большую опасность в обращении. Кроме того пикраты взрывают от огня, причем t° воспламенения для разных пикратов колеблется в пределах 258—360°. Особенно сильно взрывают пикрат свинца, поскольку менее—пикраты железа и меди; поэтому при производстве П. к. применение железа, свинца и меди в аппаратуре недопустимо. Пикраты (особенно железа) образуются легко при хранении слегка влажной П. к. в металлических оболочках, соприкасающихся с П. к. Соли П. к. за исключением пикрата аммония (США) не получали во время войны 1914—1918 гг. распространения.

Лит.: 1) Г. П. 298021; 2) Г. П. 194883.—Солонина А. А., Технология взрывчатых веществ, Ленинград, 1925; Сухаревский М., Взрывчатые вещества и взрывные работы, т. 1, М., 1923; Kast H., Spreng- und Zündstoffe, Brschw., 1921; Colver E., High Explosives, L., 1918; Naoum Ph., Schiess- u. Sprengstoffe, Dresden—Lpz., 1927. А. Иншт.

ПИЛИТ, электроизоляционный волокнистый материал из шерсти, отличающийся малой гигроскопичностью; применяется вместо прессипана (см.) и промасленного полотна, напр. для изоляции якорей электрич. машин. Основным сырьем для производства П. служат отходы шерсти, гл. обр. овечьей и коровьей, к-рые подвергаются специальной обработке к-тоу в целях разделения шерсти на элементарные роговые волокна. После тщательного освобождения от к-ты и просушки полученный тонкий роговой порошок смешивается со связующим составом из озокерита с канифолью и льняным маслом и подвергается горячей прессовке под большим давлением. Пилит выделяется двух видов: жесткий—в виде пластин красного или черного цвета и гибкий, листовой—коричневого и черного цвета. Листы гибкого пилита обычно выпускаются размером 72 x 95 см и 100 x 100 см, толщиной начиная от 0,1 мм. П. отличается



Фиг. 1.



Фиг. 2.

значительной теплостойкостью и выдерживает действие горячего трансформаторного масла; негигроскопичность особенно высока у гибкого П. Гибкость этого материала тоже весьма велика. Пробойное напряжение гибкого П. характеризуется данными:

Table with 2 columns: Thickness (mm) and Breakdown Voltage (kV). Values: 0.1, 0.5, 0.6 mm thickness; 4-5, 7-7.5, 7.5-8 kV voltage.

По данным, относящимся к производству более раннего времени, пробойное напряжение гибкого П. при толщине 0,6 мм составляет 13 kV, а жесткого 18 kV при толщине 0,57 мм. На фиг. 1 показана соответственная зависимость пробойного напряжения от толщины. Электрич. сопротивление П. высоко, но значительно меняется в зависимости от t° и содержания влажности. В статье «Волокнистые изоляционные материалы» на фиг. 12 показана эта зависимость электросопротивления П. от влажности для разных t°. Проводимость П. зависит также от приложенного напряжения, а именно возрастает с напряжением почти в линейной зависимости (фиг. 2).

П. Флоренский.

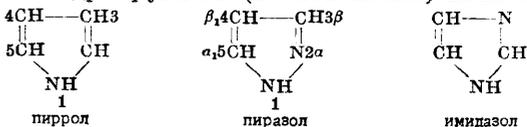
Лит.: см. Волокнистые изоляционные материалы.

ПИЛЫ, см. Режущие инструменты.

ПИНЕН, см. Терпены.

ПИРАЗОЛОНОВЫЕ КРАСИТЕЛИ, азокрасители, получаемые сочетанием диазосоединений с пиразолоновыми производными (см. Пиразолы). Подробнее см. Красящие вещества синтетические (хинон- и полухинонгидразонные красители).

ПИРАЗОЛЫ, группа органич. (гетероциклических) соединений, находящихся в тесной структурной связи с пирролом (см.), от которого они производятся заменой в пирроловом ядре групп СН (в α-положении) на азот



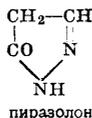
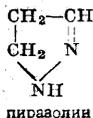
П. по химич. свойствам близко стоят к пирролу. Они обладают свойствами оснований, с к-тами дают непрочные соли, водород имидной группы NH может замещаться металлами (гл. обр. серебром).

Кроме пиразолов, или α-моноазолов, существует большой класс разнообразных органич. соединений, получаемых замещением групп СН в пиразоле на азот. Так, замещением группы СН в β-положении получаются β-моноазолы, гликоксилины, или имидазолы; замещением двух СН-групп двумя атомами азота получаются пиродиазолы (простейший C2H2N2·NH), или триазолы; тетразолы, в которых три группы СН пиразольного ядра замещены тремя атомами азота (простейший CHN3·NH), см. Органические соединения. Основные свойства имидазолов по сравнению с пиразолами выражены сильнее, в триазолах основные свойства выражены весьма слабо, а тетразолы уже обладают ясно выраженным кислотным характером.

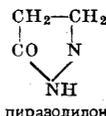
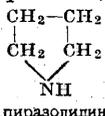
Простейший из П. C2H3N·NH был впервые получен действием гидрата хлориста на эрихлоргидрин в присутствии хлористого цинка; теперь его получают б. ч. из его карбоновых к-т нагреванием (отщеплением частицы углекислоты CO2). П. твердое тело с t°пл. 70°, кипит без разложения при 178°; устойчив к окислителям, легко сульфурится, нитруется и бромится. Гомологи его производятся замещением водородоа групп NH или СН алкильным или же фенильным остатком.

Из производных П. известны нитропропильные, обладающие кислотным характером, с основаниями дающие соли; амидо- и азолы, с характером анидинов, способные к образованию диазосоединений, с к-тами дают соли; пиразолкетоны, получаемые из П. действием фосгена; пиразолкарбоновые к-ты, получаемые

многими способами, напр. окислением алкилпиразолов; они легко распадаются при нагревании, отщепляя при этом частицу углекислоты CO₂. Восстановлением II. получаются его производные: ди- и тетрагидразолы; первые, п и р а з о л и н ы, слабые основания, растворяющиеся в крепких к-тах; простейший из них C₃H₆N₂, жидкость с t°_{кип.} 144°. Большое значение имеют кетопроизводные пиразолинов, кетодигопиразолы, содержащие СО-группу рядом с атомом азота



п и р а з о л о н ы, производные которых применяются в крашении и в медицине. Наиболее важный из пиразолонов—1-фенил-3-метилпиразол, который получается из апетукусеного эфира и фенилгидразина в виде бесцветных призм, нерастворимых в холодной воде и эфире, легко растворимых в спирте; дает целый ряд производных, применяемых в медицинской практике: *антипирин* (см.)—1-фенил-2,3-метилпиразолон, *салипирин*—его салициловокислая соль, *ацетопирин*—его ацетилсалициловая соль, *астрол* и *н*—метилэтилгликолевая соль, средство от мигрени, *туссол*—мигдальнокислый антипирин, *мигренин*—смесь антипирина с кофеином и лимонной к-той, *гипналь*—соединение антипирина с хлоралгидратом—снотворное средство; *бромопирин*—1-фенил-2,3-диметил-4-бромпиразолон и аналогичный по строению *одопирин*; *пирамидон* (см.)—1-фенил-2,3-диметил-4-аминопиразолон; *тригемин*—соединение антипирина с бутилхлоралгидратом, средство от невралгии, и многие другие препараты. Тетрагидропиразолы, или п и р а з о л и д и н ы, непрочные соединения, получаемые из бромистого триметилена (и его гомологов) действием фенилгидразина:

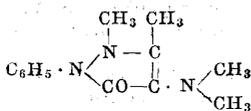


они легко окисляются даже кислородом из воздуха, превращаясь в пиразолины, поэтому являются сильными восстановителями; более прочны их кетопроизводные—п и р а з о л и д о н ы.

Н. Ельцина.

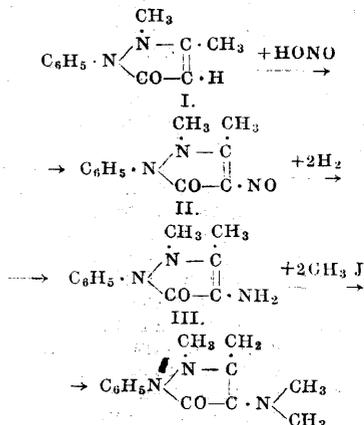
Лит.: см. Гетероциклические соединения.

ПИРАМИДОН, C₁₁H₁₇ON₂, 1-фенил-2,3-диметил-4-диметиламинопиразолон, или 4-диметиламиноантипирин. Был впервые получен Штольцем (Stolz) в 1896 г.



Исходным продуктом для получения II. является антипирин (I), к-рый легко переводят (по Кнорру) в 4-нитроантипирин (II) действием азотистой к-ты. Полученное нитрозосоединение легко восстанавливается в 4-аминоантипирин (III) (получается в чистом

виде через бензилиденаминоантипирин); для получения пирамидона аминоантипирин метилируется иодистым метилом (или же диметилсульфатом). Реакции идут по следующей схеме:



Этот способ дает плохие виды II., т. к. при метилировании иодистым метилом или диметилсульфатом выделяются побочные продукты (четвертичные аммониевые основания); хорошие выходы получаются действием хлоруксусной к-ты на аминоантипирин и нагреванием полученного продукта [1].

II. представляет блестящие листочки с t°_{пл.} 108°. Легко растворим в воде, разбавленных кислотах, спирте, бензоле, труднее—в эфире. Находит большое применение как жаропонижающее и болеутоляющее средство и действует сильнее, чем *антипирин* (см.). Хлорное железо окрашивает раствор II., слабо подкисленный соляной к-той, в фиолетовый цвет. Производство пирамидона установлено в СССР на одном из заводов Госмедторгпрома.

Лит.: 1) Г. П. 144393/1902.—Meyer V. u. Jacobsen P., Lehrbuch d. org. Chemie, B. 2, T. 3, Berlin, 1923; F r ä n k e l S., Die Arzneimittellehre, 5 Aufl., B., 1921; W a s e r E., Synthese d. organischen Arzneimittel, Stg., 1928. М. Нацельсон.

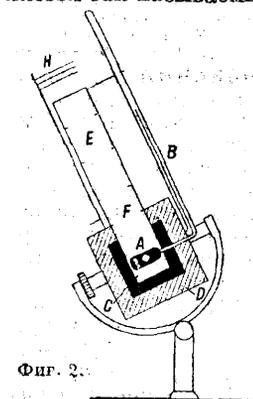
ПИРАГИРИТ, серебряная обманка, темная красная серебряная руда, наряду с *круститом* (см.) важная серебряная руда. Принадлежит к дитригонально-пирамидальному виду симметрии гексагональной системы. Двойники часты. Нередко встречается в сплошном виде, а также вкрапленным—в виде дендритов. Наблюдаются псевдоморфозы по серебряному блеску, а иногда II. переходит в металличес. серебро. Спайность довольно ясная; излом раковистый до неровного и занозистого. Мягок и иногда несколько хрупок. Тв. 2—2,5; уд. вес 5,77—5,86; цвет темнокрасный до черного; черта (на фарфоровой пластинке) вишнево-красная. Блеск металловидно-алмазный. Просвечивает или непрозрачен; редко прозрачен. Двойное лучепреломление, весьма сильное, отрицательное: n_o = 3,084 (Li); n_e = 2,881 (Li). Химич. состав 3 Ag₂S · Sb₂S₃ (59,78% Ag; 22,51% Sb; 17,71% S). В колбе растрескивается, плавится и дает буровато-красный возгон серпистой сурьмы. Перед *напальной трубкой* (см.) на угле сильно дымится, дает густой белый налет Sb₂O₃ и оставляет королек серебра. Чернеет в HNO₃,

растворяясь затем при выделении серы и окиси сурьмы. КОН извлекает из II. сернистую сурьму, осаждаемую к-тами в виде померанцево-желтого осадка. II. встречается во всех серебряных месторождениях, иногда в весьма больших количествах. Сюда относятся: 1) Гарц, Вестфалия, Рудный край в Германии, 2) Богемия, 3) С. и Ю. Америка, 4) Алтай в СССР. Одинаковый состав с II. имеет пиротилепнит (огненная обманка) моноклиной системы; кристаллизуется в виде мелких и тонких таблечек померанцево-желтого или красно-бурого цвета; тв. 2; уд. в. 4,3.

Лит.: Боялырев А. К. Курс описательной минералогии, вып. 1, Л., 1926. И. Мельников.

ПИРГЕЛИОМЕТР, прибор для измерения тепловой энергии солнечного излучения (см. *Актинометрия*); предложен в 1837 г. Пулье (Pouillet), который произвел с ним ряд актинометрич. исследований. Прибор состоит (фиг. 1) из тонкостенного цилиндрич. сосуда *A*, верхняя поверхность которого закопчена. В сосуд налита вода, и он представляет собою не что иное, как калориметр. Внутри трубки *D* находится термометр *T* для определения t° воды. Сначала прибор направляют в противоположную сторону от солнца и измеряют падение t° в течение 5 мин. Затем воспринимающую часть *A* направляют прямо на солнце и отмечают повышение температуры также в течение 5 мин. После этого повторяют опять первую операцию. Зная теплоемкость калориметра, можно определить общее количество тепла, получаемого единицей поверхности в единицу времени. Результаты, полученные Пулье, очень хорошо согласуются с современными.

Видоизменением описанного прибора является так называемый серебряный П., предложенный Смитсоновской обсерваторией. Прибор этот (фиг. 2) имеет широкое распространение, особенно в Америке и отчасти в Европе.

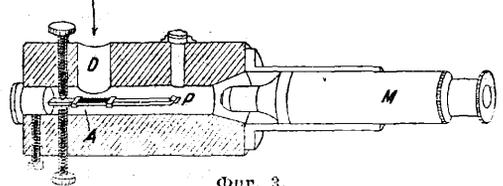


Фиг. 2.

Серебряный диск заключен в лагунную цилиндрич. коробку *C*, к-рая в свою очередь вделана в деревянную оправу *D* для предохранения инструмента от внешних t° -ных изменений. Пучок солнечных лучей входит через коробку *E* с рядом диафрагм *F*, так что лучи падают только на диск. При помощи диафрагмы *H* можно по желанию или открыть или за-

крыть отверстие трубки *E*. После установки прибора на солнце открывают диафрагму так, что лучи падают на *A*. Достаточно 100 ск. времени, чтобы установилось определенное тепловое равновесие. Из наблюдаемого при этом повышении t° можно вывести значение интенсивности солнечного излучения. Несмотря на сравнительную простоту конструкции, результаты наблюдения получаются с большой степенью точности.

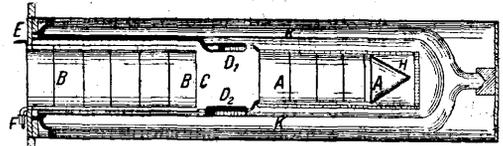
II. системы проф. В. А. Михельсона имеет широкое применение в Запад-



Фиг. 3.

ной Европе и в СССР. Он состоит (фиг. 3) из биметаллич. пластинки *A*, закрепленной с одного конца и подвергающейся радиации солнца через отверстие *D*. Перемещение свободного конца *P* наблюдается с помощью микроскопа *M*. Прибор предварительно калибруют, производя одновременные наблюдения с абсолютным инструментом. Самые наблюдения производят, отмечая степень отклонения *P* при открытом и закрытом отверстии *D*. Вследствие малой теплоемкости пластинки *A* инструмент отличается большой чувствительностью, и с помощью его можно очень быстро определить солнечную радиацию.

Абсолютный водоструйный П. Abbot'a и Fowle'я (фиг. 4) представляет собою комбинацию «черного тела» и калориметра особой системы. Главным нововведением, примененным в этом приборе, является камера, в которой полностью абсорбируется энергия солнечных лучей, т. е. нет необходимости вводить особые поправки на отражение лучей. Солнечные лучи, пройдя через трубку *B* и отверстие *C*, входят в воспринимающую камеру *A* с конич. основанием *H*, к-рая служит черным телом. В то же время через трубку *E* идет ток воды, омывающий прибор; перед воспринимающей камерой t°

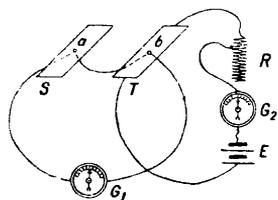


Фиг. 4.

воды тщательно измеряется с помощью термoelementa D_1 , после чего вода циркулирует вокруг камеры; здесь она нагревается под влиянием тепловой энергии, вступившей в камеру, а затем вода выводится наружу через отверстие *F*. Перед выходом t° воды вновь измеряется с помощью второго термoelementa D_2 . Вода циркулирует по особым спиральным каналам. Для предохранения от изменения внешней t° весь прибор заключен в дюаровский сосуд *K*. Таким образом изменение t° в водяной струе, цир-

кулирующей около прибора, служит мерой солнечной инсоляции, определяемой с помощью измерения количества электрической энергии, пропускаемой через манганиновую обмотку вокруг конуса H и нагревающей как воспринимающий сосуд, так и циркулирующую воду.

Компенсационный П. сист. Онгстрема (фиг. 5) представляет прибор для абсолютного определения интенсивности солнечного излучения. Он состоит из двух зачерненных пластинок S и T одинакового размера, к которым



Фиг. 5.

прикреплены спаи двух термоэлементов a и b . Когда пластинка S подвергается действию солнечного нагревания, а пластинка T , защищенная ширмочкой от солнца, остается при постоянной t° , в цепи возникает термоток, и стрелка гальванометра G_1 отклонится. Если пластинку T нагреть до одинаковой t° с пластинкой S , термоток в цепи прекратится и стрелка гальванометра G_1 возвратится в нулевое положение. Нагревание осуществляют с помощью электрич. тока от батареи E , быстро подбирая надлежащее сопротивление R и определяя силу тока гальванометром G_2 . Эти измерения дают все необходимые данные для определения солнечной радиации.

Некоторые виды пиргелиметров сконструированы для непрерывной регистрации солнечной инсоляции.

Лит.: К л о с с о в с к и й А., Метеорология, Общий курс, ч. 1, Метеорология статическая, Одесса, 1908; М и х е л ь с о н В. А., 35 лет актинометрия. исследований, «Записки Моск. метеорол. общества», М., 1928, вып. 3; Инструкция для производства наблюдений пластинчатом актинометром Михельсона, Л., 1929; В е й н б е р г В. П., Желтый уголь, Мощность лучистой энергии солнца, Л., 1929; «Astrophysical Journal», Chicago, 1911.

В. Пришелецов.

ПИРИДИН, C_5H_5N , бесцветная прозрачная, обладающая резким специфическим запахом, жидкость. $D_4^{25} = 0,978$; $t^\circ_{кип.} 115,1^\circ$, $t^\circ_{пл.} 38,2^\circ$, скрытая теплота испарения (при $115,5^\circ$) $101,4 \text{ cal/g}$, удельная теплоемкость (в пределах $21-108^\circ$) $0,431$; вязкость при 25° $0,0088$. В воде, спирте и эфире пиридин растворим во всех отношениях; с водою он дает гидрат $C_5H_5N \cdot 3H_2O$, кипящий при $92-93^\circ$. П. сильно гигроскопичен.

Он является хорошим растворителем для многих органических веществ; хлористая и хлорная медь, хлористый цинк, хлорная ртуть, хлористое серебро, азотнокисл. свинец легко растворяются в П. Хлористая ртуть при прибавлении П. мгновенно разлагается на ртуть и хлорную ртуть, переходящую в раствор. В химическом отношении П. представляет слабое основание, не меняющее цвета лакмуса, но образующее с сильными минеральными кислотами соли, легко растворимые в воде. Подобно аммиаку П. образует ряд двойных и комплексных солей, например $(C_5H_5N \cdot HCl)_2PtCl_4$. Пиридин очень стоек по отношению к окисляющим

реагентам и к действию высоких t° ; при кипячении с азотной или хромовой кислотами он не разлагается. При действии водорода в присутствии никеля при $t^\circ 180-250^\circ$ П. в большей части остается неизменным; при восстановлении натрием в горячем растворе в абсолютном этиловом спирте — дает полностью гидрированное соединение пиридина $C_5H_{11}N$. При нагревании выше 300° с конц. иодистоводородной кислотой П. расщепляется, давая нормальный пентан и аммиак; при нагревании до 330° с нитрующей смесью ($HNO_3 + H_2SO_4$) дает нитропиридин (игольчатые кристаллы $t^\circ_{пл.} 41^\circ$, $t^\circ_{кип.} 216^\circ$); при кипячении с конц. серной к-той дает сульфосоединение. Находится П. гл. обр. в продуктах пиролиза каменного угля, бурого угля, торфа, лигнита и древесины; пиридиновое гетероциклическое ядро входит в состав многих алкалоидов. В промышленном масштабе П. добывается в смеси с его гомологами из легких и средних фракций каменноугольной смолы (см. *Пиридиновые основания*). Многочисленные синтезы П. освещены в специальной литературе. Пиридин применяется в качестве растворителя многих органич. веществ как в технике (напр. для растворения каучука), так и для целей анализа, например для определения свободных углеводов в каменноугольной смоле; при органич. синтезах П. служит катализатором (например при окислении ацетальдегида в перекись ацетила), также в качестве среды для сохранения активного никелевого катализатора: Ni под слоем П. долго сохраняет активность. П. пользуются как средством, связывающим соляную кислоту (напр. при ацелировании целлюлозы помощью хлористого ацетила); П. применяется также для очищения индиго, для денатурации винного спирта и в качестве инсектицида, защищающего виноград от виноградной тли.

Лит.: Ч и ч и б а б и н А. Е., Основные начала органической химии, 3 изд., М.—Л., 1931; Н о л ь н с С., The Synthesis of Nitrogen Ring Compounds Containing a Single Hetero-Atom (Nitrogen), L., 1924; Meyer V. u. Jacobson P., Lehrb. d. organ. Chemie, B. 2, Teil 3, 2 Aufl., B., 1923. Ф. Рыбин.

ПИРИДИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ, производные пиридина (см.), получаемые из продуктов перегонки каменноугольной смолы (см. *Коксобензолное производство*, переработка каменноугольной смолы), в к-рой находится смесь пиридина с его гомологами. П. о. обнаружены также в бурoughольном и древесном дегте и в торфе. Кроме самого пиридина, составляющего не менее 50% всей смеси, там находятся 2-, 3-, 4-монометилпиридины (α -, β -, γ -пиколины) $CH_3 \cdot C_5H_4N$ уд. в. $0,961-0,976$ при 0° , $t^\circ_{кип.}$ от $133,5^\circ$; 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,4-, 3,5-диметилпиридины ($\alpha, \beta, \alpha', \alpha'', \beta', \gamma, \beta', \beta'$ -лутидины) $(CH_3)_2C_5H_3N$ удельн. в. $\sim 0,95$ и $t^\circ_{кип.}$ $142-164^\circ$; 2,4,5- и 2,4,6-триметилпиридины [коллидины] $(CH_3)_3C_5H_2N$ уд. вес $\sim 0,92$ и $t^\circ_{кип.}$ $165-172^\circ$). По свойствам гомологи пиридина подобны самому пиридину. Среднее содержание П. о. в каменноугольной смоле по данным Lunge—Köhler [1] $0,05-0,1\%$; Warnes [2] дает следующие средние данные для содержания П. о.: в однократно перегнанном бензоле — легких

оснований (90° до 140°) 0,75%, тяжелых 0,057%, в один раз перегнанной сользент-нафте: легких 4,01%, тяжелых 1,19%; всего в среднем 0,12%. Смолы, получаемые при низкотемпературной карбонизации торфа и лигнита, более богаты П. о., чем каменноугольная смола, получаемая при высоких t° . Главная масса П. о. находится в т. н. фенольном масле, фракции каменноугольной смолы, перегоняющейся в пределах 180—220°; разница в $t^\circ_{кип.}$ П. о. и $t^\circ_{кип.}$ этой фракции объясняется тем, что П. о. дают с фенолами соединения типа $C_6H_5OH \cdot C_5H_5N$ и $(C_6H_5OH)_2 \cdot C_5H_5N$, столь прочные, что при прибавлении к маслам, содержащим их, серной кислоты, они не вполне разлагаются; этим обуславливается необходимость предварительного удаления из масла фенолов промывкой щелочью. После выделения фенолов П. о. связываются серной к-той крепостью 30—35%. Полученный раствор сульфатов П. о. для удаления увлеченных масел продувается острым паром или разбавляется равным по объему количеством воды. Для выделения П. о. из сульфатов применяются несколько способов, из к-рых главнейшими являются следующие.

1) Осветленные сульфаты П. о. смешиваются с гашеной известью, загруженной предварительно в аппарат, в который подведен острый пар; после перемешивания содержимого в аппарат пускают острый пар, с к-рым и отгоняются выделившиеся П. о. Отгон в начале гонки д. б. совершенно прозрачен и лишь во второй половине гонки появляется муть, вызванная наличием в погоне тяжелых П. о., трудно растворимых в воде. Отгон ведут обычно до тех пор, пока взятая проба не будет содержать около 1% П. о., что грубо определяется след. обр.: пробу отгона смешивают в делительной воронке 2 раза с равным объемом раствора едкого натра NaOH уд. веса 1,45, сливают нижний тяжелый слой щелочи и переливают выделившиеся П. о. в измерительный цилиндр. В среднем полученный водный раствор П. о. содержит их в количестве 35—40%. Для выделения их прибавляют раствор NaOH уд. веса 1,30—1,45 с таким расчетом, чтобы получаемый разбавленный раствор щелочи имел уд. вес не менее 1,15, т. к. в растворах большего уд. веса П. о. не растворяются, а в более слабых растворах растворяются. Для окончательной сушки прибавляют к выделенным П. о. твердый NaOH или его раствор уд. в. 1,45. Если на смолоперегонном з-де разложение фенолята производится углекислотой, в результате чего получается углекислый натрий, последний также м. б. применен для выделения П. о. из воды (но не для сушки). Высушенные П. о., содержащие до 4% влаги, подвергаются ректификации (сравнительно грубой), причем собирается фракция, 90% к-рой перегоняется до 140 или до 160°. Во избежание плотного оседания на дне куба известкового шлама необходимо выгружать последний сразу после прекращения отгонки. 2) К раствору сернокислых П. о. прибавляют аммиачную воду (около 16% NH_3) до начала выделения свободных П. о.; примешанные масла при этом отделяются. Осветленный раствор загружается в освинцован-

ный сатуратор и через него пропускается аммиачный газ из аммиачной колонны, который образует с серной к-той сульфат аммония. Операция ведется при охлаждении, для чего сатуратор снабжен свинцовым змеевиком. После окончания операции жидкости в сатураторе разделяются и верхний слой, заключающий П. о., осушается щелочью, как указано для первого способа. 3) Третий способ основан на способности П. о. давать гидраты типа $C_5H_5N \cdot 3H_2O$, перегоняющиеся в пределах от 93 до 96°. Осветленный раствор сернокислых П. о. обрабатывается раствором NaOH до полной нейтрализации всей серной к-ты. Полученную смесь П. о. и сульфата натрия загружают в куб, снабженный ректификационной колонной, и нагревают сперва глухим паром, а затем острым и собирают фракцию 93—96°. При превышении последней t° погон начинает мутнеть вследствие примеси тяжелых П. о. Отгон конденсируется и первая фракция гидратов отводится в мешалку, а вторая, содержащая тяжелые П. о., проводится через флорентинскую склянку для отделения П. о. от воды. Гидраты П. о. в мешалке осушаются добавкой крепкого раствора NaOH. Существенным недостатком этого метода является значительный расход NaOH, к-рый выходит из производства в виде отброса—сульфата натрия. Растворы щелочи, полученные при осушке П. о., используются как во всех способах, напр. для выделения фенолов из масел. Преимущество этого способа—получение очень чистых П. о., тяжелых 99—99,5%, легких 98—99%. 4) Сернокислые П. о. разлагаются крепкой аммиачной водой в присутствии бензола, к-рый является для них хорошим растворителем. Бензольный раствор подвергается ректификации, при к-рой помимо бензольного и пиридинового погонных получают промежуточные, нуждающиеся во второйичной перегонке. (При всех работах с П. о. необходимо обращать серьезное внимание на герметичность всей аппаратуры во избежание проникновения в рабочее помещение ядовитых пиридиновых паров.)

Испытания готового продукта. Согласно герм. нормам П. о. не должны содержать более 10% (иногда 7%) воды. Содержание воды определяется в специальной бюретке на 50 $см^3$, в к-рую наливают 23 $см^3$ раствора NaOH уд. веса 1,40 и затем 25 $см^3$ испытуемой пробы; прирост в объеме щелочи после энергичного встряхивания и отстаивания показывает содержание влаги. Продукт может иметь окраску не сильнее чем 2 $см^3$ $\frac{1}{10}$ N раствора иода в 1 л дистиллированной воды; 20 $см^3$ П. о. должны давать прозрачный раствор в 40 $см^3$ воды. Аммиак должен отсутствовать. 10 $см^3$ 1%-ного (по объему) раствора П. о. должны давать белый осадок с реактивом Несслера, 10 $см^3$ 1%-ного раствора П. о., смешанные с 5 $см^3$ 5%-ного водного раствора хлористого кадмия, после энергичного встряхивания должны давать почти немедленно отчетливо кристаллический осадок. До 140° (или до 160°) должно перегоняться 90%. Для обнаружения П. о. служат обычно следующие реакции. К 1 $см^3$ П. о., растворенных в 10 $см^3$ дистиллированной воды, добавляется $\frac{1}{4}$ N H_2SO_4 до появле-

ния синего окрашивания на конго. Минимум K_{10} 10 см.³ Очень чувствительной пробой на П. о. является следующая. К воде, содержащей П. о., добавляют несколько капель анилина и ничтожное количество свежеприготовленного бромистого циана: сразу появляется красное окрашивание и выделяются кристаллы α -анилидофенилдигидропиридинбромида. Эта проба обнаруживает П. о. в разбавлении 1 : 350 000.

Лит.: 1) Lunge G. u. Köhler H., Die Industrie des Steinkohlenteers u. Ammoniaks, 5 Auflage, B. 1, Brschw., 1912; 2) Warnes A., Coal Tar Distillation a. Working-up Tar Products, 3 ed., L., 1923.— Вунбугу Н. а. Дэвидсон А., The Industrial Applications of Coal Tar Products, L., 1925. Ф. Рыбкин.

Применение П. о. обусловлено главным образом их способностью растворять многие органич. и неорганич. вещества и тем, что П. о. являются слабыми основаниями, вследствие чего применяются для нейтрализации кислых веществ. Главное применение находят важнейшая составная часть П. о.—*пиридин* (см.) чистый и технический. В анилинокрасочной промышленности П. о. применяют для очистки антрацена от фенантрена и карбазола, для разделения 1,5- и 1,8-динитронафталина, для перевода интроантрахинона в оксиантрахинон, для очистки синтетического индиго и кубовых красителей и приготовления основных и трифенилметановых красителей. П. о. применяются для облагораживания хл.-бум. волокна и в качестве добавки в целлюлозные лаки. Одно время П. о. применялись как средство, связывающее соляную кислоту при ацетилировании целлюлозы хлористым ацетилем по способу Воля. В крашении П. о. применяются вместе с ароматич. сульфокислотами в качестве эмульгирующего и смачивающего средства и как добавки, облегчающая крашение ацетата целлюлозы основными красителями. В кожевенном производстве П. о. совместно с другими аминами и сульфидами натрия и аммония применяются для сгонки волоса и как нейтрализующее средство при дублении кожи и мехов. П. о. рекомендованы для разделения минеральных масел и их дистиллатов на легкие и тяжелые части. П. о., в особенности их высшие фракции, в силу их токсичности применяются в чистом виде или в комбинации с другими веществами в качестве инсектицидов: вместе с калийным мылом или в форме нафтеноксилов, смоляно- и дубильнокислых солей или в комбинации с динитрохлорбензолом и хлорпикрином. В качестве сильно действующего инсектицидного средства предложен к употреблению α -аминопиридин. П. о. обладают консервирующим действием и применяются для консервирования дерева, в частности пропитки шпал. В фотографии пиколиновая фракция П. о. применяется как компонент в сенсibilизаторных смесях (пинацианоль, пинафлаволь). Концентрированный раствор двойных соединений дилипидинбетаина с хлористым натрием и кальцием имел применение одно время в качестве суррогата глицерина. П. о. предложены для извлечения литиевых солей, а также получения лития. Главная масса П. о. однако применяется для денатурации спирта.

О. Зейде.

ПИРИТ, серный колчедан, железный колчедан, минерал группы серного колчедана, относится к дисульфидным соединениям ковких металлов общей ф-лы RS_2 . Принадлежит к дидодекаэдрич. виду симметрии кубич. системы; отличается богатством форм (до 87) и разнообразием комбинаций. Грани куба и октаэдра в кристаллах весьма часто покрыты штрихами. Часто наблюдаются двойники. Спайность по кубу весьма несовершенная. Излом раковистый, неровный. Хрупок. Цвет бледный латуно-желтый, иногда почти золотожелтый, редко с побежалостями (иногда приобретает бурую побежалость вследствие образования на поверхности водной окиси железа). Черта (на фарфоровой пластинке) от зеленоваточерной до буровато-черной. Блеск металлический. Плохой проводник электричества. Не действует на обыкновенную магнитную стрелку, весьма слабо на аstaticескую.

Химич. состав FeS_2 (46,67% Fe; 53,33% S), иногда содержит Au, Ag, Cu, Mn, а также As, Co, Ni, Zn, Tl, Se; Au и Ag из некоторых П. с выгодой извлекаются. В недрах земли, как и на поверхности, легко переходит в *бурый железняк* (см.). При нагревании в колбе возгоняется S и остается FeS ; этим способом извлекают иногда из П. серу в больших количествах. При нагревании в открытой стеклянной трубке выделяется SO_2 (характерный запах). Перед *паяльной трубкой* (см.) П. горит голубым пламенем при выделении SO_2 , причем остается красная Fe_2O_3 . Выделяющийся сернистый ангидрид (SO_2) при обжиге П. используют для приготовления H_2SO_4 , а остающуюся Fe_2O_3 для приготовления красок. В восстановительном пламени паяльной трубки П. сплавляется в черный магнитный королек. В HNO_3 растворяется при выделении S. К-ты HCl и HF на П. действуют чрезвычайно слабо. Тв. 6—6,5; уд. в. 4,95—5,10.

П. наиболее распространенный из сернистых металлич. минералов. Встречается в кристаллах, выросших в породе поодинокими или соединенными в правильные, округленные группы, или в виде друзов, дендритов, конкреций, или еще чаще в виде сплошных масс различной структуры (шаровидной, почковидной, гроздевидной). Эти образования имеют внутри лучистое, тонкозернистое или плотное сложение. В пластовых и жильных месторождениях П. встречается в сопровождении медного колчедана, цинковой обманки, свинцового блеска, мышьякового колчедана, серебряной руды, магнитного железняка, железного блеска, оловянного камня, шпатового железняка, а также особенно часто с кварцем в различных месторождениях. Кроме того П. встречается в древнейших изверженных горных породах (гранит, сиецит, диорит), в новейших (трахит, андезит), в кристаллич. сланцах, известняках, глинистых сланцах, в каменных и бурых углях, а также в других продуктах органич. происхождения (янтарь) в палеозойских формациях и кристаллич. сланцах П. образует значительные массы в сопровождении медного колчедана (хорошая медная руда), свинцового блеска и цинковой обманки, а также и золота (в кварцевых золотоносных рудах).

II. редко встречается в виде псевдоморфоз по форме других минералов (магнитный колчедан, плавиковый шпат и др.), но весьма часто является оруденяющим веществом ископаемых остатков, удерживая форму способных к сохранению твердых частей животных (раковины) и растительных организмов. В сплошных и плотных массах II. часто бывает трудно отличить от реже встречаемого марказита, который тождествен по составу с II., но быстрее подвергается выветриванию, превращаясь в железный купорос с образованием H_2SO_4 . II. легко выветривается, давая различные продукты преобразования: лимонит (см.), безводную окись железа, железный купорос. Если II. вкраплен в глины, то выделяющаяся при выветривании его SO_3 образует $Al_2(SO_4)_3$, переходящий по прибавлении солей в квасцовые глины, служащие для извлечения квасцов.

II. применяется для получения железного купороса, квасцов, серы, серной к-ты. В последнем случае он является главным материалом, т. к. из него получается ок. 0,9 всего количества применяемой в технике H_2SO_4 (только 0,1 добывается из серы). Остатки от упомянутых процессов используют для приготовления дешевых желтой и красной красок, а также для извлечения меди и железа (см. *Пиритовые огарки*). Кроме того пирит находит применение как флюс при некоторых заводских процессах. Золото- и серебросодержащие руды пирита служат для извлечения золота и серебра. В качестве железной руды пирит не применяется, так как дает содержащее серу красное ломкое железо.

И. Мельников.

II. играет настолько серьезную роль в мировой промышленности, что на 14-м Международном конгрессе был произведен подсчет мировых ресурсов его, давший данные, приведенные ниже в таблице (ст. 414).

Первое место по запасам серных колчеданов занимает Испания (знаменитое месторождение Рио Тинто), обладающая почти половиной мировых запасов; Япония обладает $\frac{1}{6}$ частью мировых запасов. И по добыче серного колчедана Испания стоит также на первом месте; затем идут в убывающем порядке Норвегия, Италия, Япония, Германия, Португалия, Франция, США, Кипр и СССР. Из многочисленных месторождений II. в СССР наибольшее значение имеет Урал (комбинаты Богомольский, Калатинский и Карабашский); затем закавказские месторождения в Армянской (Аллавердский, Шамблугский, Ахталыский, Сисамаданский, Танзутский и др.) и Азербайджанской ССР (рудники Чирагидзорский, Кедабекский и др.); в Ленинградской области — Боровичский комбинат. В Московской области производится добыча II. попутно с добычей угля (Тульский, Рязанский, Калужский, Бобриковский и другие районы). Кроме того необходимо отметить месторождения II. на Алтае и в Казакстане близ Байконура (на р. Терс-Бутаг). Несмотря на многочисленность месторождений II. в Союзе эксплуатация их далеко не всегда возможна и выгодна вследствие их географического положения (дальность перевозок). Так, большинство месторождений (Урал, Кавказ) находится

Мировые запасы серного колчедана по подсчету 14 Геологического конгресса (в тыс. т).

Страны	Запасы			Всего
	действительные*	вероятные*	возможные*	
Европа				
Испания	272 731	147 562	65 000	485 293
Норвегия	40 473	15 715	—	Очень больш.
Италия	8 904	10 204	820	19 928
СССР (Урал)	9 338	25 077	1 550	35 965
Португалия	7 091	—	15 000	22 091
Германия	3 192	—	14 000	17 192
Швеция	1 581	14 870	—	16 451
Румыния	4 253	6 464	—	10 717
Франция	4 519	2 750	—	7 269
Греция	2 500	2 297	966	5 763
Кипр	—	5 000	—	5 000
Австрия	500	2 800	—	2 700
Финляндия	—	2 000	—	2 000
Польша	700	—	—	Незначит. 700
Чехо-Словакия	Значительн.	—	—	—
Итого	355 782	234 139	97 336	687 257
Азия				
Япония	93 338	56 651	—	149 989
Сибирь	8 195	1 270	5 800	15 265
Голланд. Индия	—	120	1 700	1 820
Итого	101 533	58 041	7 500	167 074
Америка				
Канада	1 500	32 000	10 000	43 500
Аргентина	50	—	—	50
Итого	1 550	32 000	10 000	43 550
Океания				
Тасмания	6 235	933	—	7 168
Квинсленд	—	—	1 000	1 000
Итого	6 235	933	1 000	8 168
Африка				
Мадагаскар	—	—	1 700	1 700
Итого	—	—	1 700	1 700
Всего	465 100	325 113	117 536	907 749

* Под названием «действительные» обозначены залежи, полностью изученные; «вероятные» — залежи, лишь частично исследованные, и «возможные» — залежи, о которых известно лишь их местоположение. При этом необходимо отметить, что в подсчет вошли запасы до глубины 1 000 м, содержащие не менее 35% серы. Из бедных серой колчеданов (28–30% S) включены лишь те, к-рые выгодно обогащать.

далеко от потребляющих центров, из которых многие, например Украина, совершенно лишены пиритовых месторождений. Благодаря этому возник вопрос о замене II. при производстве серной кислоты другими материалами; так, Ин-том прикладной минералогии были поставлены успешные опыты получения серной к-ты из ватергазетных газов, отходящих при сжигании медных колчеданов на медеплавильных заводах Урала и др. II., содержащие золото в количествах, допускающих выгодность его извлечения, а также медь и кобальт, разрабатываются как руды этих металлов; II., содержащие селен и теллур, применяются в стекольном и дру-

гих производствах, а также в военно-химич. деле для изготовления газов—диэтилтеллурида и диэтилселенида.

Лит.: Б у д н и к о в П. П., Химическая технология минеральных веществ, Иваново-Вознесенск, 1927; З а м я т и н П. М., Богомоловское дело с точки зрения возможностей снабжения проектируемого завода минеральным сырьем, «Уральский техник», Свердловск, 1927, 10; З а м я т и н П. М., Колчеданные месторождения района Богомоловских рудников на Урале, «МС», 1927, 5—6; З а х а р о в Е. Е., Первичные плоскостные структуры колчеданных руд восточного склона Урала, «Труды Ин-та прикл. минер. и цветной металлургии», Л., 1927, вып. 32; К у с о в В., Серный колчедан Подмосковного бассейна, «Бумажная промышленность», М., 1926, 2—3; М е н ш у т к и н В. и В о л ь ф М., О действии дымящей серной к-ты на циклогексан, «НХ», 1927, 9; М у р а ш о в Д. Ф., О составе богомоловской руды, «Вестн. Геол. ком.», Л., 1927, 6; Н а у м о в Я. Я., Предварительные итоги производственной деятельности основной химической промышленности за 1926/27 операционный год, «ЖХП», 1927, 11; П а ф ф е н г о л ь ц К. Н., Чираги-Дзор, месторождение серного колчедана в Гангинском уезде АзССР, «Матер. по общ. прикл. геол.», Л., 1928, вып. 102; С а м о й л о в Я., Серный колчедан, Сборник «Естественные производительные силы России», П., 1920, т. 4, 19; Ф е д о р о в с к и й Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1925, 3; Ф е р с м а н А. и Щ е р б а н о в Д., Колчедан серный, «Хим.-технич. справочник», ч. 1, П., 1923, 1; О ш к е в и ч Н. Ф., Обследование газов ватержакетных печей Калатинского медеплавильного з-да, «МС», 1928, 2; В а с о н R., Sulphur a. Pyrites, «Engineering a. Mining Journal Press», N. Y., 1928, v. 125, 3; D o u g l a s G. T., Note on the Origin of the Rio Tinto Ore Bodies, «Economic Geology», Urbana, 1927, v. 22, 7; Les réserves mondiales en pyrites, «Information faite initiative du Bureau du XIV Congrès géologique international», Madrid, 1926, v. 1—2; L u n g e G., Handbuch d. Schwefelsäurefabrikation u. ihre Nebenzweige, 4 Auflage, B. 1, Brschw., 1916; P e t e r s e n H., Fortschritte in d. Schwefelsäurefabrikation unter besonderer Berücksichtigung metallurg. Abgase, «Metallu. Erz», Halle/S., 1927, 18; T r u c h o t P., Les pyrites, P., 1907; W e l l s A. E., Sulphur, Pyrite a. Sulphuric Acid, «Mineral Industry During 1926», N. Y., 1927. Н. Федоровский.

ПИРИТОВЫЕ ОГАРКИ (сгарки), отходы, получаемые при обжиге серных колчеданов на предприятиях серноокислотной, бумажной, анилиновой, нефтяной и других отраслей промышленности. П. о. содержат в среднем до 1% Cu и до 55% Fe; огарки же медистых колчеданов содержат до 5—6% Cu. П. о. в металлургии у нас до сих пор не имели применения; нек-рое количество их экспортировалось главн. обр. в Германию и во

Францию, значительное же количество ежегодно погибало на свалках з-дов, в то время как П. о. являются весьма ценным сырьем для получения черных и цветных металлов. В довоенные годы лишь только на одном Константиновском заводе велись опыты по применению П. о. в доменной плавке. В настоящее время на названном заводе имеется небольшая установка для агломерации П. о. в горизонтальной вращающейся печи. За последние годы П. о. стали применять пока еще в незначительных размерах в цементной, лакокрасочной и прочих отраслях промышленности СССР. В Германии ежегодно перерабатывают значительное количество П. о. не только местного происхождения, но и импортируемых из Испании, Швеции, Норвегии и СССР, несмотря на накладные расходы по транспортированию; там извлечение из них меди считается рентабельным даже при содержании 0,2% последней. В настоящее время в связи с резким дефицитом черных и цветных металлов перед промышленностью СССР встал вопрос о максимальном использовании П. о. не только в доменном производстве, но и для извлечения из них меди, для чего в Московской и Ленинградской областях намечается организация чугунолитейных комбинатов с доменным хозяйством для переработки агломератов из П. о. Такие же установки проектированы на Днепровском и других комбинатах. В настоящее время получено специальное оборудование из Англии и Америки для установки работы с П. о. в полужаковском масштабе и уточнения технологич. процесса. Перспективы получения этого вида сырья для черной и цветной металлургии чрезвычайно значительны в виду увеличения производства в СССР серной к-ты, дающего гл. обр. этот вид отбросов. Огромные запасы названного отхода накопились на свалках за минувшие годы; так, по инспекторскому обследованию «Металлома» предприятий химической промышленности установлено следующее ориентировочное количество этих запасов (в тыс. т): Уральский район—1000, Сев-

Табл. 1.—Анализ пиритовых огарков.

Наименование заводов	Вид	S	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe	PbSO ₄	CaO	MgO	As
Чернореченский	Свеж.	1,41	1,28	—	—	53,97	—	—	—	—
»	Свал.	7,00	3,00	—	—	62,00	—	—	—	—
Полевский	»	1,58	0,39	9,29	8,90	56,27	—	0,16	0,12	—
»	Свеж.	1,31	0,79	10,86	5,30	66,35	Следы	—	—	—
Бондожский	»	1,06	0,99	8,73	—	55,18	—	—	—	0,03
Пермский	»	1,88	1,08	9,39	—	55,18	—	—	—	0,018
З-д б. Курочкина	Свал.	0,72	0,075	—	—	59,50	—	—	—	—
«Кр. Профинтерн»	Свеж.	2,40	0,49	—	—	56,52	—	—	—	—
»	Свал.	1,98	0,04	—	—	56,25	—	—	—	—
З-д им. Батурина	Свеж.	0,92	0,61	—	—	59,19	—	—	—	—
»	Свал.	0,31	0,34	—	—	64,28	—	—	—	—
Кинешемский	Свеж.	3,30	2,26	—	—	57,32	—	—	—	—
»	Свал.	1,92	1,52	—	—	49,68	—	—	—	—
Константиновский	»	2,61	0,63	—	—	55,57	—	—	—	—
»	»	3,00	0,50	—	—	59,00	—	—	—	—
Окуновский	Свеж.	0,75	1,18	8,12	—	50,84	—	—	—	—
»	»	0,71	1,24	11,46	—	43,78	—	—	—	—
Им. Фрунзе	Свал.	0,71	1,25	—	—	58,00	—	—	—	—
«Кр. химик»	»	0,27	0,19	6,25	—	55,02	0,06	—	—	—
З-д б. Морозова	»	1,57	0,67	5,73	—	56,88	Следы	—	—	Следы
Краснозаяменный	»	0,88	0,18	7,07	—	59,10	—	—	—	1,17
»	»	2,33	0,38	10,08	—	62,15	0,10	—	—	0,24
Одесский	Свеж.	5,23	0,75	—	—	59,20	—	—	—	—
»	»	3,69	1,28	—	—	58,23	—	—	—	—

Зап. район—400, Центр.-Промышлен.—500, Кавказский район—100, Украинский—400, прочие районы—100; всего—2 500 тыс. т. Анализы свалочных и текущих П. о. представлены в табл. 1. Чрезвычайно большое значение имеет правильная сборка, концентрация и хранение на производственных предприятиях П. о. как находящихся уже на свалках, так и свежее получаемых текущих отходов. П. о. должны концентрироваться на особых отведенных площадках. Стоимость П. о. обуславливается гл. обр. железнодорожными и водными фрахтами; средняя рыночная цена их составляет 4 р. 50 к. за т. Существующую рыночную стоимость пиритовых огарков расценивают за 1 т, исходя главным образом из подвозки пиритовых огарков к железнодорожным станциям и погрузки их в вагоны или к водным путям и погрузки в баржи.

Госпромтрестом «Металлом» по заданию ВСНХ СССР было поручено профессору В. А. Ванюкову разработать методы использования пиритовых огарков в наших условиях. Особенность метода утилизации П. о. проф. Ванюкова заключается в том, что не требуется установки специальных обжиговых печей; обработка П. о. ведется слабым раствором H_2SO_4 . Указанным выше способом на Константиновском заводе удалось извлечь свыше 80% меди от первоначального содержания ее в пиритовых огарках и довести содержание серы до 1,2%, что видно из табл. 2.

Схема процесса переработки П. о. представлена ниже.

Заводы по переработке П. о. организуются у самых источников сырья. В настоящее

время намечается использование П. о. в первую очередь на з-дах «Стали», как уже имеющих агломерационные ф-ки, а также и на тех з-дах, где агломерационные ф-ки будут построены в ближайшее время, а именно: завод им. Фрунзе (ст. Константиновка), завод им. Петровского (Днепропетровск), завод им. Дзержинского (Запорожье), завод им. Томского (Макеевка), Косогорский (Тула), Выксунский (Выкса), Кулебакский (Кулебака). По уральским з-дам «Востокстали» агломерационные установки имеются на заводах Богословском, Калатинском и Кушвинском, и следовательно уральские П. о. по извлечению из них меди смогут быть агломерированы на уральских же металлургических заводах. Выход П. о. как текущий отход от производственных процессов промышленности по данным 33 заводов за третий, решающий год пятилетки по отдельным районам

Табл. 2.—Состав пиритовых огарков (в %).

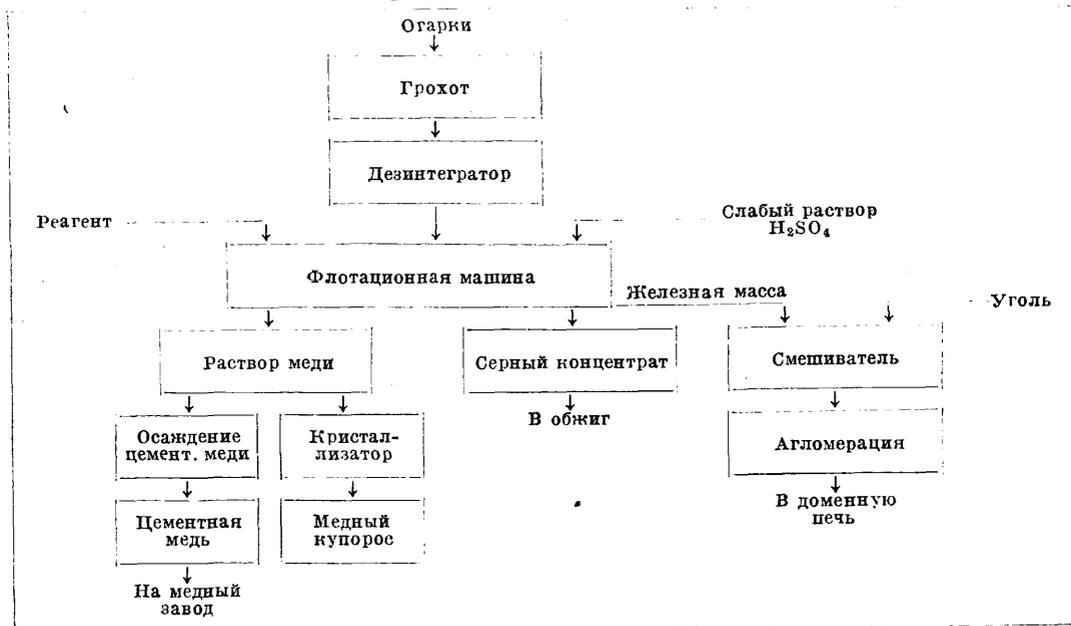
Виды пиритовых огарков	Fe_2O_3	Cu	S
Красные	81,5	0,96	5,60
Черные	71,0	1,10	7,28
Общее извлечение Cu:			
Из красных	—	0,77	80,2
Из черных	—	0,80	80,0
Состав после выделения Cu:			
Красные	75,0	0,12	1,20
Черные	68,0	0,20	1,23

их заготовки можно усмотреть из следующих показателей (в т):

Уральский район	55 100
Центральный район	148 580
Сев.-Зап. район	76 200
Украинский район	119 300
Прочие районы	26 000

Всего 425 180

Схема переработки пиритовых огарков.



Другие два года пятилетки дадут выход П. о. в 1932 г. примерно 790 000, а в 1933 г.— 1 200 000 т, с средним %-ным содержанием 0,7—0,75% Cu и не менее 55% Fe, что составит в последние три года пятилетки:

1931 г.	233 500	железа и	2 975	меди
1932 г.	440 000	»	5 600	»
1933 г.	860 000	»	8 400	»

Приведенные цифры (по данным «Металломага») дают ориентировочное количество металла в т.

Лит.: Водозов М. X., Новый источник металла-сырья (Пиритоогарки), «Металл», М., 1931, 1; его же, Отходы и отбросы—мощная сырьевая база металлопромышленности, «Металлист», М., 1930, 27; Бельгов В. и Дятлер А., На свалках лежит 10 млн. т железа и 100 тыс. т меди, «Торгово-промышленная газета», М., 1930, июнь; Мелеев, Использовать колчеданные огарки можно и нужно; чугуи, медь и цинк гибнут в отвалах, «Новая техника», Москва, 1931, 22; В и д и щ е в С., За медистый металл, там же, 25; Металлом, Доклад Президиуму ВСНХ СССР о пиритовых огарках, М., 1931. Г. Вали.

ПИРОГАЛЛОЛ, пирогалловая к-та, триоксibenзол, $C_6H_3(OH)_3$ (1, 2, 3), трехатомный фенол, изомер флороглюцина (1, 3, 5) и оксигидрохинона (1, 2, 4). См. Фенолы. Впервые П. был получен Шееле в 1786 г. в галловой к-те (см.); кристаллизуется в виде легких белоснежных кристаллов, легко возгоняется и перегоняется (при 730 мм Hg давления и t° 292—294°) не без разложения; $t_{пл}$ 132,5°, уд. в. 1,453; растворим в воде, менее в спирте и эфире. Щелочные растворы П. легко окисляются на воздухе (частица П. поглощает из воздуха 3 атома кислорода и более), принимая при этом коричневую окраску. Многие реакции окисления П. сопровождаются выделением света: при действии перекиси водорода (30%-ной) в присутствии поташа выделяется розовый свет, при окислении хромовыми и железными солями в присутствии серебра—белый свет. П. восстанавливает золото, серебро и ртуть из их солей, ядовит. Для П. характерны следующие цветные реакции: с солями закиси железа он дает белую муть; в присутствии солей окиси железа получается голубое окрашивание, быстро переходящее в коричнево-красное. Нагревание серной к-той с незначительным количеством винной к-ты дает фиолетовое окрашивание. Указанные цветные реакции служат для качественного определения П.; для этой цели служит также нагревание П. с фталевым ангидридом и с избытком серной к-ты, причем П. переводится в 1,2,3-триоксинафтрахинон, дающий характерный спектр. Кол и качественные определение П. производят окислением П. раствором перманганата и дальнейшей обработкой иодистым калием, причем выделяющийся иод титруют тиосульфатом. В природе П. встречается как существенная часть многих естественных красителей (гематоксин, аллаговая к-та); его диметилловый эфир, $C_6H_3(ONH_2)_2(OH)$, входит в состав креозота (см.). Синтетически его получают из 2,6-дихлорфенол-4-сульфокислоты, к-рую нагреванием с едким кали (до 150—160°) переводят в пирогаллол-5-сульфокислоту, и затем при нагревании с минеральной к-той отщепляется сульфогруппа. Более распространен способ получения П. из галловой к-ты нагреванием с глицерином или с поваренной солью (при 250° и 10 мм давления) или с водой (при

200—210°). В последнем случае галловую кислоту нагревают с половинным (по весу) количеством воды в автоклаве при давлении 12 atm и при t° 175°; пары воды и углекислоту отводят в холодильник. Процесс длится ок. 3 ч., после чего нагревание прекращают, уменьшают давление и осветляют охлажденный раствор костяным углем. Жидкий П. переливают в плоский железный сосуд, где он остывает. Дальнейшая обработка (путем возгонки или дистилляции) зависит от цели применения П.; для медицинских и фотографических, где требуется П. меньшего уд. в., применяют возгонку. Главное применение находит П. вследствие его восстановительных свойств в фотографии как энергичный проявитель (для негативов и диапозитивов) как в чистом виде, так и в виде смешанных препаратов (см. Проявители). В крашении применяют П. для приготовления некоторых (гл. обр. протравных) азокрасителей (церулеин, галлеин), б. ч. применяемых в крашении мехов; также применяют П. для окраски волос в коричневый цвет, а в комбинации с щелочными солями серебра—в черный. При лечении кожных болезней (псориаз) и сифилиса применяют ацетаты П.: моноацетат—эпигаллол, триацетат—ленигаллол и сравнительно реже употребляемый диацетат—салигаллол. Из производных П. наиболее важное—сульфокислота $C_6H_3(OH)_3SO_3H$, получаемая нагреванием П. (25 ч.) с конц. серной к-той (15 ч.) на водяной бане; применяется для окраски волос в черный цвет.

Лит.: Энглиш Э., Основы фотографии, пер. с нем., М.—Л., 1927; Ullm. Enz., В. 9. Н. Ельцина.

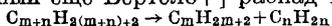
ПИРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, пирогенные процессы, пиролиз, пиролиза́ция, пиро́генез, в широком смысле слова химич. превращения, происходящие под влиянием высокой темп-ры и заключающиеся в превращении исходного вещества в другие (без обязательного химич. воздействия посторонних реагентов). Физико-химич. смысл этих превращений заключается в том, что при сообщении телу тепла происходит накопление энергии в молекулах, которые согласно закону распределения Максвелла приобретают способность к изомеризации или разрыву с отщеплением отдельных частей и превращаются в более простые молекулы, обычно более устойчивые при высоких темп-рах. Наибольшее технич. значение имеют П. п., связанные с органическими веществами естествен. происхождения. Вследствие сложности происходящих при этом химич. процессов до самого последнего времени многое являлось еще далеко не исследованным, и применение этих процессов основывалось гл. обр. на эмпирич. данных; только в самое последнее время создается более твердая научная база для понимания этих важнейших промышленных процессов.

Основными типами П. п. в технике являются: 1) *Коксование* (см.) каменных углей—термич. обработка их при весьма высоких темп-рах (900—1 250°), связанная с весьма глубокими изменениями исходного вещества и одновременно с образованием больших количеств наиболее простых молекул в виде газов. 2) *Шегелевание* (см.)—низкотемпературная сухая перегонка каменных и бурых

углей, горючих сланцев и других битуминозных пород. Характерной особенностью этих процессов является применение более низких темп-р (450—500°) с целью избежать глубокого распада углеводородных продуктов, являющихся смазочными материалами и жидким автоматормым топливом как замена наиболее ценного горючего—бензинов и керосинов нефт. происхождения. 3) Сухая перегонка дерева, см. *Дерево*, сухая перегонка. 4) Пирогенетич. разложение нефти и ее продуктов наряду с коксованием углей является одним из наиболее важных в технич. и хозяйственном отношении технологич. процессов. Пирогенетич. разложение нефтяных продуктов по своей целевой установке м. б. разделено на 2 основных группы: а) ароматизация, высокотемпературный процесс (600—700°), имеющий целью получение низших ароматич. углеводородов, гл. обр. бензола и толуола, и б) *крекинг-процесс* (см.), П. п., протекающий при более низких темп-рах (425—500°), ведущий к образованию автоматормого топлива: бензинов и керосинов. 5) Деструктивная гидрирование, или крекинг в присутствии водорода, с формальной точки зрения можно не относить к П. п., так как участие в процессе водорода в качестве химич. агента выделяет ее среди типичных П. п. Однако по характеру процесса деструктивную гидрогенизацию можно считать в значительной мере аналогичной обычному крекингу.

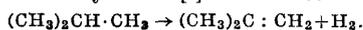
Химизм пирогенетических процессов. Основными процессами, имеющими место при нагревании органич. веществ до высоких t° , являются: 1) термич. расщепление (дезагрегация); 2) полимеризация и уплотнение и 3) дегидрирование и гидрогенизация. Рассмотрим химизм в отношении отдельных классов углеводородов, заслуживающих с практической точки зрения наибольшего внимания.

1) Метановые углеводороды. Основной реакцией термич. превращения насыщенных алифатич. углеводородов является указанный еще Бертелло [1] распад по схеме

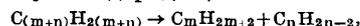


с образованием молекул метанового углеводорода и олефина. Относительно места разрыва цепи и влияния темп-ры, давления и др. достаточно обоснованной теории еще нет. Экспериментальные наблюдения, касающиеся например влияния повышенного давления на характер разрыва цепи, скорее всего могут быть объяснены температурным режимом крекинга в жидкой фазе, когда продукты разложения не подвергаются столь глубокому распаду, как это имеет место при процессе в паровой фазе, всегда сопровождающемся явлениями значительного перегрева и потому обуславливающим более глубокое дробление молекул. Именно этим м. б. объяснено значительное образование газов при П. п. под атмосферным давлением. Однако если нормальные углеводороды склонны при первичной расщеплении распадаться по приведенной выше схеме, то молекулы с разветвленными цепями могут отщеплять в зависимости от структуры скелета также и преимущественно короткие осколки цепей или даже водород. Поэтому количество обра-

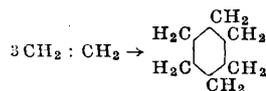
зующегося газа при технич. пирогенизации в значительной мере зависит от характера исходного материала. В зависимости от температуры и времени пребывания в реакционной зоне степень дезагрегации исходного продукта меняется и может достигнуть при достаточной темп-ре (выше 1000°) полного распада на элементы. С увеличением молекулярного веса термическая стабильность метановых углеводородов понижается. В метановых углеводородах нормальной структуры происходит также отщепление водорода. При наличии же изостроения дегидрогенизация получает более важное значение; так, при пиролизе изобутана до 50% его превращается в изобутилен [2] по схеме:



2) Непредельные углеводороды жирного ряда. Содержащие этиленовые или ацетиленовые связи углеводородные молекулы распадаются аналогично метановым углеводородам, по схеме напр.:

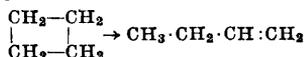


с образованием насыщенного углеводорода и еще более непредельного (напр. с двумя этиленовыми связями). Точно так же возможны реакции отщепления водорода; напр. этилен при 800° дает до 3,5% ацетилена. Имеют место при высоких темп-рах также реакции изомеризации: осколок нормальной цепи приобретает изостроение. Однако наиболее характерными реакциями олефинов, а также ацетиленовых углеводородов при П. п. являются полимеризация и уплотнение. Работы Доу, Ипатьева [3] и др. показали способность этилена и его гомологов давать циклич. соединения—нафтен, которые являются более устойчивыми при высоких темп-рах, по схеме:

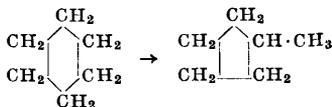


Кроме того при этом возможны реакции уплотнения олефинов с образованием более высокомолекулярных ненасыщенных углеводородов; например амилен дает полимеры: ди-, три- и тетраамилены. Все эти реакции уплотнения хорошо протекают уже при 400—450°, а в присутствии некоторых катализаторов, напр. фтористого бора, идут уже на холоду. С увеличением молекулярного веса, олефины становятся менее устойчивыми в отношении темп-ры и приобретают большую склонность к реакциям уплотнения. Особенную способность к образованию высших полимеров имеют диэтиленовые углеводороды: эритрен, изопрен и др. Продукты полимеризации этих углеводородов, полученные при низкой темп-ре в присутствии специальных катализаторов, дают искусственный каучук. Из числа многих предложенных методов получения диолефинов наибольшие перспективы имеют пути, лежащие через П. п. Так, для этого может быть использовано разложение при темп-рах 500—700° нефтяных продуктов [4] или термич. разложение спиртов [5] или конденсация при 350—450° этилена с ацетиленом [6]; последние м. б. получены также пирогенетически, и т. д.

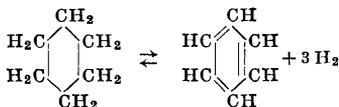
3) Кольчатые углеводороды ряда нафтенов. Близкие по своим химическим свойствам к метановым углеводородам насыщенные нафтены в условиях П. п. более устойчивы. Реакции расщепления идут прежде всего в сторону отрыва боковых цепей, причем легче всего отрываются наиболее длинные цепи, а наиболее устойчива метильная группа. Полиметиленовое кольцо способно также разрываться при высокой температуре с образованием ненасыщенного углеводорода с открытой цепью, напр:



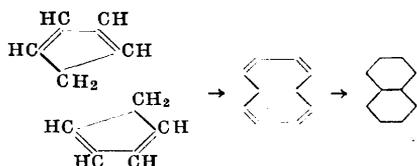
К реакциям уплотнения насыщенные циклические углеводороды, как и метановые, мало способны. Весьма своеобразны реакции изомеризации полиметиленовых углеводородов, заключающиеся в изменении числа членов кольца. Так, шестичленные кольца при повышенных температурах могут переходить в пятичленные [7] по схеме:



Аналогично переходят в шестичленные кольца семи- и восьмичленные и т. д. Своеобразной реакцией шестичленных нафтенов является обратимая реакция дегидрогенизации, которая приводит к образованию ароматич. углеводородов по схеме:



Нафтены, не имеющие шестичленного кольца, не способны к этой реакции, что м. б. положено в основу метода анализа (по Зеллюскому) [8]. Однако процессы полимеризации олефинов, а также изомеризация нафтенов могут при П. п. увеличивать количество шестичленных циклов по сравнению с имевшимися в исходном продукте, а последние могут вследствие дегидрогенизации превращаться в ароматические углеводороды. Именно этим реакциям следует приписать самую сущность технологич. процесса ароматизации нефти, имеющей целью получение низших бензольных углеводородов (преимущественно бензола и толуола) из нефтяных продуктов. В результате дегидрогенизации могут образоваться также ненасыщенные циклич. углеводороды, обладающие подобно олефинам сильной способностью к уплотнению, к-рое может привести иногда также к ароматич. углеводородам; напр. Вегер при пропускании через нагретую трубку циклопентадиена получил значительные количества нафталина, образование к-рого можно представить по схеме:

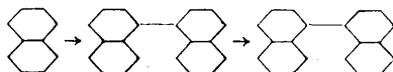


Процессы превращения нафтеновых колец при П. п. довольно хорошо согласуются с теорией напряжения Байера [9], согласно которой наиболее устойчивыми д. б. пяти- и шестичленные циклы.

4) Ароматические углеводороды являются наиболее стойкими. При очень высоких температурах бензольное ядро почти не способно разрушаться, и расщепление идет преимущественно в боковых цепях, которые в отношении термич. устойчивости приближаются к цепям алифатич. углеводородов. Наиболее прочными являются короткие цепи: в частности метильная группа отщепляется от ядра при t° выше 700° . Так, Egloff и Moore [10], изучая крекинг в паровой фазе фракции ароматич. углеводородов, кипящих при $135-170^\circ$, нашли, что образование бензола совершенно не имеет места до 500° и начинается при значительно более высоких температурах; максимум образования толуола наблюдался при 750° , бензола при 800° . Наиболее характерными реакциями ароматич. углеводородов при П. п. являются превращения, связанные с уплотнением молекул. Реакции конденсации можно разбить на два следующих основных типа: 1) уплотнение ядер между собой по схеме

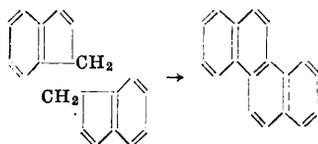


и 2) уплотнение молекулы за счет ненасыщенных соединений, присутствующих в смеси с ароматическими, или за счет неопределенного характера цепей у бензольного ядра. Реакция уплотнения I типа, т. е. за счет подвижности водорода в бензольном ядре, весьма распространена в П. п. при высоких температурах; в отношении бифенила пиролизация является даже способом его получения [11-14]. Аналогично осуществляются реакции образования динафтила из нафталина, бифенилбензола из бифенила с бензолом; динафтил ведет к образованию пирена, а также перилена [15] по схеме:



Близкими по механизму являются реакции соединения ядер при посредстве простейших боковых цепей; например при нагревании до красного каления толуола идет образование антрацена. Бэр и Дорп [16] получили из о-бензилтолуола также антрацен, что указывает на вероятность его роли в этом процессе как промежуточного продукта. Характерной особенностью приведенных реакций первой группы является сравнительно высокая температура, необходимая для уплотнения, так как большинство представителей ароматич. углеводородов, не заключающих в боковой цепи этиленовой связи, не изменяются при t° в $450-500^\circ$ [17]. Несколько иной характер имеют реакции уплотнения, идущие за счет ненасыщенных углеводородов. К таковым могут быть отнесены синтезы Berth [18], приводившие к образованию многокольчатых углеводородов при нагревании бензола и его гомологов с этиленом и ацетиленом. При нагревании этилена с бифенилом происходит образование фена-

трена [19]. Кремер и Шпилькер [20] получили хризен из индена по следующей схеме:



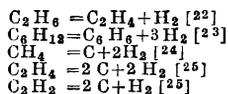
Данные М. Д. Тиличьева [21] по изучению сравнительной способности к коксообразованию углеводородов различного строения при условиях крекинга в жидкой фазе (425—450°) показали, что наибольшую способность к реакциям уплотнения имеют соединения с двойными связями или с цепями, легко образующими таковые: инден, стильбен, дибензил, аценафтен. Углеводороды с конденсированными ядрами без боковых цепей оказываются в этих условиях значительно более стойкими. Характерная особенность этого типа уплотнения—возможность его осуществления при более низких температурах. Поэтому есть все основания ожидать преобладающего значения их при низкотемпературных П. п., напр. при крекинге нефтяных продуктов, швелевании и т. д. Гидрирование ароматич. ядер в обычных П. п. имеет малое значение в виду малых концентраций Н и высокой t° (см. ниже—Деструктивная гидрогенизация). В отношении химизма превращений при высокой температуре известно весьма немного органич. соединений, содержащих азот и кислород. Так, при температурах ниже 300° многие кислородсодержащие природные продукты (торф и др.) дают значительные количества углекислоты, которая образуется за счет отщепления CO_2 из карбоксильных групп гуминовых веществ. Азотсодержащие вещества каменных углей при высоких температурах коксования дают аммиак, но некое количество азота остается также и в коксе.

Термодинамика П. п. Некое представление о вероятности отдельных реакций, к-рые могут иметь место при П. п.,

можно получить из термодинамич. представлений. Согласно учению о химич. равновесии реакции протекают в сторону уменьшения свободной энергии. Изменение свободной энергии ΔF связано с константой равновесия K_p следующим соотношением:

$$\ln K_p = -\frac{\Delta F}{RT} \quad \text{или} \quad \lg K_p = -\frac{\Delta F}{4,575T} \quad (1)$$

K_p определяет собой соотношение концентраций реагирующих веществ в момент химического равновесия. Чем больше K_p , тем глубже может течь реакция и тем больше отрицательная величина свободной энергии. Величина ΔF и $\lg K_p$ позволяют т. о. судить о принципиальной возможности или невозможности осуществления данной реакции в определенных условиях. Большая положительная величина $\lg K_p$ указывает на реакцию, которая практически идет до конца, а при $\lg K_p < 0$ реакция может пойти далеко не полно или практически не пойти вовсе. Для случаев обратимых реакций, не сопровождающихся побочными процессами превращений в других направлениях, величины максимальных возможных выходов конечных продуктов м. б. точно подсчитаны по ур-нию закона действующих масс (см. Действующих масс закон). В приложениях к П. п., где большая часть реакций не успевает дойти до состояния равновесия, применить точные расчеты не представляется возможным и потому термодинамика в данном случае дает ответ только на вопрос о принципиальной возможности тех или других реакций и отчасти дает представление о сравнительной вероятности преобладания тех или других направлений химич. превращений. Более точные расчеты позволяют сделать лишь немногие эмпирически изученные реакции, например:



Для других реакций в П. п. расчеты м. б. сделаны лишь грубо приближенно. Неточ-

Табл. 1.—Реакции расщепления парафиновых углеводородов.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	$\lg K_p$ при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$\text{CH}_4 \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{H}_2$	-18,000	-0,1	+0,8	+1,4	+2,0	+2,3
$\text{C}_4\text{H}_{10} \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2$	-32,000	-3,9	-2,6	-1,3	-0,4	+0,4
$\text{C}_2\text{H}_{10} \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{C}_3\text{H}_6$	-25,000	-0,6	+0,5	+1,4	+2,1	+2,7
$\text{C}_4\text{H}_{10} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4$	-26,000	-0,5	+0,7	+1,6	+2,4	+3,0
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12} + \text{H}_2$	-32,000	-3,9	-2,6	-1,3	-0,4	+0,4
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{C}_5\text{H}_{10}$	-24,000	-0,4	+0,8	+1,6	+2,3	+2,9
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_3\text{H}_6$	-32,000	-2,5	-1,2	+0,1	+1,0	+1,8
$\text{C}_6\text{H}_{14} \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{C}_2\text{H}_4$	-41,000	-5,4	-3,6	-2,1	-1,0	0,0
$\text{C}_{10}\text{H}_{22} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_{12} + \text{C}_5\text{H}_{10}$	-29,000	-1,5	-0,2	+0,9	+1,7	+2,4
$\text{C}_{12}\text{H}_{26} \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{C}_{11}\text{H}_{22}$	-24,000	+0,4	+0,8	+1,6	+2,3	+2,9
$\text{C}_{12}\text{H}_{26} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{14} + \text{C}_6\text{H}_{12}$	-22,000	+0,8	+1,8	+2,6	+3,3	+3,8
$\text{C}_{12}\text{H}_{26} \rightleftharpoons \text{C}_{10}\text{H}_{22} + \text{C}_2\text{H}_4$	-32,000	-2,5	-1,2	+0,1	+1,0	+1,8
$\text{C}_{26}\text{H}_{42} \rightleftharpoons \text{C}_{10}\text{H}_{22} + \text{C}_{10}\text{H}_{20}$	-12,000	+4,0	+4,7	+5,1	+5,5	+5,9

Табл. 2.—Реакции расщепления олефинов.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	$\lg K_p$ при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$\text{C}_2\text{H}_4 \rightleftharpoons \text{C} + \text{CH}_4$	+35,000	16,0	14,0	13,0	12,0	12,0
$\text{C}_4\text{H}_8 \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_4$	-31,000	-5,4	-3,6	-2,1	-1,0	0,0
$\text{C}_{10}\text{H}_{20} \rightleftharpoons 2\text{C}_5\text{H}_{10}$	-30,000	-1,8	-0,5	+0,6	+1,5	+2,2

Табл. 3.—Реакции расщепления ароматических углеводов.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	lg K _p при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$C_6H_5 \cdot C_2H_5 \rightleftharpoons C_6H_6 + C_2H_4 \dots$	-35,000	-3,5	-1,9	-0,7	+0,3	+1,1
$C_6H_5 \cdot C_2H_5 \rightleftharpoons C_6H_6 + C_2H_6 \dots$	-27,000	-0,8	+0,4	+1,5	+2,2	+2,8
$C_6H_5 \cdot C_2H_5 \rightleftharpoons C_6H_5 \cdot CH_3 + C_2H_4$	-31,000	-2,0	-0,7	+0,4	+1,2	+2,0
$C_6H_5 \cdot C_4H_9 \rightleftharpoons C_6H_6 + C_4H_8 \dots$	-29,000	-1,4	-0,1	+0,9	+1,7	+2,4
$C_6H_5 \cdot C_4H_9 \rightleftharpoons C_6H_5 \cdot CH_3 + C_3H_6$	-28,000	-1,1	+0,2	-1,1	+1,9	+2,6

Табл. 4.—Распад бензольного ядра.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	lg K _p при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$C_6H_6 \rightleftharpoons 3C_2H_2 + 3H_2 + 5C \dots$	+29,000	15,5	14,4	13,5	12,9	12,3
$C_6H_6 \rightleftharpoons 6C + 3H_2 \dots$	+11,000	15,3	15,0	14,8	14,7	14,6

Табл. 5.—Реакции кольцеобразования.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	lg K _p при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
Гексилен \rightleftharpoons циклогексан . . .	+15,000	+4,9	+4,2	+3,8	+3,4	+3,0
Амилен \rightleftharpoons циклопентан . . .	+19,000	+6,2	+5,4	+4,8	+4,3	+3,9

Табл. 6.—Дегидрогенизация нафтенов.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	lg K _p при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$C_8H_{18} \rightleftharpoons C_8H_6 + 3H_2 \dots$	-54,000	+2,2	+4,7	+6,7	+8,4	+9,7
$C_8H_{11} \cdot CH_3 \rightleftharpoons C_8H_5 \cdot CH_3 + 3H_2$	-49,000	+3,7	+6,1	+8,0	+9,5	+10,7
$C_{10}H_{16}^{*1} \rightleftharpoons C_{10}H_8 + 5H_2 \dots$	-74,000	+8,7	+12,3	+15,2	+17,5	+19,5
$C_{10}H_{12}^{*2} \rightleftharpoons C_{10}H_8 + 2H_2 \dots$	-30,000	+3,4	+4,8	+6,0	+6,9	+7,7

*1 Декалин. *2 Тетралин.

Табл. 7.—Уплотнение ароматических и непредельных углеводов.

Реакции	Тепловой эффект Q в cal	lg K _p при t°				
		400°	500°	600°	700°	800°
$2C_6H_6 \rightleftharpoons C_6H_5 \cdot C_6H_5 + H_2 \dots$	+1,000	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2
$2C_6H_6 + C_2H_4 \rightleftharpoons C_{14}H_{10}^{*1} + 3H_2$	+6,000	+5,7	+5,5	+5,4	+5,3	+5,3
$C_6H_5 \cdot C_6H_5 + C_2H_4 \rightleftharpoons C_{14}H_{10}^{*2} + 2H_2 \dots$	+9,000	+8,1	+7,8	+7,6	+7,5	+7,3

*1 Антрацен. *2 Фенантрен.

ность расчетов усугубляется недостаточностью и недостоверностью имеющихся в литературе величин тепловых эффектов реакций и других необходимых данных. В табл. 1—7 приведены величины lg K_p для некоторых реакций, имеющих место при П. п., к-рые м. б. вычислены на основании имеющихся в литературе данных для тепловых эффектов реакции по приближенному ур-ию Нёрнста:

$$\lg K_p = \frac{Q}{4,57 \cdot T} - \sum n 1,75 \lg T - \sum n C, \quad (2)$$

где Q—тепловой эффект реакции, $\sum n$ —алгебраич. сумма молекул, участвующих в реакции, C—химич. постоянная. Величины химич. постоянных приняты приближенно

$$C_{H_2} = 1,6, \quad C_{C_2H_4} = 2,5$$

и для других углеводов

$$C_{угл.} = 3,0 \text{ [25].}$$

Из этих расчетов по величине и знаку lg K_p

можно судить о том, при каких температурных условиях какие реакции термодинамически возможны и насколько полно они могут протекать.

Помимо ур-ий Нёрнста для суждения о возможности течения при П. п. различных реакций (для приближенных расчетов) м. б. применено ур-ие (3), выражающее зависимость ΔF от температуры при реакциях образования углеводов из элементов:

$$\Delta F = \Delta H - T \Delta S, \quad (3)$$

где ΔH —тепловой эффект реакции, а ΔS —изменение энтропии при реакции [25]; см. табл. 8.

Из приведенных в табл. ур-ий по свойству аддитивности ΔF можно рассчитать изменение свободной энергии при различных пирогенетических реакциях. Применяя ур-ие (1) возможно рассчитать величину lg K_p, а следовательно и охарактеризовать термоди-

Табл. 8.—Значения величины ΔF при реакциях образования углеводородов из элементов.

Реакции	ΔF
$C + 2H_2 = CH_4$	- 20 000 + 26,2T
$2C + 3H_2 = C_2H_6$	- 29 000 + 53,3T
$8C + 9H_2 = C_8H_{18}$	- 76 100 + 206,6T
$nC + (n+1)H_2 = C_nH_{2n+2}$	- 13 300 - 7 850n + 2,2T + 25,55nT
$2C + 2H_2 = C_2H_4$	+ 12 600 + 11,6T
$nC + nH_2 = C_nH_{2n}$	+ 31 060 - 9 400n - 39,5T + 25,55nT
$2C + H_2 = C_2H_2$	+ 54 400 - 10,8T
$nC + (n-1)H_2 = C_nH_{2n-2}$	+ 68 400 - 7 000n - 61,9T + 25,55nT
$6C + 3H_2 = C_6H_6$	+ 17 000 + 35,3T
$7C + 4H_2 = C_7H_8 \cdot CH_3$	+ 6 860 + 59,2T
$6C + 6H_2 = C_6H_{12}$ (циклогексан)	- 38 100 + 134,0T
$10C + 4H_2 = C_{10}H_8$ (нафталин)	+ 28 100 + 47,5T
$nC + nH_2 = C_nH_{2n}$ (нафтен)	+ 12 900 - 8 500n - 19,3T + 25,55nT

налич. возможность осуществления данной реакции. В заключение следует отметить, что полной картины П. п. термодинамика дать не может, т. к. при всех t° пирогенетич. разложения углеводородов наиболее полно может идти глубокий распад до CH_4 , H_2 и C , что конечно и может иметь место на практике при достаточно длительном ведении процесса. Однако наибольший практич. интерес имеют процессы, ведущие к образованию промежуточных продуктов, и потому для описания П. п. кроме термодинамич. представлений необходимо привлечь также кинетические. Только знание законов изменения скоростей отдельных реакций позволит ска-

молекулы углеводорода. Экспериментальные и теоретич. исследования в этой области не дают еще достаточного материала для полного уяснения процесса термич. разложения; выяснено, что увеличение длины цепи углеводородного соединения приводит к увеличению константы C следовательно к соответственно большей скорости распада; циклич. же структура, наоборот, увеличивает сопротивляемость распаду и т. п. Что же касается величин энергии активации, то (поскольку можно судить по расчетам на основании не вполне точных экспериментальных данных последних лет) она ≈ 65 000 кал и не зависит от величины молекулы (см. табл. 9).

Табл. 9.—Энергия активации термического распада углеводородов.

Вещество	Условия процесса разложения	$E \cdot 10^{-3}$ в Cal	Авторы
Пропан и бутаны	Разложение в паровой фазе при 600—650°	65 ± 3	Pease, Durgan [28]
Грозненский параф. мазут . .	Крекинг в жидкой фазе при 400—450°	63 ± 14	Саханов и Тилпчев [26]
Грозненский параф. дистиллат	» » » » » 375—475°	64 ± 8	»
Парафин	» » » » » 425—450°	64,5	»
Рапгоунский парафин	» » » » » 450—460°	67,5	Waterman, Perquin [29]

зать, какие из термодинамически возможных реакций получают наибольшее развитие.

Кинетика П. п. и катализ. Большинство реакций, имеющих место в П. п., являются необратимыми, так как первичные продукты распада немедленно претерпевают дальнейшее превращение и неспособны уже дать снова исходный продукт. В виду этого динамика превращений в П. п. в значительной мере определяется соотношением скоростей отдельных реакций. Изучение кинетики П. п., начавшееся лишь в самые последние годы, в значительной мере может помочь в деле выяснения роли различных факторов и обусловить возможность полного управления процессами. Что касается первичной реакции П. п. термического разложения и я, то, как это следует из новейших исследований [26, 27], оно м. б. признано процессом гомогенным и мономолекулярным, скорости которого не зависят от давления и являются ф-ией темп-ры:

$$W_{\text{разл.}} = C e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (4)$$

где E —энергия активации реакции расщепления (см. *Кинетика химическая*) и C —константа, зависящая от величины и строения

Большая величина энергии активации распада углеводородов также приводит к заключению, что реакции термич. разложения не м. б. причислены к типичным каталитич. реакциям (см. *Катализ*). Значительно менее ясен характер процессов уплотнения и я, всегда сопровождающих П. п. Однако в первом приближении и они м. б. в условиях обычных П. п. признаны преимущественно гомогенными. Будучи бимолекулярными, реакции полимеризации и конденсации в значительной мере зависят от давления; их скорости подчиняются ур-ию:

$$W_{\text{упл.}} = kABe^{-\frac{E}{RT}}, \quad (5)$$

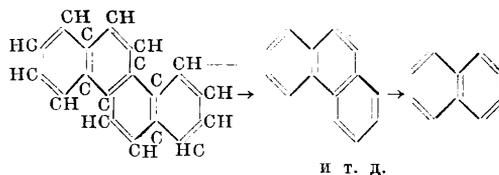
где A и B —концентрации уплотняющихся молекул, A и B являются ф-иями давления, и ур-ие (5) м. б. представлено в виде:

$$W_{\text{упл.}} = kP_A'P_B'e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (6)$$

где P_A' и P_B' —парциальные давления реагирующих веществ. Экспериментальные данные [30] указывают на увеличение скорости полимеризации этилена с повышением давления. То же следует из данных о влиянии давления на неопределенность бензинов при

крекинге [26]. Величина энергии активации процессов уплотнения также не вполне выяснена. Экспериментальные данные Pease [31], полученные при изучении кинетики полимеризации олефинов, указывают на величину $E=35\ 000$ cal. Переходя к реакциям дегидрогенизации, имеющим значение для технич. процесса ароматизации, следует признать таковые в значительной степени гетерогенными. Что касается обратной реакции гидрирования, то в обычных П. п., где парциальное давление водорода в газах весьма мало, она практического значения не имеет. Процессы дегидрирования шестичленных полиметиленовых колец с образованием ароматич. углеводородов показали, что присутствие катализаторов в значительной мере способствует этому процессу. Катализаторами для дегидрогенизации являются все гидрирующие металлы, к которым относятся Pd, Pt в качестве наиболее нежных, работающих при t° ниже 300° , и Ni, Co, Fe и др., осуществляющие отщепление водорода при более высоких темп-рах. Хотя в технике ароматизацию ведут при темп-рах выше 600° и без применения специальных катализаторов, но так как эта реакция в сущности является реакцией дегидрирования шестичленных нафтенов, то ее можно считать каталитической. Роль катализатора в этом случае играют железные стенки реторты, в которой производится процесс. В виду этого использование в технике чисто каталитич. дегидрогенизации соответствующих фракций нефтей для получения наиболее ценных технич. продуктов (бензола и толуола), взамен дорогой и связанной с большими потерями ароматизации нефтяных дистиллатов, принципиально вполне возможно; единственным препятствием пока можно считать отсутствие вполне подходящего и дешевого катализатора.

Деструктивная гидрогенизация. Если обычные П. п. складываются из двух основных реакций: термич. распада и уплотнения молекул, то деструктивная гидрогенизация, или крекинг, в присутствии водорода характеризуется одновременным



Процесс сопровождается образованием больших количеств метана и этана. Исходя из этого следует, что в качестве исходного материала наиболее выгодными для получения максимального выхода легких бензиновых углеводородов должны быть продукты преимущественно парафинового основания, т. е. не содержащие больших количеств сложных ароматич. полициклических углеводородов, т. к. последние для превращения в легкие углеводороды требуют большой затраты водорода и дают весьма большие количества малоценных углеводородных газов (метан, этан) при малых выходах легких жидких углеводородов, т. е. бензина. Наибольший интерес для овладения процессом деструктивной гидрогенизации представляет управление реакцией присоединения водорода. Эта реакция при достаточном своем развитии может полностью устранить процессы уплотнения, следовательно и коксообразования. Как показали последние исследования [33-36] и описания зарубежных установок, для достижения достаточного эффекта необходимо значительное повышение давления водорода. Анализ роли давления [37] при процессе сводится к двум основным моментам.

1. Равновесие гидрогенизации. Рассмотрим влияние повышения давления в отношении двух основных типов соединений: непредельных и ароматических углеводородов. И те и другие в наибольшей степени способны к реакциям уплотнения и могут обуславливать коксообразование, что и является главным затруднением в осуществлении процесса. Для характеристики состояния равновесия реакций гидрирования олефинов при различных условиях более точные данные имеются только для этилена [23]. В табл. 10 даны

Табл. 10.—Равновесие гидрирования этилена ($C_2H_4 + H_2 \rightleftharpoons C_2H_6$).

t°	$\lg K_p$			$A = \frac{P_{C_2H_6} P_{H_2}}{P_{C_2H_4} P_{H_2}} = \frac{K_p}{P_{H_2}}$			
	Экспериментально	Вычислено по Френсису		$P_{H_2} = 1 \text{ atm}$		$P_{H_2} = 50 \text{ atm}$	
		$n=2$	$n=2$	$n=8$	$n=2$	$n=8$	$n=2$	$n=8$
400	-3,84	-4,3	-1,2	0,00005	0,06	$1,0 \cdot 10^{-6}$	0,0012
450	-3,14	-3,3	-0,5	0,0005	0,3	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0,0064
500	-2,53	-2,5	+0,1	0,0032	1,3	$6,4 \cdot 10^{-5}$	0,025

наличием третьей реакции—гидрирования. Химизм процесса заключается в том, что к продуктам распада ненасыщенного характера присоединяется водород и препятствует наступлению полимеризации. Кроме того в результате гидрирования ароматич. колец сложных полициклич. соединений образуются более легкие углеводороды. Н. А. Орлов [32] для химизма превращений, происходящих в условиях деструктивной гидрогенизации хризена, дает следующую схему:

результаты подсчета по ур-ию (7), выведенному из расчетов Френсиса [25] (см. табл. 8):

$$\lg K_p = -\frac{9\ 700}{T} + \frac{340}{T} \cdot n + 9,13. \quad (7)$$

Для характеристики степени точности этого грубо приближенного расчета в табл. 10 приведены данные, вычисленные на основании эмпирического уравнения (8) Pease и Durgan [22] для гидрирования этилена

$$\lg K_p = -\frac{6\ 830}{T} + 6,31. \quad (8)$$

В отношении гидрирования ароматич. углеводородов экспериментальные данные также весьма бедны, и более точный расчет возможно сделать только для системы бензол—циклогексан: $C_6H_6 + 3 H_2 \rightleftharpoons C_6H_{12}$. Результаты подсчета на основании эмпирически полученного уравнения Берроуз-Лукарни [23]

$$\lg K_p = -\frac{12050}{T} + 21,59 \quad (9)$$

приведены в табл. 11, в которой

$$K_p = \frac{P_{C_6H_6} \cdot P_{H_2}^3}{P_{C_6H_{12}}} \quad (10)$$

$A = \frac{P_{C_6H_6}}{P_{C_6H_{12}}}$ (из ур-я 10) изменяется в зависимости от темп-ры и давления водорода.

нием водорода к продуктам реакции. Если скорость гидрирования относительно мала, то процесс имеет характер обычного крекинга, если же, наоборот, она велика, то продукты уплотнения не образуются вовсе. Таким образом получение тех или других продуктов зависит от возможности регулирования скоростей реакций и в частности реакции гидрирования. Скорость гидрирования ($W_{\text{гидр.}}$) должна удовлетворять ур-ю Аррениуса:

$$W_{\text{гидр.}} = K C_{\text{угл.}} \cdot C_{H_2} \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (11)$$

где $C_{\text{угл.}}$ и C_{H_2} —концентрации углеводородов и водорода, E —энергия активации реакции и K —константа, зависящая от приро-

Табл. 11.—Равновесие гидрирования бензола.

t°	$\lg K_p$	K_p	$A = \frac{P_{C_6H_6}}{P_{C_6H_{12}}} = \frac{K_p}{P_{H_2}^3}$				
			$P_{H_2}=1 \text{ atm}$	$P_{H_2}=\frac{1}{50} \text{ atm}$	$P_{H_2}=100 \text{ atm}$	$P_{H_2}=200 \text{ atm}$	$P_{H_2}=500 \text{ atm}$
400	+3,69	$4,9 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$	0,039	0,0049	0,0006	$3,9 \cdot 10^{-6}$
425	+4,33	$2,1 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^4$	0,17	0,021	0,0026	0,00017
450	+4,92	$8,3 \cdot 10^4$	$8,3 \cdot 10^4$	0,66	0,083	0,0104	0,00066
475	+5,48	$3,0 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^5$	2,4	0,30	0,038	0,0024
500	+6,00	$1,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	8,0	1,0	0,125	0,008

Для более сложных ароматич. углеводородов пока данных нет, а наиболее важные для понимания процессов глубокого уплотнения высококонденсированные ароматические углеводороды настолько мало изучены, что не представляется возможным сделать даже приближенные расчеты. Однако порядок величин вероятно близок и потому нет оснований предполагать здесь принципиальное отличие. Несмотря на приближенный характер сделанных выше расчетов, можно с несомненностью сделать вывод относительно большей полноты, при тех же условиях, гидрирования олефинов, чем это имеет место в отношении ароматич. углеводородов. Для гидрирования высокомолекулярных углеводородов не следует значительно повышать темп-ру, т. к. состояние равновесия при этом сдвигается в сторону обратной реакции. Последнее заключение находит себе подтверждение как в экспериментальных результатах лабораторных исследований, так и в описаниях зарубежных установок, к-рые для гидрогенизации тяжелых продуктов не повышают t° более 425—450°, а во второй фазе, где преобладают легкие фракции, поддерживают t° до 490—500°. Однако, как это следует из экспериментальных данных лабораторных исследований [33—37], процессы гидрогенизации не приводят к состоянию равновесия и в продуктах гидрогенизации присутствуют не только ароматические, но даже низшие непредельные углеводороды, которые должны были бы полностью гидрироваться уже при низких давлениях водорода. Это объясняется скоростью гидрирования.

2. Скорость реакций и давление в водорода. Если при обычном крекинге процесс протекает гл. обр. в двух направлениях: расщепления и уплотнения, то деструктивная гидрогенизация характеризуется реакцией третьего типа—присоедине-

ны углеводородов. Для случая постоянной t° член $e^{-\frac{E}{RT}}$ м. б. введен в константу, и тогда получим следующее ур-е:

$$W_{\text{гидр.}} = K C_{\text{угл.}} C_{H_2} \quad (12)$$

или, заменяя концентрации парциальными давлениями $P_{\text{угл.}}$ и P_{H_2} , имеем

$$W_{\text{гидр.}} = K P_{\text{угл.}} P_{H_2}, \quad (13)$$

откуда следует, что увеличение давления водорода также в значительной степени влияет на скорость присоединения водорода. Количественно это положение подтверждается экспериментальными данными лабораторных исследований [37]. Однако уравнение (13) оказывается справедливым только для гомогенного проведения реакции в паровой фазе. В случае жидкофазной гидрогенизации, при малой растворимости водорода в углеводородах (особенно при высоких температурах), необходимо создать специальные условия для увеличения поверхности соприкосновения продукта с водородом. К такому относится прежде всего энергичное перемешивание, без которого процесс идет весьма несовершенно. Кроме того в жидкофазном процессе катализатор, помимо своей прямой роли, а именно уменьшения энергии активации реакции, служит также передатчиком водорода в жидкую фазу: частицы катализатора, попадая при перемешивании из паровой фазы в жидкую и обратно, переносят адсорбированный на своей поверхности водород в жидкость.

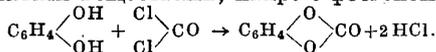
Лит.: 1) Berthelot M., «Annales de chimie et de physique», P., 1866, t. 9, p. 455; «Mechanique chimique», P., 1879, t. 2, p. 119; 2) Hurd C., Spence L., «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1929, v. 51, 11, p. 3353; 3) Ипатьев В. Н., Полимеризация олефинов, «Ж», 1906, т. 38, стр. 63; 1914, т. 48, стр. 1420; 4) Бьязов Б., Сов. П. 6321, Способ получения диолефиновых углеводородов; 5) Лебедев С., Сов. П. 24393, Получение искусствен-

ного научука; 6) Plauson's Forschungsinstitut, Г. П. 338030. Способ получения дивинила; 7) Розанов И. А., Исследования в области изомерных превращений пиничл соединений, стр. 12, М., 1916; 8) Работы академика Н. Д. Зелинского и его сотрудников, «Ж», 1911, т. 43, стр. 4220; 1912, т. 44, стр. 275; «В», 1912, т. 45, стр. 3678; 1923, т. 56, стр. 716 и 1723; 9) Меншуткин Б. Н., Карбоцилици соединения, стр. 13, Л., 1926; 10) Egloff A. Moore, «Industrial a. Engineering Chemistry», Wash., 1917, v. 9, p. 40; 11) Berthelot V., «Ztschr. f. Chemie», 1866, p. 707; 12) Meyer H., Hofmann A., «Monatshette f. Chemie», W., 1916, V. 37, p. 681; 13) Zanetti J., Egloff G., «Industrial a. Engineering Chemistry», Wash., 1917, v. 9, p. 350; 14) Lowe C., James C., «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1923, v. 45, p. 2666; 15) Scholl, Weitzenbeck, «В», 1910, V. 43, p. 2203; 16) Behr u. Dorg, «В», 1873, V. 6, p. 754; 17) Добрянский А. Ф. Прогноз, разложение нефти, стр. 24, Л., 1922; 18) Berth, «CR», 1866, t. 63, p. 792, 835, 999; 19) Barbier, «Annales de Chimie et de Physique», P., 1876, série 5, t. 7, p. 532; 20) Kramer, Spilker, «В», 1890, V. 23, p. 3276; 21) Тиличев М. Д., Доклад на конференции по крекингу и гидрогенизации в г. Грозном, 1931; 22) Pease and Durgan, «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1928, v. 50, p. 2715; 23) Berrous, Lucarni, ibid., 1927, v. 49, p. 1157; 24) Egloff, Schaad, Lowry, Литературная сводка, «The Journal of Physical Chemistry», Ithaca, N. Y., 1930, v. 34, p. 1617; 25) Francis, «Industrial a. Engineering Chemistry», Wash., 1928, v. 20, p. 277; 26) Саханов А. Н. и Тиличев М. Д., Крекинг в жидкой фазе, стр. 153, М.—Л., 1928; 27) Leslie, Pothoff, «Industrial a. Engineering Chemistry», Wash., 1926, 8; 28) Pease, Durgan, «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1930, v. 52, p. 1262; 29) Waterman, Perquin, «Journal of the Institution of Petroleum Technologists», London, 1925, v. 11, p. 45; 30) Ипатьев В. Н. и Немцов М. С., О получении бензинов и газов крекинга, 1931; 31) Pease B. N., Kinetics of the Polymerization of Ethylene at Pressures above one Atmosphere, «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1931, v. 53, p. 613; 32) Орлов Н. А. Сжигание угля и его продуктов, стр. 19, М., 1930; 33) Ипатьев В. Н., Белопольский М. А. и Немцов М. С., Крекинг грозненского парафинистого мазута в присутствии водорода, «Труды конференции по крекингу и гидрогенизации в г. Грозном», 1931; 34) Саханов А. Н. и Тиличев М. Д., Гидрогенизация нефтяных продуктов, там же, 1931; 35) Waterman, Perquin, «Journal of the Institution of Petroleum Technologists», London, 1925, v. 11, p. 36; 36) Kling A., Florentin D., «Bulletin de la Société chimique de France», P., 1927, t. 10, p. 864; 37) Немцов М. С. и Фрост А. В., Гидрогенизация нефтяных продуктов, «Труды конференции по крекингу и гидрогенизации в г. Грозном», 1931; Natall M., Standard J. G. Co., «Ztschr. f. angewandte Chemie», B., 1930, Jg. 43, p. 58. М. Немцов и А. Фрост.

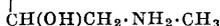
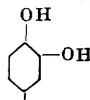
ПИРОКАТЕХИН, *o*-диоксибензол, флы $C_6H_4(OH)_2$ (1, 2), изомер гидрохинона (см.) и резорцина (см.); получают П. из гваякола (см.) нагреванием с хлористым аммонием (до 210°); также действием щелочей на *o*-галоидфенолы или из *o*-сульфофислоты фенола сплавлением с едкими щелочами; из бензола П. кристаллизуется в бесцветных листочках, из воды в призматических иглах; $t_{пл.} 105^\circ$; $t_{кип.} 245^\circ$; удельный вес 1,314; летуч с водяными парами; в воде, спирте и эфире растворим. В природе П. находится во многих дубильных веществах (катеху), а также в моче лошади; П. легко окисляется — восстанавливает окись серебра в аммиачном растворе на холоду, фелингову жидкость — при нагревании. С хлорным железом $FeCl_3$ дает красное окрашивание вследствие образования комплексной пирокатехинжелезоводородной кислоты $[Fe(C_6H_4O_2)_3]H_3$, переходящее в фиолетовое при прибавлении соды или ацетата натрия (качественная реакция на П.). Со свинцовой сахаром (средней укусносвинцовой



солью) П. дает белый осадок (соль свинца), что служит для количественного определения П.: 1 ч. свинцовой соли соответствует 0,3497 ч. П. Для П. характерна его особенность образовывать кольчатые эфиры с различными веществами, напр. с фосгеном:



П. применяется в фотографии как проявитель, особенно пригодный для быстрого проявления (для моментальных съемок) и в медицине. Из производных П. наиболее важны: гваякол — его монометилловый эфир, содержащийся в креозоте древесной смолы; моноэтиловый его эфир — гветол применяется в медицине для той же цели. Адриан, диокси-3, 4-фенил-1-оксиэтиламин



содержится в надпочечной железе и имеет большое значение в физиологии человека; чрезвычайно ядовитое вещество; синтетические его получают сплавлением пирокатехина с хлоруксусной кислотой; полученный ацетопирокатехин с метиламином дает адреналон, восстановлением которого получают адреналин.

Н. Ельцина.

Лит.: см. Фенолы.

ПИРОКСЕН, авгит, минерал, образующий наряду с *роговой обманкой* (см.) изоморфную группу очень распространенных породообразующих минералов, имеющих состав метасиликатов. Химич. состав П. весьма разнообразен, главную роль играют соединения общей формулы $ROSiO_3$, где RO по преимуществу CaO и MgO , являющиеся отдельно или вместе в определенных пропорциях. MgO часто вполне или отчасти замещается FeO , иногда присутствует MnO и ZnO . Весьма часто в группе П. наблюдается содержание глинозема, в виде алюмосиликата состава $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, причем Al_2O_3 замещается иногда Fe_2O_3 , а MgO — частью FeO ; наблюдается присутствие щелочей (Na). В некоторых редких минералах этой группы часть кремневой кислоты замещается ZrO_2 (цирконовые авгиты). В кристаллографич. отношении большинство П. относится к моноклинной системе, частью к ромбической и триклинной. Ромбич. П. содержат преимущественно MgO и FeO ; CaO и Al_2O_3 почти отсутствуют. Двойное лучепреломление слабое. Моноклинные П. обнаруживают плеохроизм, возрастающий вместе с увеличением содержания Fe_2O_3 и Na_2O . В отличие от ромбических — у моноклиновых П. двойное лучепреломление сильное. Как породообразующие минералы П. входят в состав извержен. (магматогенных) горных пород как излившихся, так и глыбинных, образуя самостоятельные породы: авгититы, пироксениты, гиперстениты. Данные о минералах группы пироксена сведены в таблицу (см. ст. ст. 437—439).

Лит.: Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб, 1907; Зильберманн В. А., Руководство и таблицы для определения минералов при помощи паяльной трубки, Москва—Петроград, 1923; Faу A., A Glossary of the Mining a. Mineral Industry, Wash., 1920.

И. Мельников.

Минералы группы пироксена.*1

Название минерала	Система	Химич. состав	Цвет	Блеск	Твердость	Уд. в.	Спайность	Излом	Химич. свойства	Разновидности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Энстатит (бронзит)	Ромбич.	$MgO \cdot SiO_2$	Желтоватый, серый, бурый, зеленый	Перламутровый до бронзового	5,5	3,1—3,3	Ясная	Неровн.	Перед паяльной трубной (пр. п. тр.) плавится с большим трудом. К-ты не действуют	—
Гиперстен (павлит)*2	»	$(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$	Зеленовато-черный до бурого и бронзового	»	5—6	3,4—3,5	Соверш.	»	Пр. п. тр. плавится с образованием магнитн. стекла. К-ты не действуют	—
Волластонит (дощатый шпат)	Монокл.	$CaO \cdot SiO_2$	Бесцветн., бел., серый, желт., красный, бур.	Стекл., на спайн. плоск. перламутр.	4,5—5	2,8—2,9	»	»	Пр. п. тр. с трудом сплавляется в полупрозрачн. стекло. HCl вполне разлагается при осаждения студенист. кремнезема	Пенталит. Розенбушит. Ловенит. Веленит. Эрнит
Диопсид	»	$CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$	Бесцветн., белый, бледно-зеленый	Стеклый	5—6	3,2—3,38	Ясная	»	Пр. п. тр. плавится с трудом. К-ты действуют весьма слабо	Салит (малаколит). Муссит (алплатит). Байкалит. Пикрофил. Кокколит. Шефферит. Джефферсонит. Вилолан
Авгит (пироксен изверженных пород)	»	Рассматривается как изоморфная смесь $mMgCaSi_2O_6 + nMgAl_2SiO_6$, где часть MgO замещается FeO и MnO, а $Al_2O_3 - Fe_2O_3$; незначит. содерж. Na	Зеленовато-черный до черного	»	»	3,26—3,43	Несов.	»	—	Диаллагон (листоватый авгит). Фасалит (пиргом). Базальтич. авгит
Сподумен (трифан, гиденит, кунцит)*3	»	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	Бел., серый, розов., изумрудно-зелен., пурпурный	Стекл. до перламутр.	6—5,7	3,13—3,20	Соверш.	»	Пр. п. тр. вспучивается, окрашивая пламя в слабый красный цвет и сплавляется в прозрачное стекло. С раствором азотнокислого кобальта принимает синий цвет. При сплавлении с плавиковым шпатом и кислым сернокислым калием окрашивает пламя ярким красн. пламенем. К-ты не действуют	—

Минералы группы пироксена*1. (Продолжение.)

1	Жадеит	Монокл.	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	4	Белый, серо-ватый, зеленоватый перламутр.	5	Стекл., на сланц. пласк.	6	6,5—7,0 3,33—3,35	7	Ясная	9	Зановист.	10	Пр. п. тр. легко плавится в полупрозрач. стекл. С раствором азотнокисло-го кобальта после сильной прокалки тонкие осколки дают синее окрашивание	11	Хлоромеланит
	Акмит (эгирин)	»	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$		Зеленоват. до буровато-черного		Стекл.		6—6,5		Совершен.		Неровн.		Пр. п. тр. легко плавится в черн. блестящ. магнит. коромек. С содой на платиновой пластинке реакция на Мп. Кислотами не впол-не разлагается		
	Родонит (орлец)*4	Трикл.	$\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$		Темно-розов., красновато-бур., серый		»		6,5—7,5	4,0—4,3	»		Неровн. до раковистого		Пр. п. тр. в восстановит. пламени сплавляется в красн. стекл., а в окислит. в черн. коромек с метал-лич. блеском. С бурой и фосфорн. солью реагирует на Мп. HCl не действует		Фовлерит. Бустамит

*1 Оптические константы группы П. см. Спр. 79, т. I. *2 Экземпляры с красным световым огнивом употребляются на различные подделки. *3 Глав-ный материал для получения литиевых препаратов. *4 Изготовленные из других подделок.

ПИРОКСИЛИН, нитроцеллюлоза (см.), при-меняемая для изготовления бездымных порохов, подрывных шашек или как разрыв-ной заряд для снарядов и мин (см. *Бездым-ный порох, Взрывчатые вещества*). В зави-симости от назначения применяются гл. обр. типы П., имеющие следующие свойства:

Свойства пироксиллина.*

Качества П.	Типы П.					
	Высокоазот-ный	Низкоазот-ный	Пирокollo-дий	Для пушеч-ных порохов	Для винтovo-чных порохов	Локальный
Влажность	О	к	о	п	о	30%
Содержа-ние N в см ³ NO на 1 г П.	13,12	12,26	12,51	12,69	12,88	13,06
Растворим. в спирто-эфирной смеси (в %)	210	196	200	203	206	209
Измельчение	5	96	99	40	25	5
Зола (в %)	70	70	70	70	70	95
Стойкость по химич. пробе Вьеля при 106,5° красное окрашива-ние не ранее (в мин.)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0
Стойкость по пробе Бергмана при 132° (в см ³ NO на 1 г П.)	6	6	6	6	6	6
	2,5	1,8	2,0	2,0	2,1	—

* Данные приведены в виде округленных сред-них результатов испытаний.

Истинная плотность П. колеблется в преде-лах 1,65—1,71 в зависимости от содержания азота и вида клетчатки, взятой для нитра-ции. Гигроскопичность П. зависит от содер-жания азота и по опытам Вьеля при 15° мож-жет быть приблизительно выражена формулой $H = 20 - 1,3N$, где H —содержание влаги в % и N —содержание азота в %. Скорость детонации зависит от влажности, плотности прессования и содержания азота и по опре-делениям Ферга имеет следующие значения при 2% влажности и 13% содержания азо-та: при плотности 1,15—5 500 м/сек, при плотности 1,25—6 900 м/сек. Расширение в бомбе Трауца при влажности 2,5 и плот-ности 1,12 равно 368 см³ (для плавленной пикриновой к-ты в тех же условиях 326 см³). По определениям в калориметрич. бомбе для П. с содержанием 13% азота теплота взрыва равна 1 100 Cal, t° взрыва 2 710°, уд. объем газов 859 л.

П., применяемые для изготовления без-дымных порохов чисто пироксиллиновых, можно разделить на два типа: с м е ш а н н ы е П. и п и р о к о л л о д и й. Первые изготов-ляются смешением высокоазотного и низко-азотного П. для получения свойств, указан-ных в последних двух графах приведенной таблицы (в зависимости от назначения), и применяются главн. обр. в европ. странах. Второй получается непосредственно нитра-цией, почему представляет более однород-ный продукт, и применяется преимуществен-но на америк. заводах. П., полученный сме-шением высокоазотного и низкоазотного, дает более правильную пороховую ленту и в одинаковых условиях работы требует мень-шего количества спирто-эфирного раство-рителя. Теоретические преимущества пиро-коллодия—более полная желатинизация по-роховой массы и большая однородность—практически не сказываются на качествах

готового пороха. В то же время при фабрикации пороха из пирокolloдия на америк. заводах применяют дополнительную операцию глухого прессования (блок-пресса), что несколько усложняет производство. Обще-признанной точки зрения на преимущество какого-либо из этих двух типов не имеется.

Лекальный П., широко применявшийся ранее спрессованным в виде шашек определенной формы для подрывных целей и как разрывной заряд для снарядов, в настоящее время почти не применяется, т. к. хотя и является очень сильным взрывчатым веществом, но в сухом виде опасен в обращении, а влажный детонирует только при определенных условиях в отношении содержания влажности; практически допускают колебания влажности в пределах 10—25%. Соблюдение надлежащих условий на практике представляет известные трудности, что и привело к вытеснению его сперва пикриновой к-той, потом тротилом. Для придания большей механич. прочности лекальному П. дается меньшая степень измельчения. Для усреднения кислых продуктов, образующихся при хранении лекального П. вследствие естественного его разложения, к нему обычно прибавляют 2—2,5% углекислого кальция. Технологич. процессы получения П. и способы испытания см. *Нитроцеллюлоза*.

Лит.: Киснемский Г. П., О средствах для повышения стойкости пироксилина, СПб, 1914; Инструкция для приема спрессованного пироксилина с заводов, СПб, 1893; Сравнительное исследование пироксилина 14В № 1 и пироксилина 15В № 2 Охтенского порохово-а-да выделки 1904 г., СПб, 1908; см. также: *Бездымный порох и Нитроцеллюлоза*. **В. Тихонович.**

ПИРОЛЮЗИТ, минерал ромбич. системы; встречается в виде натечных и землистых масс в сплошном виде и вкрапленным, в почковидных и гроздевидных агрегатах радиальнолучистого или волокнистого сложения; псевдоморфозы по столбчатым кристаллам манганита, по известковому шпату, доломиту, полианиту; излом раковистый или землистый; цвет черный до стальносерого, иногда синеватый; черта черная; блеск полуметаллический или матовый; непрозрачен; твердость рыхлого П. 2—2,5 (марает руки), плотного—до 5,5; уд. вес 4,7—5,0; химич. состав MnO_2 (63,22% Mn и 36,78% O), иногда с небольшим содержанием BaO, SiO_2 , H_2O и др. Перед паяльной трубкой бурееет, но не плавится, с бурою и фосфорною солью дает реакцию на Mn, в HCl растворяется с выделением Cl; в нагретой H_2SO_4 , выделяя кислород, дает серноокислый марганец; в растворе конц. H_2SO_4 (1 часть кислоты на 1 ч. воды) при кипячении П. (и манганит), в противоположность другим марганцовистым минералам, не дает красно-фиолетового окрашивания. П. представляет собою конечный продукт разложения других марганцовистых минералов, гл. обр. полианита и манганита; полианит одинакового состава (MnO_2) спиrolюзитом при разложении, утрачивая свою твердость (с 6—6,5 до 2,0), вследствие иной группировки молекул, переходит в П., образуя параморфозы П. по полианиту; марганцевый шпат ($MnCO_3$) при разложении тоже дает П., при этом нередко образуется землястая или пенистая марганцевая пена.

П. встречается во многих местах: в Тюрингии в порфириновых жилах Эльгерсбурга, в Саксонии (Йоганнсгеоргенштадт), в Моравии (Форденсдорф), во Франции (Романеш), в США (штат Вермон); в СССР П. встречается на Урале (в Ахтенском и Бакальском месторождениях), в подчиненных количествах среди железных руд, а также возле Нижнетагильского завода и на реке Чусовой; но особенно мощные месторождения мирового значения залегают на Кавказе (Чиатурские залежи) и на Украине (Никопольское месторождение).

П. является главной *марганцевой рудой* (см.) при выплавке зеркального чугуна и ферромангана в доменных и электрич. печах (см. *Железославы*), а также при изготовлении марганцовистой стали; кроме того он применяется для получения кислорода, хлора, хлористого кальция, марганцевокислого калия, в стекольном производстве—для обесцвечивания железосодержащего стекла, а также для приготовления красок.

Лит.: Зильберманн В., Руководство и таблицы для определения минералов при помощи паяльной трубки, М.—П., 1923; Болдырев А., Курс описательной минералогии, вып. 2, Л., 1928; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб, 1907; Мейстер А., Металлические полезные ископаемые СССР, М.—Л., 1926; Фау А., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wsh., 1920.

ПИРОМАГНЕТИЗМ, свойство физических тел приобретать магнитный момент или изменять уже существующий у них магнитный момент под влиянием изменения температуры. Пиромангнитный эффект у кристаллов изучен сравнительно мало.

ПИРОМЕТР, см. *Пирометрия*.

ПИРОМЕТРИЯ, измерение высоких t° при помощи соответствующих приборов, пирометров. Границу, с которой начинают высокие t° , условно считают лежащей ок. 600° . Приборы, главная область применения которых лежит при более низкой t° , следует называть термометрами (см. *Термометрия*). По существу многие термометры, например кварцевый, наполненный ртутью, или электрический термометр сопротивления, могут применяться и для измерения более высоких t° , а с другой стороны, такие пирометры, как термоэлектрические, употребляются очень часто и для t° ниже 600° . К пирометрам в собственном смысле следует причислить три следующих основных типа: 1) термоэлектрические, измеряющие t° по изменению эдс термопары; 2) оптические, измеряющие t° по спектральным особенностям накаливаемого тела, и 3) радиационные—по тепловому эффекту накаливаемого тела.

Термоэлектрический пирометр заключает три существенных части: термопару как источник эдс, прибор для измерения ее и соединительные провода. Технич. термопара состоит из 2 проволок различных металлов, место соединения которых подвергается действию высокой t° , называется горячим концом, а место соединения ветвей термопары с соединительными медными проводами—холодным концом. Термопары изготовляются из благородных и неблагородных металлов. К первым принадлежит наиболее зарекомендовавшая себя и распространенная термопара из платины

и сплава ее с 10% родия. Предложенная еще в 1886 г. Ле-Шателье, она до сих пор сохранила свое первоначальное значение как по величине охватываемой ею t° -ной области, так и по надежности показаний. Измерения такими термопарами могут производиться длительно до 1300° и при кратковременном применении до 1600°. В последнем случае наступает довольно быстрое изменение эдс. Также неблагоприятно на нее действует соприкосновение с углеродистыми, сернистыми, фосфористыми соединениями, парами металлов, а равно и с кремнеземистыми соединениями в восстановительной среде. Недостатком платина-платинородиевых термопар является небольшая величина развиваемой ими эдс и дороговизна. В настоящее время в СССР изготавливаются термопары, не отличающиеся по качеству от лучших зарубежных. Для технического применения весьма существенным является способность взаимозаменяемости их, без существенного изменения в показаниях всего пирометра в целом. Согласно проекту ОСТ, выработанному Главной палатой мер и весов, эдс платина-платинородиевых термопар должна заключаться в пределах 5,50—5,60 mV при 630,5° (t°_{oms} для Sb) и от 10,20 до 10,40 mV при 1063° (t°_{oms} для Au) и при холодном конце в 0°. Согласно этим нормам отдельные термопары не могут отличаться друг от друга более чем на ~11° в первом случае и ~20° во втором. Зависимость между температурой и эдс платина-платинородиевой пары характеризуется следующими данными:

°C 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300
mV 2,32 3,25 4,22 5,23 6,27 7,34 8,44 9,58 10,76 11,97 13,22

Недавно предложенные термопары из сплава платины, палладия и золота, с одной стороны, и платинородия, — с другой, обладая преимуществом перед платина-платинородиевыми в значительно большей эдс, почти не отличаются от последних по цене и не успели еще зарекомендовать себя со стороны надежности своих показаний. Платина-платиноиридиевые термопары в настоящее время вышли из употребления в виду неустойчивости их показаний. Среди термопар из благородных металлов наибольшим распространением пользуются железо-константановые с верхним пределом в 800° и никель-нихромовые, применяемые до 900° и кратковременно до 1100°. Существенным недостатком этих последних является быстро наступающая при нагревании хрупкость никелевой ветви. От этого свободны специальные сплавы хромель-алюмель, способные выдерживать кратковременный нагрев до 1300°. Для более низких t° -ных областей применяются серебро-константановые термопары (до 650°) и медно-константановые (до 500°). Есть указания, что в условиях защиты от окислительного действия последние применимы и до 900°. Эдс этих термопар по данным Главной палаты мер и весов показаны в табл. 1.

Весьма существенным обстоятельством при техническом применении являются защитные оболочки для термопар. В принципе они должны обладать следующими качествами: огнеупорностью, газонепроницаемостью, способностью выдерживать резкие изменения

Табл. 1.—Значение эдс в mV в зависимости от t° для некоторых термопар.

t°	Железо- константан	Никель- нихром	Хромель- алюмель
100	5,25	2,45	4,00
200	10,62	5,05	7,85
300	16,05	7,95	12,02
400	21,45	10,30	16,27
500	27,05	12,50	20,55
600	32,80	15,20	24,84
700	38,75	18,10	29,05
800	44,92	21,35	33,20
900	51,10	24,86	37,28
1000	—	28,62	41,37
1100	—	32,42	45,50

t° , теплопроводностью, механической прочностью, отсутствием химич. воздействия на материал термопары и сохранением электр. изоляционных свойств при высоких t° . Вся совокупность этих требований неосуществима и потому совершенных защитных оболочек не имеется. В качестве внутреннего, изолирующего ветвь термопары, материала применяется огнеупорный фарфор или специальная масса Маркварда (см. Стр. ТЭ, т. III, стр. 208). Наружной предохранительной трубкой служит до 700° железо, а для более высоких t° железо, покрытое по особому способу алюминием, предохраняющим от окисления. С успехом употребляются трубки из *нихрома* (см.) или нержавеющей стали. Другой ответственной частью пирометра является прибор для измерения эдс. К наиболее распространенному типу такого прибора принадлежат милливольтметры с постоянным магнитом (Депред'Арсонвалля). Пирометрич. милливольтметры обладают специфич. особенностями. По самому характеру их применения здесь заметную роль играет внешнее сопротивление в виде термопары и соединительных проводов. В зависимости от длины и сечения соединительных проводов и большего или меньшего нагрева термопары это сопротивление получает переменное значение. Угол поворота подвижной системы прибора (рамки и стрелки)

$$\varphi = c \frac{E_t}{R_1 + R_2}$$

(где E_t —эдс, R_1 —сопротивление термопары и проводов, R_2 —внутреннее сопротивление самого милливольтметра и c —фактор пропорциональности) практически постоянны для данного прибора. Очевидно, что во избежание влияния внешнего сопротивления на показания необходимо, чтобы R_1 было бы исчезающе мало сравнительно с R_2 . Этим диктуется возможно большее внутреннее сопротивление милливольтметра. В силу заводских условий работы вторым требованием выдвигается нечувствительность прибора к внешним колебаниям t° . При значительном t° -ном коэф-те меди или алюминия, из которых изготавливается подвижная часть, это влечет за собой необходимость прибегать к добавочному сопротивлению из *манганина* (см.), который обладает ничтожным t° -ным коэф-том. Отношение $\pm \frac{R_p}{R} \cdot 4$, где R_p —сопротивление на рамке и R —сопро-

тивление общее, позволяет учитывать в процентах поправку к показаниям на каждые $\pm 10^\circ$ изменения внешней t° . Согласно вышеупомянутому проекту ОСТ для милливольтметров к платина-платинородиевым термопарам устанавливаются след. нормы (табл. 2).

Табл. 2.—Нормы для милливольтметров к Pt|Pt-Rh термопарам.

Класс прибора	Допуск, погрешности в % от конечного значения шкалы при проверке на μV	Допускаемая вариация прибора в % от конечного значения шкалы	Наименьшее число μV на μV шкалы	Допускаемые погрешности в % при изменении t° прибора на $\pm 10^\circ$ от 20°
Класс Л (лабораторн.)	$\pm 0,5$	0,3	25	1,0
Класс К (контрольн.)	± 1	0,5	12	2,0
Класс Т (технич.)	± 2	1,0	6	3,0

Вариация показания прибора есть наибольшая разность между его показаниями, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины при одинаковых условиях измерения. Класс Л относится к приборам с подвесной системой, класс К и Т—с рамкой на осях. Для пирометров с неблагородными термопарами условия более благоприятные, т. к. эдс здесь гораздо больше, а сопротивление самой термопары—меньше. Сопротивление платина-платинородиевой термопары длиной 1,5 м и диам. 0,5 мм в зависимости от нагрева может меняться от 2,5 до 3,5 Ω , что при милливольтметре в 100 Ω дает изменение в показаниях около 1%, т. е. 10° на 1 000 $^\circ$; при неблагородных термопарах с сопротивлением от 0,2 до 0,3 Ω в тех же условиях получится изменение ок. 0,1%. Тем не менее и для этих термопар иностранные фирмы изготовляют в настоящее время приборы до 1 800 Ω сопротивления. Одним из преимуществ высокоомных приборов является возможность параллельного включения 2 инструментов, напр. самопишущего с указывающим, без существенного влияния на их показания.

При измерениях t° термоэлектрик. пирометрами имеют место несколько источников ошибок. 1) Изменение эдс термопары во время работы (старение термопары). 2) Изменение t° холодных концов термопары. Это наиболее серьезный источник ошибок, на к-ром необходимо остановиться подробнее. Т. к. эдс термопары есть функция разности t° горячего и холодного концов ее, то если начальная градуировка была произведена при t° холодного конца t_1 (обычно 0° или 20°), а измерения производятся при $t^\circ = t_2$, изменение в показаниях равняется $(t_2 - t_1)k$, где k —фактор, зависящий как от t° горячего, так и от t° холодного конца, а также и от природы самой термопары; k вычисляется по формуле

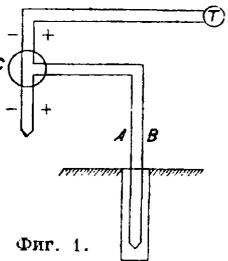
$$k = \frac{de}{dt_0} \cdot \frac{de}{dt},$$

где t_0 —тем-ра холодного конца, t —тем-ра горячего конца, а e —эдс при соответствующей

щих t° , например отсчитываемая $t^\circ = 675^\circ$, t° холодного конца платина-платинородиевой термопары, градуированной первоначально при 0° , равна 30° ; здесь $\frac{de}{dt} = 0,0104 \text{ mV}$, $\frac{de}{dt_0} = 0,0064 \text{ mV}$, $k = \frac{6,4}{10,4} = 0,61$, откуда $0,61 \times 30 = 18,3^\circ$, следовательно действительная $t^\circ = 675^\circ + 18,3^\circ = 693,3^\circ$. Для платина-платинородиевых термопар фактор k грубо можно принять равным 0,5, а для большинства неблагородных равным 1. Более простой способ исправления на t° холодного конца заключается в механич. установке стрелки милливольтметра в разомкнутом состоянии на деление шкалы, соответствующее действительной t° холодного конца, к-рая в этом случае д. б. измерена ртутным термометром. Америк. фирма Браун осуществляет этот прием автоматически посредством биметаллической спирали, соединенной с указывающей стрелкой. Этот способ одинаково пригоден для всех термопар, т. к. сводится в сущности к перенесению начала координат кривой эдс. Существует еще много других приспособлений, предложенных для компенсации изменения (t°) холодного конца, но все они оказываются или мало удовлетворительными или неудобными в применении. Наилучшим до сих пор способом для избежания этих погрешностей оказывается применение т. н. компенсационных соединительных проводов. Эти провода изготовляются из таких сплавов, которые между собою в известном t° -ном интервале (напр. $0-100^\circ$) дают эдс, мало отличающуюся от развиваемой самой термопарой при тех же t° . Так. обр. в месте соединения проводов с термопарой не получается заметных эдс. В случае неблагородных термопар такие провода делаются из того же или подобного материала, а для платина-платинородиевых они изготовляются из медно-никелевых сплавов. Холодный конец следовательно отодвигается на длину компенсационного провода и м. б. выведен в помещение с постоянной t° , например закопан в землю на достаточную глубину. Применяются и более сложные схемы установок, где такие провода играют роль вспомогательной термопары, компенсирующей изменения t° холодного конца рабочей термопары. На фиг. 1 провода А и В компенсационные и место их соединения отведено в землю, ящик С содержит холодный конец термопары. К измерительному прибору Т идут обыкновенные медные провода. 3) Погрешность от изменения сопротивления самого милливольтметра учитывается по вышеприведенной ф-ле. 4) Изменение внешнего сопротивления (наприм. удлинение соединительного провода) м. б. учтено по следующей приближенной ф-ле:

$$A_1 = A \frac{R_1 + R_2}{R_1},$$

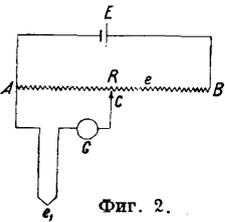
где A_1 —исправленное показание прибора, A —неисправленное показание, R_1 —сопро-



Фиг. 1.

тивление прибора и термопары и R_2 — сопротивление проводов. Необходимо также отметить, что применение милливольтметра только с градусной шкалой допустимо лишь с той термопарой, для которой он градуирован, или же с такой, кривая эдс которой совпадает с основной. При наличии же и милливольтовой шкалы можно пользоваться любой термопарой, учитывая потери напряжения в приборе по таблице эдс.

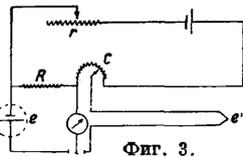
Наконец необходимо указать на многочисленные источники ошибок, возникающих при самом применении пирометров и заключающихся в трудности привести в соответствие действительную t° измеряемой среды и горячего конца термопары, обычно одетой в защитные оболочки. При меняющемся режиме, в особенности в случае измерения t° в потоках жидкостей и газов, при наличии теплоизлучающих и теплопоглощающих поверхностей, t° которых отличается от t° среды, погрешность измерения в особенности имеет место. Не менее трудным является измерение поверхностных t° , для чего существуют специальные конструкции. В самом благоприятном случае на практике можно считать, что погрешности при измерениях термоэлектрич. пирометром с милливольтметром в качестве t° -ного указателя



Фиг. 2.

не бывают ниже 1% показания. Компенсационный метод является гораздо более совершенным в этом отношении. Сущность его заключается в применении *потенциометра* (см.), с помощью к-рогоэдс термопары уравнивается падением напряжения

на известном сопротивлении. Если e — падение напряжения на R_{AB} (фиг. 2), то $e' = e \frac{RAC}{RAB}$. Момент компенсации устанавливается нуль-инструментом G . Отсчет делается по реохорду, градуированному в мV или прямо в градусах t° , и т. о. операция сводится к измерению длины, что м. б. сделано с большой точностью. Обычно помимо аккумулятора E в качестве источника тока применяется *нормальный элемент* (см.), время от времени замыкаемый на добавочном сопротивлении для установления определенного тока в цепи. Одной из удобных и простых схем является следующая. С помощью регулирующего реостата r (фиг. 3) падение напряжения на R делают равным эдс норм. элемента e , после чего измеряемый прибор включают в цепь термопары и посредством движка C отыскивают положение компенсации. При измерениях ток в цепи отсутствует и следовательно все ошибки, связанные с сопротивлением соединительных проводов и термопары, здесь также отсутствуют. В лабораторных приборах с чувствительным гальванометром в качестве нуль-инструмента отсчеты м. б. сделаны до $1 \mu V$ и даже менее. Подобные при-



Фиг. 3.

боры являются необходимыми в заводской практике для проверки и контроля термопар и имеют исключительное применение в лабораториях при градуировках эталонных термопар. Согласно положению о международной температурной шкале, принятой на 7-й Генеральной конференции по мерам и весам (в 1927 г.), для области высоких t° в интервале от 660° до 1063° установлена платина-платинородиевая термопара в качестве осуществляющего ее прибора. Сама международная шкала опирается на ряд постоянных точек (реперов), к-рым присвоено определенное численное значение. Для вышеуказанной области такими реперными точками служит темп-ра равновесия между твердым и жидким металлом: золото (1063°), серебро ($960,5^\circ$) и сурьма. Для последней точка t° устанавливается отдельно с помощью термометра сопротивления, в свою очередь градуированного по нижележащим реперам. Температура затвердевания чистой сурьмы лежит ок. $630,5^\circ$. Интерполяционная ф-ла принята в виде квадратного у-рия $E_t = a + bt + ct^2$, где a , b и c определяют, подвергая термопару действию t° в указанных 3 точках. Градуировка эталонных термопар согласно всем требованиям положения о международной шкале под силу лишь специально оборудованной лаборатории, каковой является лаборатория высоких t° Главной палаты мер и весов. В виду того что на практике термопарами охватывается более обширная t° -ная область, нежели это установлено международной шкалой для технич. целей, допустимо, с небольшими потерями в точности, производить градуировку по более широко отстоящим реперам, например цинку ($419,45^\circ$), сурьме ($630,5^\circ$) и меди (1083°). Вычисленная кривая эдс экстраполицией доводится до 1300° .

Особенное значение в заводских установках приобрели термоэлектрич. самопишущие пирометры. Действие их заключается в том, что посредством часового или электромагнитного механизма стрелка милливольтметра периодически прижимается к движущейся бумажной ленте или диску, где остается соответствующая метка. При помощи автоматического действующего переключателя запись t° м. б. произведена для нескольких термопар сразу. Особое место среди регистрирующих приборов занимает с а м о п и ш у щ и й п о т е н ц и о м е т р, показания которого в силу принципа компенсации более точны, нежели у обыкновенных милливольтметров. Несмотря на сложность устройства и дороговизну, он хорошо оправдал себя в америк. заводской практике.

Измерение более высоких t° , чем это достижимо термоэлектрич. пирометрами, основано на *излучении* (см.) нагретых тел. Зависимость между t° , энергией излучения и длиной волны для идеального абсолютно черного тела выражается у-ием Планка

$$E_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$$

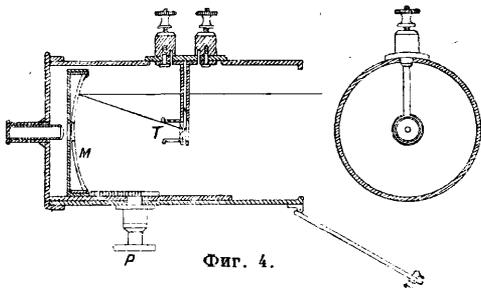
где E_λ — энергия излучения при длине волны λ , c_1 и c_2 — константы и T — абсолютная температура. В пирометрической практике применяется формула Вина

$$E_\lambda = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

являющаяся частным случаем ур-ия Планка, к-рое получается при малых значениях T и λ ($T \cdot \lambda < 0,3 \text{ см} \cdot ^\circ\text{C}$). Для измерения t° определяется отношение интенсивности излучения E_2 видимых монохроматич. лучей длиной волны λ , выраженной в см , и испускаемых черным телом при темп-ре T_2 , к интенсивности E_1 лучей той же длины волны, испускаемых при темп-ре T_1 . Отсюда получается основное пирометрич. ур-ие:

$$\frac{1}{2} \frac{E_2}{E_1} = \frac{c_2 \lg e}{\lambda} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right),$$

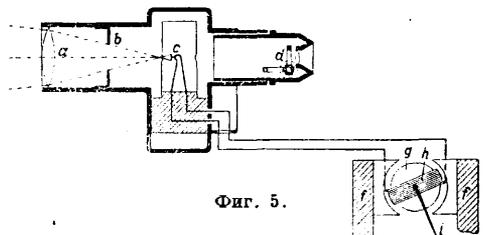
в к-ром согласно международному соглашению константа $c_2 = 1,432 \text{ см} \cdot ^\circ\text{C}$, а T_1 соответствует $t^\circ_{\text{пл.}}$ золота 1336°K . При интегрировании ур-ия Планка получается выражение общего количества энергии, испускаемой черным телом для всех длин волн, которое отвечает известному закону полной радиации Стефана—Больцмана $E = \sigma T^4$, где σ —константа, а T —абсолютная температура. Существует два типа пирометров, основанных на излучении. В одном случае сравниваются интенсивность излучения или практически яркость для определенной длины волны с яркостью нормального излучателя и в другом—измеряется общее количество энергии излучения накаливаемого тела. Первые называются оптич. ескими, а вторые—радиационными пирометрами. Следует отметить, что в то время как общее излучение повышается с t° лишь в 4-ой степени, интенсивность излучения в определенной длине волны возрастает в степени 15—20 от t° . Т. о. измерения с помощью оптических пирометров оказываются несравненно более чувствительными. Однако преимущество радиационных пирометров заключается в объективности их показаний и в возможности благодаря этому автоматической регистрации. Поэтому непригодные в качестве прецизионных приборов, они с успехом служат для контроля t° -ного режима в заводских установках. Сущность устройства состоит в том, что энергия излучения накаливаемого тела концентрируется на воспринимающей поверхности и здесь, превращаясь в тепло, дает термоэлектрич. или другой эффект. В качестве собирательного при-



Фиг. 4.

способления употребляется зеркало или линза. Наибольшие затруднения кроются именно в этой части устройства, т. к. линза из стекла или даже кварца не является вполне прозрачной для лучей всех длин волн. Это влечет за собою отступления от закона 4-й степени и вынуждает прибегать к

эмпирич. градуировке. Более совершенными в этом отношении оказываются приборы с отражающим зеркалом, золоченным и никелированным. Таков тип зеркального пирометра Фера (фиг. 4). Чувствительная термопара T , которая находится в фокусе зеркала M , соединена с милливольтметром, градуированным непосредственно в градусах t° (P —кремальера для фокусировки). Зеркало однако легко подвергается загрязнению и потому такие пирометры не пригодны для длительного применения. Наиболее распространенным радиационным пирометром в настоящее время является тип ардометра со стеклянной линзой. Термопара,



Фиг. 5.

расположенная на зачерненной пластинке, находится в стеклянной груше, или эвакуированной или наполненной аргоном (фиг. 5: a —объективная линза; b —заслонка; c —термопара; d —темное стекло; f, g, h, i, k —указывающий инструмент). Отступление от закона 4-ой степени здесь конечно имеет место и выражается след. обр.: $E = \sigma T^b$, где $4 < b < 5$. Возбуждаемая термопарой эдс ок. 15 мВ при 1 400—1 500° источника. При более высокой температуре вступающий в прибор конус лучей подрезается вставной диафрагмой, так что и в этом случае эдс не превышает прежней величины. Т. обр. одной милливольтовой шкале отвечают 2 темп-рные шкалы. Фокусирование объекта здесь не требуется и в прилагаемой к прибору таблице дается необходимый диам. излучателя для данного расстояния.

В общем при расстоянии x , диаметр объекта д. б. от $1/13$ до $1/18 x$. Необходимо, чтобы изображение объекта, разглядываемого в окуляр, при поверке несколько превосходило размер воспринимающей пластинки (фиг. 6). К тому же типу относится весьма поративный пирометр, в к-ром милливольтметр и воспринимающая система объединены в одном футляре. Карманный пирометр содержит в фокусе линзы биметаллич. спираль, развертывающуюся при нагревании. Соединенная с ней стрелка указывает t° . Имеется целый ряд других моделей с зеркалом или линзой, выпускаемых различными фирмами. Показания таких пирометров теоретически не должны зависеть от расстояния до накаливаемого объекта, т. к. радиация хотя и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния, но в той же мере растет поверхность, излучение которой собирается оптической прибором. На практике однако след-



Фиг. 6.

способления употребляется зеркало или линза. Наибольшие затруднения кроются именно в этой части устройства, т. к. линза из стекла или даже кварца не является вполне прозрачной для лучей всех длин волн. Это влечет за собою отступления от закона 4-й степени и вынуждает прибегать к

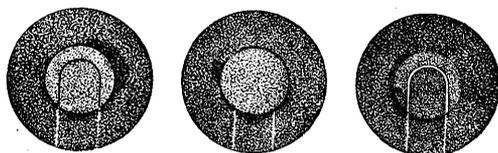
стве побочных причин имеется б. или м. заметное отклонение в показаниях.

Что касается оптич. пирометров, основанных на фотометрировании в монохроматич. свете, то здесь также имеется два типа: 1) с источником света постоянной яркости и 2) с источником переменной яркости. К первому принадлежит пирометр Ваннера, имеющий поляризационное устройство для приведения двух яркостей к их совпадению. Угол поворота анализатора, необходимый для этого, и t° связаны ур-ием:

$$\lg \operatorname{tg} \varphi = a - \frac{b}{T},$$

где a и b константы, полученные с помощью ф-лы Вина, а T —абсолютная темп-ра. Темп-ры наносятся непосредственно на лимбе круга или даются в переводных табл., прилагаемых к прибору. К тому же типу относятся распространяющийся ныне в zahraniчной практике пирометр с клином из дымчатого стекла, вдвигание или выдвигание к-рого служит для приведения к фотометрич. равновесию лампочки, закрывающейся в пирометре, и испытуемого объекта. Такие приборы в виду возможности фокусирования, отсутствующей у Ваннера, с успехом служат и как технические и как лабораторные, прецизионные. В нашей практике наибольшее распространение имеют пирометры с исчезающей нитью (Гольборн—Курльбаум), изготовляемые различными иностранными фирмами. Подобное же производство устанавливается и в СССР. Пирометр представляет собою зрительную трубу с помещенной внутри электрической

обходимо прибегать к абсорбционным приспособлениям, погашающим яркость в строго определенном отношении. Из основного



Фиг. 8.

пирометрич. ур-ия следует, что пирометрируя черное тело при какой-нибудь определенной t° один раз непосредственно, а другой раз через поглощающее приспособление, например дымчатое стекло, можно получить отношение действительной и кажущейся яркости, которое будет соответствовать поглощающей способности темного стекла:

$$\frac{E_2}{E_1} = a.$$

Таким образом:

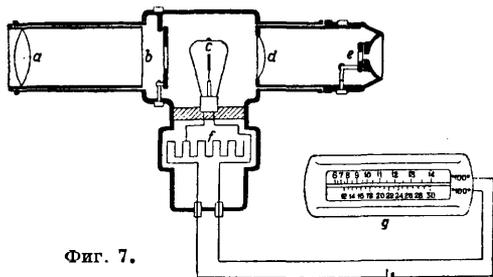
$$\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} = \frac{\lambda \lg a}{c_2 \lg e_1} = A = \text{Const.}$$

Следовательно зная величину [этой константы для данного фильтра, можно определить любую T_2 , измерив T_1 , т. е. кажущуюся темп-ру. Для точных лабораторных измерений пользуются вращающимися секторными дисками с известным прорезом и следовательно с определенной поглощающей способностью. В технических пирометрах помещаются дымчатые стекла тем большей густоты, чем выше требуется измерение t° . В действительности величина A не остается постоянной, но имеет некоторый ход, что, в соединении с невозможностью иметь на практике строго монохроматические красные стекла, вызывает необходимость при более точных измерениях определять т. н. эффективную длину волны, т. е. такую, при к-рой в определенном t° -ном интервале отношение интенсивностей света в этой длине волны равно отношению энергий излучения. Ее находят из выражения:

$$\lambda_{\text{eff}} = \frac{\int_0^\infty h\nu E d\lambda}{\int_0^\infty \frac{h\nu E}{\lambda} d\lambda},$$

где ν —чувствительность глаза к спектральным цветам, E —энергия излучения из ф-лы Вина, а k —коэф. поглощения стекла.

Главный источник ошибок при технич. применении как оптических, так в особенности радиационных пирометров лежит в том, что в то время как все законы излучения относятся к абсолютному черному телу, на практике же приходится иметь дело лишь с большим или меньшим приближением к нему. Черное тело обладает наибольшей поглощательной, а следовательно и испускающей способностью. При обозначении этой способности единицей, излучательные способности всех других тел выразятся величинами менее единицы. Печное пространство с равномерно нагретыми стенками и небольшим отверстием довольно близко подходит к условиям черного излучения. Из-



Фиг. 7.

лампой, питаемой от аккумулятора (фиг. 7, где a —объективная линза, b —дымчатое стекло, c —лампа, d —окулярная линза, e —красное стекло, f —регулирующий реостат, g —указывающий прибор). Посредством фокусирования в плоскости нити лампы проектируется изображение накаливаемого объекта. С помощью регулировочного реостата заставляют нить исчезать на фоне объекта (фиг. 8). Зависимость между силой тока, вступающего в лампу и отсчитываемого по миллиамперметру, довольно точно выражается квадратным ур-ием:

$$i = a + bt + ct^2,$$

где a , b и c —константы, выведенные из градуировки пирометра перед черным телом, а t —темп-ра в $^\circ\text{C}$. В других конструкциях измеряется не сила тока, а падение напряжения на лампе («Пиройто» и др.). Электрическая лампочка в целях сохранения постоянства не накаливается выше 1400° . Поэтому для измерения более высоких t° не-

мерение t° других накаливаемых тел с большей или меньшей отражательной способностью, например поверхности расплавленного металла, требует введения соответствующих поправок. Для длины волны $\lambda = 0,65 \mu$ и излучательной способности излучаемого тела E_λ действительная абсолютная темп-ра T получается из ур-ия:

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{S_\lambda} = \frac{\lambda \lg E_\lambda}{c_2 \lg e} = \frac{\lg E_\lambda}{9587},$$

где S_λ — наблюдаемая t° . Америк. бюро стандартов дает следующие величины излучательной способности для $\lambda \approx 0,65 \mu$: серебро—0,07, медь жидкая—0,15, железо жидкое—0,37, окись меди—0,7, окись железа при 1000° —0,95, никром при 900° —0,9, уголь—0,85, фарфор—0,25—0,50. Т. о. оптическим пирометром определяются в большинстве случаев не действительные, но яркостные или так наз. «черные температуры». Температурные поправки даются в табл. 3.

Табл. 3.—Поправки, прибавляемые к наблюдаемым «черным температурам».

Эмиссия	Температура в $^\circ\text{C}$										
	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 600	1 800	2 000
0,3	55	67	80	95	111	129	148	168	213	264	322
0,4	41	50	60	71	83	96	110	125	158	192	237
0,5	31	37	45	53	62	71	82	93	117	144	175
0,6	22	27	33	39	45	52	59	67	85	104	126
0,7	16	19	23	27	31	36	41	47	59	73	87
0,8	10	12	14	17	19	22	25	29	36	44	54
0,9	5	6	7	8	9	10	12	14	17	21	25

В отношении указанных погрешностей радиационные пирометры находятся в более невыгодном положении, нежели оптические, например поправка при определении оптического пирометром t° расплавленной меди—при 1000° порядка 150° , тогда как для радиационных она около 500° . Многообещающим является входящий ныне в технич. практику, но еще недостаточно технически разработанный метод определения **цветной t°** , при котором спектральное распределение лучистой энергии (т. е. цвет) черного тела такое же, как и у испытуемого тела. При отсутствии селективного излучения у тела цветная t° его равна действительной. В противном случае и здесь приходится вносить поправки, однако меньшего порядка, нежели на черную t° . Относительно первичной градуировки пирометров как оптических, так и радиационных приходится еще с большим основанием, чем для термометров, повторить, что эта задача под силу лишь специально оборудованной лаборатории. Однако при наличии образцового пирометра, градуированного или выверенного в компетентном учреждении, напр. в Главной палате мер и весов, сравнение с ним других рабочих пирометров является более доступной операцией. Особую роль в этом отношении занимают т. н. t° -ные лампы с широкой вольфрамовой лентой, накаливаемой током. Подобные лампы градуируются на черную t° в зависимости от силы тока, после чего могут служить для проверки пирометров, визируемых на особую метку ленты. Лампы работают на постоянном токе и при 2000° по-

требляют ок. 20 А. Из других пирометрич. приборов сохранили значение калориметрические. Они основаны на том, что тело определенной массы, напр. кусок металла, нагретое в пространстве, t° которого необходимо измерить, переносится в калориметр. Если p —вес тела, c —его теплоемкость, t_1 —начальная t° воды или t_2 —конечная, то

$$p \cdot c (t - t_2) = (M + m) (t_2 - t_1),$$

где M —количество воды в калориметре, m —водяное его число, а t —искомая температура. Техническим типом такого прибора, пригодным для грубых измерений, является кружка Сименса. Что касается дилатометрических пирометров, основанных на изменении линейного размера тел при нагревании, то действие их ненадежно и в большинстве случаев не может быть рекомендовано. В керамической промышленности широкого применения имеют пироскопы, или конуса Зегера (см. *Зегеровские конуса*).

Лит.: Кейнат Г., Электрич. приборы для измерения температуры, пер. с нем., Л., 1930; Темкин В. Л., Термометрия, М.—Л., 1929; Нессельстрас Г. З., Пирометр в заводском деле при металлургии и металлообрабатывающих производствах, Л., 1927; Мелеев В. Л., Измерение темп-ры для технич. целей, Томск, 1912; Burgess I. K. a. Le Châtelier H., The Measurement of High Temperatures, New York, 1912; Fute P. D., Fairchild C. O. a. Harrison T. R., Pyrometry Practice, «Technological Papers of the Bureau of Standards», Washington, 1920, 170; Henning F., Die Grundlagen, Methoden u. Ergebnisse d. Temperaturmessung, Brschw., 1915; Griffiths E., Methods of Measuring Temperature, 2 ed., London, 1925; Wood W. P. and Kork J. M., Pyrometry, New York, 1927; Feit P., Note in Cold-Junction Corrections for Thermocouples, «Scientific Papers of the Bureau of Standards», Washington, 1913; Кноблаух О. у. Ненскы К., Anleitung zu genauen Temperaturmessungen, 2 Aufl., Mch., 1919. **В. Божовский.**

ПИРОМОРФИТ, зеленая, пестрая, голубая, бурая свинцовая руда, минерал гексагональной системы, встречающийся в почковидных, гроздевидных агрегатах и в сплошном виде. См. *Свинцовые руды*.

ПИРОНАФТ, наиболее тяжелый тип нефтяных осветительных масел; уд. в. его при 15° —до 0,865; t° вспышки, по Мартенс-Пенскому, не ниже 100° ; цвет (на месте производства) не темнее 3 марок по Штаммеру (см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 409). По своему фракционному составу П. занимает промежуточное положение между керосином и легким солярным маслом; получается с соответствующих кубов керосиновой батареи либо повторной перегонкой солярного дистиллата; очищается подобно керосину серной к-той, но более тщательно обычно с применением твердых адсорбентов. П.—более безопасное осветительное масло, чем керо-

син, и находит применение для освещения маяков («маячное масло»), пароходов и т. п. Применение П. требует однако ламп особой конструкции (типа «Молнии»). С. Наметкин.

Лит.: см. Керосин и Нефти.

ПИРОСКОП, см. *Пирометрия*.

ПИРОТЕХНИКА, искусство приготовления и сжигания различного рода горючих и взрывчатых веществ с целью достижения определенного эффекта (звукового, светового, взрыва). П. применяется гл. обр. в военном деле.

Военная П. в широком значении охватывает пороходелие и производство взрывчатых веществ, капсюльное и трубочное. Однако обычно под военной П. разумеют более узкую область пиротехнич. работ, а именно—приготовление составов и изделий, к-рые или придаются к боевым припасам, чтобы вызвать их действие (стопин, фитили, запалы и т. д.), или же употребляются самостоятельно для различных военных надобностей вспомогательного значения (для освещения местностей, для сигнализации и т. д.).

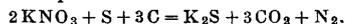
Пиротехнические составы представляют хим. системы, способные под влиянием начального импульса (нагревания, трения и т. д.) претерпевать б. или м. быстрое экзотермич. превращение в другие более инертные системы. В отличие от порохов и взрывчатых веществ энергия, освобождающаяся при химич. превращениях пиротехнич. составов (в нормальных условиях их применения), предназначается не для производства механич. работы, а используется гл. обр. как теплота, необходимая для накаливания или возгонки составных частей или продуктов разложения этих составов, для получения высоких t° и т. д. Большинство применяемых на практике пиротехнич. составов представляют собою смеси горючих твердых веществ с твердыми же окислителями, составленные в отношениях, примерно отвечающих полному горению. От пиротехнич. составов требуется возможно большее однообразие их действия, к-рое обусловливается гл. обр. равномерностью их горения, что в свою очередь зависит от однородности состава, тщательности измельчения и полноты смешения компонентов смеси. При изготовлении пиротехнич. составов необходимо строго держаться определенных, выработанных практикой, приемов фабрикации, с соблюдением ряда предосторожностей, т. к. смешение горючих веществ с нек-рыми окислителями, особенно с бертолетовой солью, представляет опасность взрыва или воспламенения.

Как общее правило вещества, предназначенные для смешения, д. б. сухими, если по характеру работ они не вводятся в увлажненном состоянии. Смешение составных частей производится в шаровых мельницах или в барабанах со спиралевидными лопастями. Иногда чувствительные составы смешивают в барабанах с резиновыми шарами или в качающихся бочках (без шаров). Чувствительные составы смешивают в количестве не более 10—12 кг за один прием, в отдельных обвалованных кабинках. Хлоратные составы, хотя бы и увлажненные алкоголем, смешивают вручную на столе, обитом войлоком или сукном и обтянутом клеенкой, лайкою, зам-

шею или сафьяном; для смешения употребляют мягкие «бархатные» пробки, не содержащие твердых частиц. Такие составы могут смешиваться в чашах из дерева или папьемаше вручную или шпателем или на ситах. В нек-рых случаях смешение производится путем сплавления. При смешении нескольких веществ в последнюю очередь в смесь вводятся наиболее опасные составные части (хлораты, магний и т. д.). Наполнение готовыми составами различного рода оболочек производится или путем набивки при помощи бронзовых или деревянных колотушек и набойников или путем прессования ручными или гидравлич. прессами.

Главнейшие пиротехнические материалы. 1) Горючие: сера, трехсернистая сурьма (антимоний), древесный уголь, сажка, молочный сахар, нафталин, разные смолы и камеди, крахмал, древесная мука, алюминий в пудре и в порошок, магний в порошок, железные опилки и т. д. 2) Окислители: селитры (нитраты калия, бария, стронция и натрия), бертолетова соль $KClO_3$, хлорат бария $Ba(ClO_3)_2$, перхлорат калия $KClO_4$, перманганат калия $KMnO_4$, окись железа Fe_2O_3 и т. д. Существенное отличие военной П. от индустриальной заключается в том, что военные припасы и изделия должны выдерживать б. или м. длительное хранение; поэтому для пиротехнич. составов должны выбираться вещества химически стойкие (в нормальных условиях хранения), не гигроскопические и надлежаще чистые.

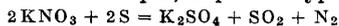
Основные пиротехнические смеси. Количественное отношение составных частей смеси вычисляется по ур-ию реакции горения. В П. ряд двойных и тройных смесей, служащих для образования большинства других пиротехнич. составов, носит название основных. Из них наиболее употребительны следующие. 1) Пороховая смесь—75 ч. селитры, 12 ч. серы и 13 ч. угля. Обычно дымные пороха несколько отличаются от этого состава. В П. дымный порох применяется или в виде зерен (для выстрелов или шлагов) или же в виде очень тонкого порошка, называемого мякотью. Пороховая мякоть имеет широкое применение в П. Горение пороховой смеси отвечает ур-ию:



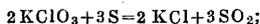
2) Селитроугольная смесь—81 ч. селитры и 19 ч. мелкого угля; при закипании хорошо горит по ур-ию:



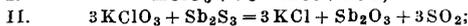
употребляется для приготовления искристых составов. Если уголь заменить трехсернистой сурьмой (антимонием), то получается смесь (селитроантимоний) для составления цветных огней, чувствительная к трению и удару; горение ее отвечает ур-ию: $18KNO_3 + 4Sb_2S_3 = 9K_2SO_4 + 4Sb_2O_3 + 3SO_2 + 9N_2$. Обычно на 57,5 ч. селитры берется 42,5 ч. антимония. 3) Селитросерная смесь из 76 ч. селитры и 24 ч. серы; горит по ур-ию:



(лишь при сильном нагревании); употребляется в смесях с углем, антимонием и измельченным дымным порохом или пороховой мякотью. 4) Смесь бертолетовой соли (72 ч.) с серой (28 ч.); горение проходит по ур-ию:



горит довольно быстро, образуя бледное синеватое пламя; требует осторожного обращения, так как взрывает от удара и трения. При замене серы углем (77 ч. бертолетовой соли + 23 ч. угля) или антимонием получают смеси, к-рые еще легче воспламеняются от удара и трения и сгорают крайне быстро (особенно последняя) по уриям:



они называются ударными, или фрикционными, составами и употребляются для изготовления капсюлей.

Фосфорные составы (напр. движущие или транспортирующие составы в ракетах). От них кроме быстроты сгорания требуется еще образование большого количества газов и отсутствие после сгорания спекающегося остатка, могущего закупоривать отверстия гильз и вести к преждевременному разрыву последних. Всему этому удовлетворяет пороховая мякоть, скорость горения к-рой замедляют прибавлением веществ, понижающих t° ее горения (флегматизаторы). Из фосфорных составов употребительны следующие. 1) Углевые составы, получаемые смешением пороховой мякоти с углем. Быстрота горения уменьшается с увеличением количества угля. Добавляемый в количестве до 13% уголь сгорает за счет кислоты селитры, образуя CO; уголь же сверх 13% только раскаляется в массе состава, сгорая окончательно уже в воздухе после выбрасывания из гильзы и образуя ленту блестящих искр. Составы эти гигроскопичны и при хранении теряют в силе. 2) Селитросерные составы приготовляются ослаблением мякоти смесью селитры и серы; чем больше ее прибавлено, тем меньше движущая сила и быстрота горения смеси. Эти составы готовят или прямо из селитры, серы и угля или из мякоти и селитросерной смеси. Сильные составы содержат 12—7,5% угля; средние—7,5—5%. С уменьшением % угля сила составов падает. При горении состав образует ленту или след искр. 3) Наконец фосфорные составы различной скорости горения м. б. получены выедением в пороховую мякоть органич. веществ (канифоль, шеллака и т. д.) и последующим пресованием.

Осветительные и сигнальные составы. А) Пламенные. Основанием для получения белых огней служит селитросерная смесь, к к-рой прибавляют мелкий уголь или пороховую мякоть. Сернистые металлы (антимоний, реальгар) дают с этой смесью очень яркое пламя, но также много дыма. Слепительно белый свет получается от смешения селитросерного состава со смесью бертолетовой соли и антимония. Очень хорошие результаты дают составы с алюминием и магнием, причем окислителем обычно служит азотнокислый барий. Для получения цветных огней в смесь вводятся некоторые соли, окрашивающие пламя: для зеленого огня—соли бария, для красного—соли стронция и кальция, для желтого—соли натрия, для голубого—медные соли. Основанием для цветных составов служит обычно смесь бертолетовой соли с серой; вместо серы м. б. приме-

нены органич. горючие вещества, напр. сахар, крахмал, стеарин, шеллак. Сила света цветных огней повышается от прибавления в надлежащих количествах магния или алюминия. Во всех составах цветных огней KClO_3 можно заменить KClO_4 . Составы с этой последней солью горят несколько медленнее, но равномернее, менее чувствительны к трению и удару и более стойки при хранении. Примесь каломели (HgCl_2) увеличивает густоту окраски цветных огней. Необходимо также иметь в виду, что составы с металлами, особенно с алюминием, магнием и цинком, химически чувствительны к влажности. Из солей, окрашивающих пламя, чаще всего употребляются: для красного огня—щавелевокислый стронций, для зеленого—хлорноватокислый барий и для желтого—щавелевокислый натрий. Осветительные и сигнальные составы служат для изготовления звездок, к-рыми снаряжаются осветительные и сигнальные патроны, ракеты, осветительные снаряды, факелы и т. д. (Некоторые рецепты см. в таблице.)

Рецепты составов для осветительных и сигнальных звездок (в%).

Составные части	Цвета огней					
	Белый	Белый	Красный	Красный	Зеленый	Желтый
Селитра калиевая	70	—	—	—	—	28,2
Селитра бариевая	—	65	—	—	—	—
Бертолетова соль	—	—	65,0	61,3	—	—
Барий хлорноватокислый	—	—	—	—	86,0	66,7
Натрий щавелевокислый	—	—	—	—	—	28,2
Стронций щавелевокислый	—	—	26,0	20,9	—	—
Алюминий	—	19,9	—	—	—	—
Магний	—	—	—	—	—	42,2
Серя	21,1	12,6	—	—	—	—
Уголь	—	2,4	—	—	—	—
Сурьма	—	6,5	—	—	—	—
Каломель	—	—	—	3,5	—	22,2
Молочный сахар	—	—	—	7,0	—	—
Сажка ламповая	—	—	—	0,3	—	—
Смола или шеллак	—	2,5	9,0	7,0	14,0	11,1
						1,4

Б) Дымовые составы для дневных сигналов. Эти составы должны давать дымы, видимые с дальних расстояний при всяких условиях дневного освещения и ясно отличающиеся от дыма, получаемого при разрыве снарядов. Сигнальные дымы м. б. получены: 1) Путем возгонки окрашенных веществ, причем основанием служит смесь бертолетовой соли с молочным сахаром, шеллаком или гуммиарабиком, с прибавкой окрашивающего материала (индиго для синего, аурамина для желтого дыма и т. д.). 2) Путем химич. реакций между компонентами смеси. Примерные рецепты горючих дымовых смесей: а) черный дым: 35% нафталина, 10% угля, 55% бертолетовой соли; б) белый дым: 38—33% селитры, 7% серы, 55—60% цинковой пыли; в) желтый дым: 55% сернистого мышьяка, 15% серы, 30% селитры; г) дым и огонь: 68% селитры, 6% серы, 26% алюминия в порошке. 3) Путем механич. рассеяния твердых окрашенных веществ (ультрамарин, сажа и т. д.); этот способ уступает двум первым, т. к. измельчение твердых тел не м. б. произведено столь совершенно, как это имеет

место при естественном дымообразовании. См. также *Дымы и туманы*.

Зажигательные составы—см. **Зажигательные средства**.

Воспламенителями в П. служат: 1) пороховая подмазка и опудривание пороком (напр. для звездок); подмазка содержит 50% пороховой мякоти и 50% состава звездки; 2) стопин, 3) бикфордов шнур, 4) селитренная бумага, 5) терочные и ударные составы всякого рода и 6) химич. воспламенители, действие к-рых основано на химич. реакциях при соприкосновении двух веществ, напр. серной к-ты и смеси бертолетовой соли с сахаром (см. *Воспламенитель*).

В гражданской жизни применение П. очень ограничено: ею пользуются для устройства различных сигнальных установок (на железных дорогах, судах), а также в целях развлечения—устройство различного рода фейерверков.

Лит.: Степанов Ф. В., Пиротехния, Курс фейерверочного искусства, СПб, 1894; Осветительные сигналы и средства, «Техника и снабжение Красной армии», М., 1923, 28; Осветительные и сигнальные средства, «Война и техника», М., 1925, 218, 219; Фрайс А. и Вест К., Химич. война, 3 изд., М., 1924; Kast H., Spreng- u. Zündstoffe, Brschw., 1921; Bujard A., Leitfaden d. Pyrotechnik, Stg., 1899; Bujard A., Die Feuerwerkerei, Berlin—Leipzig, 1912. **А. Рябов.**

ПИРОФИЛЛИТ, минерал, водный силикат алюминия $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$. Сложение листоватое или радиально пластинчатое; тв. 1; удельный вес 2,8—2,9; мягок и жирен на ощупь; блеск перламутровый; цвет меняется от почти черного, зеленого, зеленоватого и желтовато-белого до почти белого; высыхая на воздухе, он становится совсем белым; при выветривании переходит в каолин. Плотной разновидностью П. является агальматол и т; тв. его 1,5. уд. в. 2,8; химический состав $K_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 12SiO_2 \cdot 3H_2O$. Агальматолит служит подложным камнем; за последнее время подвигается новое применение агальматолита в качестве огнеупорного материала; месторождения агальматолитоподобных пород известны в СССР, в Казахстане. П. применяется в ряде производств, где он с большим успехом может служить заменителем талька, как напр. в производстве бумаги, мыла, тканей, резины, карандашей, отбелочных материалов, в керамич. промышленности и др. В качестве добавки к гипсу он предпочитается тальку. В СССР П. находится на Урале в кварцевых жилах Березовского и Пышминского заводов и на Юж. Урале в Миасском районе. За границей П. встречаются во Франции (в Арденнах), на Скандинавском полу-ве, в Бразилии, в США (в штатах Арканзас, Джоргия, Сев. Каролина и Пенсильвания). **Н. Федоровский.**

ПИРОФОРНЫЕ МЕТАЛЛЫ, металлы в дисперсном состоянии, обладающие способностью к самопроизвольному возгоранию при соприкосновении с воздухом. Причиной этого является очень большая удельная поверхность металла; при соприкосновении с воздухом поверхностное образование окислов настолько поднимает t° металлич. порошка, что происходит самовозгорание. П. м. готовят искусственно восстановлением солей или окисей металлов в атмосфере водорода. Темп-ра восстановления

не д. б. высокой, иначе металл получается недостаточно дисперсным и не обладает пирофорными свойствами. Наивысшей t° , при к-рой получается пирофорное железо, является 530° . Если восстановление соли или окиси вести в присутствии какой-либо невосстанавливающей окиси металла, напр. окиси алюминия или марганца, то можно значительно поднять темп-ру восстановления, не лишая полученный металл его пирофорных свойств. В присутствии 20% окиси алюминия, пирофорное железо получается при 700° . Влияние примесей на повышение устойчивости П. м. по отношению к нагреванию объясняется тем, что отдельные частицы металла разделены примесями, к-рые им мешают соединяться в более крупные кристаллы. Интересно отметить, что встряхивание и размешивание металлов при их восстановлении понижает предельную t° образования П. м. Вероятно механич. размешивание облегчает рост частиц путем кристаллизации. Кроме железа получены в пирофорном состоянии никель, кобальт и др. Нек-рые металлы, напр. медь и свинец, получить в пирофорном виде не удалось.

Пирофорные сплавы представляют собой сплавы церия и железа (с примесью алюминия, цинка, магния, меди), обладающие способностью при трении или при ударе твердым предметом давать искры. Следовательно пирофорными в истинном смысле этого слова, т. е. самовоспламеняющимися, они не являются. Из всех сплавов церия самовоспламеняется только сплав со ртутью. Способностью давать искры при трении твердым предметом обладают не только сплавы церия, но также сталь, сплавы сурьмы с марганцем и другие, однако в меньшей степени. Способность сплавов церия давать искры при трении зависит от низкой t° самовоспламенения церия, которая лежит в пределах $150 \div 200^\circ$. При ударе от сплава отрываются частицы, t° которых повышается вследствие трения, что и вызывает их воспламенение. Из всех пирофорных сплавов церия практич. применение нашли только сплавы церия с железом. Первый патент на пирофорные сплавы церия был заявлен Ауэром в 1903 г., после чего было взято много других патентов, и получение пирофорных сплавов быстро распространилось. Для получения пирофорного сплава применяют технич. церий, содержащий кроме самого церия и его ближайших аналогов также железо, алюминий, кальций и кремний. Представление о составе технич. церия дает следующий его анализ (в %):

Церьевые металлы	Fe	Al	Ca	Si
93,52	4,60	0,60	0,40	0,63

Этот сплав получают электролизом расплавленной смеси хлористого церия и хлористого натрия. Последний добавляют к хлористому церию, чтобы избежать образования мелкодисперсного церия при электролизе чистого хлористого церия. Приготовление пирофорного сплава ведут сплавлением составных частей в тигле. Для сплавления кроме описанного технич. церия применяются железо, цинк, магний, алюминий, медь и хлористые калий, натрий или барий. Технич. церий должен содержать не

меньше 35% Се, т. к. другие металлы периевой группы (лантан, неодим и празеодим) не дают хороших пиррофорных сплавов. Железо применяется в виде порошка, проволоки или тонкой жести и не должно содержать много примесей. Магний вследствие малого уд. веса представляет трудности для сплавления и обычно сплавляется предварительно с цинком и алюминием. Хлористый калий, натрий или барий д. б. хорошо высушены. Сплавление производится в тигельных печах в керамических или графитовых тиглях; целесообразно помещать тигель в баню с расплавленным $BaCl_2$, что устраняет загрязнение сплава через пористые стенки тигля и уменьшает потерю металла вследствие окисления. Сплавление ведут под слоем хлористого натрия или калия при температуре 1 050—1 100°; сперва под слоем $NaCl$ или KCl расплавляют технич. церий, затем прибавляют железо; когда последнее совершенно растворится, добавляют магний или же его сплавы. Потери вследствие окисления довольно значительны—обычно не ниже 10%. Полученный сплав разливают в формы. О составе пиррофорного сплава можно судить по следующим анализам (в %):

Цериевые металлы	Fe	Zn	Mg	Si
75,2	17,2	4,3	2,1	0,8
70,23	27,75	—	1,74	0,28

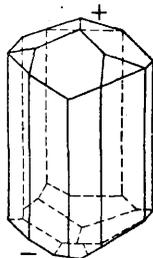
Отливка металла производится в железные, круглые или другого сечения трубочки длиной до 400 мм и толщиной 0,15—0,20 мм; 250—500 таких трубочек помещают в песок и нагревают до 800—900°. Предварительный нагрев форм важен, т. к. пиррофорные свойства сплава тем выше, чем медленнее происходит его остывание. Для предохранения от окисления металл, влитый в форму, покрывают слоем расплавленного хлористого бария. Вместо отливки делались попытки вести формовку путем прессования; последнее требует очень больших давлений (до 5 000 кг/см²) и t° около 500°. Получающийся при этом металл по пиррофорным свойствам ниже отлитого в форму, т. к. высокое давление нарушает структуру сплава. Пиррофорные сплавы применяются гл. обр. в карманных зажигательницах; последние обычно снабжаются фитилем и пропитаны бензином. К-рый воспламеняется от искр. Аналогичные зажигательные приспособления с пиррофорными сплавами применяются иногда для зажигания светильного газа, ацетилена и т. п.

Лит.: Никитин Н. И., О пиррофорических металлах, «ЖРМО», Химич. часть, 1925, т. 56, вып. 1—4, стр. 126; Tamann G. u. Nikitin N., Über die Pyrophorität von Metallpulvern, «Zeitschr. anorg. und allgem. Chemie, Lpz.», 1924, B. 135, p. 201; Kellermann H., Die Ceritmetalle u. ihre pyrophore Legierungen, Halle a/S., 1912; Gambero O., Die Herstellung des Ceriens u. die Gewinnung der seltenen Erden, W.—Lpz., 1925. Б. Брунс.

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСТВО, свойство некоторых тел заряжаться вследствие нагревания. Различают два вида пирроэлектрич. свойства: истинные и ложные. Истинное П. впервые изучено Эпинусом в 1762 году на кристалле турмалина. Если нагреть этот кристалл (фиг.), то один конец его электризуется положительно (аналогичный полюс, +), противоположный—отрицательно (антилогичный полюс, -). Если вместо нагревания

охлаждать кристалл, то он также электризуется, но в противоположном направлении, т. е. положительный заряд выделяется там, где при нагревании выделялся отрицательный, и наоборот. Явление это наблюдается при равномерном и при неравномерном нагревании кристалла, в противоположность ложному П., наблюдаемому только при неравномерном нагревании кристаллов, обладающих пьезоэлектрич. свойствами (см. *Пьезоэлектричество*). Пирроэлектрич. электризация нагретого или охлажденного кристалла постепенно исчезает, если температура его поддерживается неизменной, но появляется вновь при дальнейшем охлаждении или нагревании. Количества положительного и отрицательного электричества, выделяющиеся при нагревании и охлаждении, всегда равны между собою и пропорциональны изменению t° . То направление в кристалле, на концах которого появляются пирроэлектрич. заряды, получило название электрической оси. Если разломить пирроэлектрич. кристалл поперек электрич. оси, то окажется, что каждая половина его имеет на концах оси те же заряды, что и целый кристалл; совершенно подобное наблюдается при разломе длинного магнита. Кроме того Фохт обнаружил, что и ненагретый кристалл турмалина обнаруживает противоположные электрич. заряды на поверхностях излома. На основании этих существенных фактов составлено следующее представление о происхождении П.: турмалин всегда поляризован, т. е. каждая его молекула (или группа молекул) имеет на своих концах параллельных электрич. оси, 2 противоположных и равных по величине электрич. заряда, образуя т. наз. *диполь* (см.); все эти диполи расположены параллельно, и поэтому один конец кристалла (аналогичный) собственно говоря всегда наэлектризован положительно, другой—отрицательно, совершенно подобно полюсам магнита; но эти заряды нейтрализуются довольно скоро противоположными притягиваемыми ими зарядами из воздуха, почему и не обнаруживаются обычно; но при подогревании или охлаждении кристалла диполи меняются по силе, в результате чего и появляется добавочная электризация, к-рая представляет обычный пирроэлектрический эффект; постепенно однако и он нейтрализуется зарядами из воздуха.

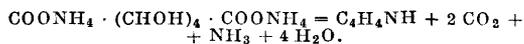
Кроме турмалина (истинными) пирроэлектрич. свойствами обладают и многие другие кристаллы: тростниковый и молочный сахар, винная и пикриновая к-ты, их некоторые соли и т. п. Кроме того в одном и том же кристалле возможно несколько электрич. осей. Пирроэлектрические свойства стоят в тесной связи с геометрич. строением кристалла—его решетки (см. *Кристалл*)—и наблюдаются лишь у кристаллов, обладающих геометрич. осями, концы которых разн. огранены. Известен и теоретически обоснован обратный пирроэлектрич. эффект: если поместить тур-



малин в электрич. поле, то он нагревается или охлаждается смотря по тому, направлено ли это поле по электрич. оси или по противоположному ей направлению. Технич. применений пирроэлектрич. эффект не имеет, т. к. мал и непостоянен по величине; точные пирроэлектрич. измерения весьма трудны.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 4, гл. 2, Берлин, 1923; Кэди, Таблицы пирро- и пьезоэлектрических констант, «Журнал прикладной физики», М.—Л., 1930, т. 7; Болдырев А. К., Кристаллография, Л., 1930; Handbuch d. Physik, Hrg. v. H. Geiger u. K. Scheel, В. 13, p. 291—294, В., 1928. **Н. Андреев.**

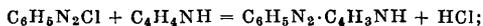
ПИРОЛ, C_4H_5N , гетероциклическое органич. соединение, открытое в 1834 г. Рун-β $\text{HC} \begin{array}{c} \text{---} \text{CH} \beta \text{---} \\ \text{||} \\ \text{NH} \end{array}$ ге в каменноугольном дегте (по характерной для П. и его гомологов реакции окрашивания в красный цвет сосновой лучинки, смоченной в соляной к-те и высушенной). Впервые выделен Андерсоном в 1858 г. из костяного масла, служащего источником получения П. в больших количествах. П.—бесцветная жидкость с $t_{\text{кип.}}^{\circ}$ 130—131° и уд. весом 0,948. При стоянии П. темнеет вследствие окисления кислородом воздуха. В воде П. почти нерастворим; в спирте и эфире растворяется легко. По запаху свежепергнаный П. напоминает хлороформ. П. может быть получен при нагревании аммонийной соли слизевой кислоты до 200° в глицерине, насыщенном аммиаком:



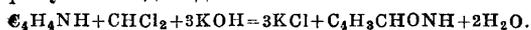
Действие аммиака на diketоны и диальдегиды, имеющие карбонильные группы CO в 1, 4 положениях, также приводит к образованию П. и его производных. В частности П. образуется при действии аммиака на янтарный альдегид $\text{C}_2\text{H}_4(\text{CHO})_2 \cdot \text{COH}$. Смесь ацетилена и аммиака при пропускании через слабо накалившую трубку также дает пиррол.

П. обладает свойствами слабого основания: в сильных к-тах он растворяется с образованием солей. При этом однако происходит полимеризация П. и осмоление его, поэтому обратное выделение П. из растворов его солей не удается. При более длительном действии кислот на П. происходит выделение аммиака и образуется аморфный продукт, нерастворимый в к-тах и щелочах, так наз. красный П. Сходство П. с ароматич. соединениями выражено очень слабо: П. не нитруется и не сульфuriруется, неустойчив по отношению к окислителям; перманганат окисляет его в имид янтарной кислоты $(\text{CH}_2)_2 \cdot (\text{CO})_2\text{NH}$. При действии галоидов водород в ядре П. замещается галоидом с сохранением структуры ядра (напр. тетрагидропиррол—и о д о л $\text{C}_4\text{H}_4 \cdot \text{NH}$).

По нек-рым свойствам П. сходен с ароматич. аминами и фенолами; так, с диазосоединениями он образует азосоединения:



с хлороформом в присутствии щелочи образует альдегид:



При действии на П. конц. раствора КОН или свободных щелочных металлов, атом водорода при азоте замещается атомом метал-

ла; полученный пиррол-калий (а также П.-натрий) $\text{C}_4\text{H}_4\text{NK}$ применяется для синтезов гомологов и производных П. Восстановление П. происходит легко и приводит в зависимости от условий к образованию пирролина $\text{C}_4\text{H}_5\text{NH}$ и в дальнейшем пирролидина $\text{C}_4\text{H}_8\text{NH}$. Необходимо указать на возможность перехода пятичленного пиррольного кольца в шестичленное пиридиновое. Так, при пропускании метилпиррола $\text{C}_4\text{H}_5 \cdot \text{CH}_3 \cdot \text{NH}$ через слабо накаленную трубку получается пиридин (см.) $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$.

П. не находит применения в технике. Из его простейших производных в медицине употребляется иодол (см. *Иода соединения, фармацевтические препараты и о д а*). К более сложным производным П. принадлежат многие вещества растительного и животного происхождения, напр. алкалоиды—никотин, кокаин, атропин и др. В структуру молекулы белков входит пиррольное ядро, к-рое при гидролизе белков дает α-пирролидинкарбоную к-ту—пролин. Гемин, получаемый при гидролизе гемоглобина (красного вещества крови), также относится к числу производных П. К последним д. б. отнесены также билирубин (красящее вещество желчи) и хлорофилл, что указывает на близкое между собой родство в химич. отношении важнейших для органич. жизни веществ.

Лит.: Чичабаин А. Е., Основные начала органич. химии, 3 изд., М.—Л., 1931; Meyer V. u. J. a c o b s o n P., Lehrbuch der organischen Chemie, В. 2, Т. 3, В., 1923; Schmidt J., Die Chemie des Pyrrols und seiner Derivate, Stg., 1904; Ullm. Enz., В. 9; Clamician G., Über d. Entwicklung d. Chemie d. Pyrrols im letzten Vierteljahrhundert, «В», 1904, В. 37, p. 4200—4255. **П. Норжев.**

ПИРОТИН, магнитный колчедан, минерал гексагональной системы; кристаллы его имеют вид табличек или коротких столбиков; встречается в сплошных массах и скрапленым, скорлуповатого и зернистого сложения с неровным изломом. Цвет желтовато-бурый, бронзовый; черта серовато-черная; блеск металлический; непрозрачен; магнитен; твердость 3,5—4,5; уд. вес 4,54—4,64; химич. состав непостоянен и с точностью не определен; общая ф-ла $\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$, обычная— Fe_7S_8 . При нагревании в струе водорода П. теряет часть серы, превращаясь в FeS ; перед паяльной трубкой П. сплавляется в серовато-черный магнитный корольек; в HCl растворяясь выделяет сероводород и серу; при выветривании превращается в железный купорос. При опытах установлено, что П. следует рассматривать как твердый раствор серы в сернистом железе. Разложение П. на пирит и серу легко образто: при 380° П. в атмосфере сероводорода переходит в пирит, а при 574° происходит обратная реакция.

П. чаще залегает в основных изверженных породах и рудных жилах и сопровождается обычно медным колчеданом. П. встречается во многих местах; главные месторождения его находятся в Канаде (никельсодержащие руды в округе Sudbury), в Баварии (Боденмайс), Швеции (близ Фалуна), Норвегии (Модум), в СССР—на Урале (Турьинские медные рудники), на Мурмане (Хибинские горы), на Кавказе (Кедабекский и Садонский рудники). П. с содержанием

никеля (доходит до 5,5%) идет для извлечения никеля; главное же применение П.— как сырье для приготовления серной к-ты и железного купороса.

Лит.: Мейстер А., Металлические полезные ископаемые СССР, М.—Л., 1926; Зильберминц В., Руководство по таблицы для определения минералов при помощи паяльной трубки, Москва—Петроград, 1923; Лебедев Г., Учебник минералогии, СИБ, 1907; Фау А., A Glossary of the Mining and Mineral Industry, Wsh., 1920.

ПИТАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, см. *Котлы паровые*.

ПИТОМНИК ЛЕСНОЙ, земельная территория, предназначенная для выращивания растений древесных и кустарниковых пород, которые употребляются для посадок леса. В том случае, когда территория под П. л. предполагается для немногочетного использования, он носит название в р е м е н н о г о питомника, если же пользование предполагается долговременное, то питомник называется п о с т о я н н ы м. Временные питомники закладываются чаще всего вблизи места, где сконцентрированы большие площади, подлежащие закультивированию лесом, чтобы избежать крупных накладных расходов, связанных с транспортом семян или саженцев древесных и кустарниковых пород на культурную площадь. Исполнив свое назначение по снабжению лесокультурным материалом данного района, временные питомники забрасываются, запускаясь под лес. Постоянные питомники создаются в таких хозяйственных условиях, когда потребность в посадочном материале очень велика и постоянна. Оба вида питомников обладают своими достоинствами и недостатками, и выбор того или другого вида определяется по преимуществу хозяйственными соображениями. Временные питомники отличаются хорошим плодородием свежих лесных почв и меньшей их засоренностью сорными травами и зараженностью различного рода вредителями; выбор места для них значительно облегчен. Но к моментам отрицательного порядка этого вида питомников следует отнести: короткий срок амортизации основных расходов на подготовку почвы и огораживания, затруднительность надзора и производства работ в силу удаленности временных питомников от населенных пунктов. Быстрое истощение почвы и необходимость удобрений, опасность эпидемических заболеваний семян и саженцев, затруднительность выбора места, необходимость сооружения дорогостоящих вспомогательных сооружений и т. п. являются недостатками постоянных питомников; возможность тщательного ухода и надзора, более длительный срок амортизации расходов на капитальные сооружения и возможность механизации в деле обработки почвы и ухода за посаженными растениями определяют положительные стороны постоянных питомников.

Выбор места для питомников является одной из ответственных операций, так как при неудачном его осуществлении м. б. неудачи и в самом производстве. Основными моментами, определяющими выбор питомника, будут: хозяйственные соображения и естественноисторические условия места, где

предполагается заложить таковой. Близость к административному центру, обуславливающая возможность тщательного надзора, близость к местам снабжения рабочей силой и местам культур и пути транспорта к таковым—вот одни из основных хозяйственных моментов, определяющих выбор места под питомники. В отношении естественноисторических условий места произрастания можно сформулировать требования, предъявляемые при выборе места для питомника т. о.: место для питомника д. б. выбрано довольно ровное, склоны допускаются не свыше 5°, лучше возвышенное, открытое, но не настолько, чтобы сдувался снег, а в случаях господства в данной местности благоприятных ветров—защищенное с наветренной стороны опушкой. Всякие котловины или мелкие лесные поляны, на которых происходит застой воздушных масс, где вероятность и сила весенних и осенних заморозков очень велики, не должны выбираться для питомников. Из склонов северный предпочтительнее, чем южный, на к-ром растения будут страдать от солнцепека и заморозков; кроме того можно закладывать питомники на с.-в. и с.-з. склонах; в крайних случаях, в зависимости от господствующих ветров, на зап. и вост. склонах. Почва для питомников избирается достаточно плодородная, глубокая, богатая гумусом, обладающая хорошими физическими свойствами, достаточно влажная, но без избытка влаги, незасоренная сорной травянистой растительностью и незараженная личинкой майского хруща, с легко проникаемой подпочвой. Место для питомника выбирается также с расчетом, чтобы легко было наладить его водоснабжение. Лучшими почвами будут достаточно рыхлые суглинистые и супесчаные почвы, богатые гумусом, вышедшие из-под леса, незараженные личинкой майского хруща.

Лесокультурный материал, к-рый получается в питомниках в результате высева семян, носит название с е я н ц е в, если же эти семена для наилучшего их развития пересаживаются, то они получают название с а ж е н ц е в, а то место, куда они пересаживаются, называется л е с н о й ш к о л о й. Сеянцы бывают пригодны для посадок в возрасте 1—3 лет, а саженцы в 2—4-летнем возрасте и старше. Более быстро растущие породы размещаются в питомниках и школах реже, чем медленно растущие породы, а кроме того те и другие размещаются тем реже, чем дольше они будут находиться на данном месте. Все эти обстоятельства влияют на определение размера площадей, необходимых для питомников. В общем размеры лесного питомника будут определяться потребностью данного хозяйства или данного обслуживаемого района в посадочном материале определенных пород, возраста и качества (сеянцы или саженцы), выраженной в тыс. штук семян или саженцев. Для приблизительной ориентировки можно считать, что площадь временного питомника составляет 1% от площади культур; площадь постоянного питомника—2—4% площади культур. Влияние пород в возрасте посадочного материала на размеры питом-

ников можно видеть из следующих цифр, показывающих %-ное отношение необходимой площади питомника к площади культур: Для закультивирования 100 га необходима площадь питомника в га:

	Сеянцы	Саженцы
Лиственных пород	0,1—0,9	2,3—5,5
Хвойных пород	0,08—0,2	0,9—2,3

При этом следует иметь в виду, что эта площадь должна быть увеличена на 30—50% за счет непроизводительной площади, которая образуется в питомнике, от дорог междугрядий, мест для построек и мест для компостных куч. Питомникам придается такая форма, к-рая отличалась бы наименьшим периметром при наибольшей площади, что уменьшит расходы на огораживание участка. Ограда (о г о р о ж а) во временных питомниках делается обычно легкого типа, жердневая, тогда как в постоянных питомниках устраивают более прочную. При огораживании питомников следует обращать внимание, чтобы ограда не обуславливала излишнего скопления снежных наносов и застоя воздуха, что имеет место при создании сплошных заборов или плотных живых изгородей. Территория, предназначенная под питомник, подвергается предварительной сплошной обработке плугом, почвенной фрезой или перекалывается лопатами (ш т ы к о в к а). Наилучшим временем обработки почвы будет осень. Весною обработанную почву боронуют, разравнивают и производят разбивку питомника. Обработка почвы имеет большое значение для правильного роста и развития как самого сеянца, так и отдельных его частей. Регулированием обработки почвы можно добиться соответствующего развития корневой системы и надземной части сеянца. При мелкой обработке почвы развивается поверхностная, но мочковатая корневая система; при глубокой, наоборот, развивается стержневой корень. При переворачивании почвенных слоев корневая система более развивается в гумусовом слое. При перемешиваниях почвенных слоев развитие корневой системы наилучшее. Разбивают питомники на отдельные кварталы, между которыми устраивают дороги для вывоза посадочного материала, кроме того отводятся места для вспомогательных построек, водовместилищ, для компостных куч и т. п. В пределах каждого квартала производится разбивка на гряды шириною в 1 м, чтобы удобнее было производить дальнейший уход; длина гряд обычно равна длине квартала (20—30 м). В некоторых случаях, когда производят т. наз. ленточные посеы, разбивки на гряды не делают. Между грядами оставляют свободные пространства шириною 0,3—0,5 м для удобства подхода к грядам. После разбивки гряд производится их отделка, при к-рой земля из междугрядия выбрасывается на гряды, и здесь поверхность гряды разравнивается и разрыхляется америк. вилами и железными граблями. Высота гряды на почвах высокой влагоемкости и во влажном климате делается большей, чем на почвах легкой водопроницаемости и в сухом климате, в этих условиях высота гряд сходит до муля, а иногда в засушливых местностях

гряды углубляются в землю, представляя собою углубление. Посев семян на грядах производится в бороздки, имеющие обычно форму поперечного сечения в виде трапеции с нешироким нижним основанием. Глубина этих бороздок определяется величиною высеваемого семени, причем существует такое правило: глубина бороздки, а следовательно и заделка семени не, должна превышать двойной толщины семени и быть глубже подсемядольного колена всхода. На более влажных и тяжелых почвах заделка д. б. мельче, а на почвах легких и сухих—несколько глубже. Бороздки намечаются на грядах особыми орудиями—сеяльными досками или бороздниками и. Расстояние между ними дается в 13—20 см, в зависимости от породы и от того срока, в течение к-рого сеянцы будут держаться в гряде. Густота высева семян определяется их доброкачественностью, характером развития в молодости и длительностью нахождения на одном месте. Наилучшими будут считаться посеы средней густоты. В качестве нормы для главнейших древесных пород СССР можно привести следующие цифры количества семян, высеваемых на 1 п. м в гряды при рядовом посеве, средней нормальной всхожести и средних условиях произрастания.

Наименование древесных пород	Всхожесть в %	Высеваются на 1 п. м семян (в т)
Сосна обыкновенная	80	3
Ель	70	24
Лиственница сиб.	40	10
Дуб летний	65	150
Липа мелколистая	30	6
Береза пушистая	20	8 } сплошной 6 } посев
Ольха черная	20	

При повышении % всхожести и чистоты семян количество высеваемых семян уменьшается, так же как и в том случае, когда выращивают 2—3-летние сеянцы, в последнем случае уменьшение составляет 10—20%. Семена высеваются в бороздки вручную или при помощи особых приборов. В некоторых случаях высев семян на гряды производится при помощи специально устроенных сеялок. Высеянные семена заделываются путем засыпания их или той же почвой, которая соответствует гряде, или же, в случаях плотной почвы гряды, заделка производится компостной землей, песком или же лесным гумусом. Легкие семена, например березы и ольхи, совершенно не заделываются, но высеваются во влажную почву перемешанными с песком. После заделки семян поверхность гряды уплотняется катком и покрывается какой-либо покрывкой: солома, мульча, деревянные дощечки, мох, опилки и т. п. В момент появления всходов, за чем тщательно следят, покрывка снимается и размещается между бороздками, оставляя всходы неприкрытыми; последние на время притеняются щитами или ветвями. Притенение всходов продолжается до момента минования опасности ожога корневой шейки сеянцев солнечными лучами, т. е. когда опробковевет корневая шейка. В дальнейшем производится уход за сеянцами в питомниках путем прополки сорной растительности, разрыхления почвы в между-

рядях и регулирование густоты сеянцев, а также предохранение от различного рода вредителей и повреждений. По достижении надлежащего возраста и размеров сеянцы выкапываются, сортируются, связываются в пучки по 100 шт. и транспортируются на места культур. Если желательно придать сеянцам лучшее развитие в подземной и надземной частях, то они пересаживаются в лесные школы, где размещаются более редко. Почва под школу приготавливается примерно на 10 см глубже, чем растение сидело в семенной гряде. В школе растение выдерживают не более двух лет, после чего в случае нужды пересаживают еще раз. В школе ведется уход так же, как и в питомнике, но к нему присоединяется еще уход за развитием кроны у листовенных пород (подрезка излишних сучьев и т. п.). В виду истощения почвы в постоянных питомниках устанавливают севооборот, чередуя растения с большой потребностью в минеральных веществах почвы с растениями малой потребности и усваивающими азот из атмосферы воздуха, а также оставляют участки под черным паром. Для восстановления плодородия почвы в питомниках применяются удобрения в виде компостной земли и лесного гумуса, посевы люпина, вики, сераделлы и других азотособирателей, а также употребляются минеральные удобрения, путем внесения в почву соединений Са, Р, N, K и других веществ.

Лит.: Турский М. Н., Сборник статей по лесоразведению, Москва, 1899; Эдельштейн В., Как организовать питомник древесных пород, М., 1921; Сус Н. И., Лесной питомник, Москва, 1925; Толбский А. Н., Древесный питомник, Казань, 1925; Рейер К., Лесовозращение, перевод с немецкого, СПб, 1898; Bühler A., Der Waldbau, В. 2, Stg., 1918. **Н. Кобранов.**

ПИХТА, *Abies*, крупные деревья из сем. *Abietinae*, произрастающие преимущественно в горных лесах северного полушария. Из общего числа видов в Евразии произрастает 21 вид, в С. Америке—11, в С. Африке—1. Характерная особенность пихты—плоская хвоя, сверху темнозеленая, а снизу со светлыми серебристыми полосками, образующимися рядами устьиц. Хвоя хотя и расположена спирально на побеге, но обычно она расправляется, образуя как бы два ряда, и ветвь имеет гребенчатый вид. Как по величине, так по окраске и расположению хвоя сильно варьирует, и существуют весьма красивые в этом отношении пихты. Мужские цветы собраны в кистевидные соцветия на концах побегов, а женские тоже на концах побегов собраны в шишкообразные соцветия. Семена *П.* треугольной формы, с плотно облегающим их крылышком и особыми вздутыми, наполненными эфирными маслами. Цветет *П.* весной, шишки созревают осенью; при их созревании семенные чешуи отделяются от стержня шишки и вместе с семенами опадают на землю. *П.* дают в большинстве ровный полнодревесный ствол, достигающий крупных размеров; ствол одет гладкой корой, в молодости темнозеленого цвета, в старости сереющей; кора слабо разветвляющаяся, теневыносливая, требовательная к почве, предпочитая плодородную, свежую суглинистую почву, чувствительна к поздним ве-

сенним и ранним осенним заморозкам, разводится семенами и посадкой 4—5-летних саженцев. Древесина *П.* без смоляных ходов и без сучков, она от белого до светло-красноватого цвета, слегка блестящая, хорошо колется, обладает малой прочностью и плохой теплопроводительной способностью. Об. вес в свежесрубленном состоянии 0,97 (0,77—1,23), а в воздушно-сухом—0,48 (0,37—0,60). Древесина *П.* идет как строевой лес, в нек-рых случаях даже употребляется в качестве резонансовой древесины, но чаще из *П.* выделяют дрань и кровельный тес. Из коры добывают смолу и канифоль, из хвои готовят исходные материалы для получения синтетич. камфоры. В пределах СССР произрастает: на Кавказе *Abies nordmanniana*, кавказская *П.*,—прекрасное стройное дерево, обладающее большой морозостойкостью и долговечностью, растет на горах от 900 до 1 800 м над уровнем моря, где производительность пихтовых древостоев доходит до 1 200 м³. Это дерево разводят в Э. Европе благодаря его морозоустойчивости; на С.-В. Европ. части СССР и в Сибири произрастает *A. sibirica*, образуя или густые древостои или древостои в смеси с елью, сосной и листовыми породами. Это крупное дерево, древесина к-рого находит себе употребление в строительном деле, из коры добывают смолу, а из хвои—искусственную камфору; на Д. Востоке в пределах СССР произрастают: *A. nephrolepis*, *A. gracilis*, *A. sachalinensis*. Пихтовые древостои, занимающие большое место среди наших хвойных пород, д. б. хозяйственно лучше используются, чем это до сих пор имело место. Отсутствие смолы и сучков в древесине делает эту породу пригодной для изготовления *древесной массы* (см.) и *целлюлозы* (см.). *П.* являются прекрасными декоративными деревьями, и поэтому большинство их из США и Азии ввезено и размножено в парках Европы. См. *Спр. ТЭ*, т. III, физические и механические свойства древесных пород (№№ 87—93, 125, 126, 246, 247, 277, 288, 690, 814, 831).

Лит.: Пеньковский В., Деревья и кустарники как разводимые, так и дико растущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, ч. 1, Херсон, 1901; Beissner L., Handbuch d. Nadelholzkunde, 2 Auflage, p. 113—198, Berlin, 1909; Mayr H., Fremdländische Wald- u. Parkbäume für Europa, p. 240—261, Berlin, 1906. **Н. Кобранов.**

ПИХТОВОЕ МАСЛО, эфирное масло, получаемое паровой перегонкой из молодых веток и хвои сибирской пихты, *Abies sibirica*, произрастающей на С.-В. Европ. части СССР и в Сибири. Производство *П. м.* имеет до настоящего времени кустарный характер и сосредоточено по преимуществу в приуральском районе. Кустарные з-ды имеют примитивное оборудование, состоящее из железного цилиндрич. котла емкостью 250—350 л, парильного чана (перегонного куба), вмещающего около 500 кг «лапки»—концов веток длиной 10—12 см, и холодильника—«машинки». Перегонка длится до 24 ч., причем выход редко превышает 0,66%, не достигая нормального—0,8—1,2%. Наиболее благоприятным временем для гонки является весна и начало лета, но часто кустари работают и зимой, что понижает выход, так

же как и слишком большая примесь одревесневших веток. В состав П. м. входят следующие: искусный эфир *l*-борнеола (до 40%), *l*-борнеол, *l*- α -пинен, *l*- β -пинен, *l*-камфен, α -фелландрен, дипентен, сантен, бисаболен. Масло, к-рое получено из чистой хвои с выходом до 2%, содержит до 50% эфиров борнеола. Нормально содержание эфиров борнеола не должно быть ниже 35%, в противном случае надо подозревать либо фальсификацию (чаще всего скипидаром), либо подмесь к «лапке» большого количества веток. П. м. — экспортный продукт и исходное сырье для получения камфоры, борнеола и его искусного эфира.

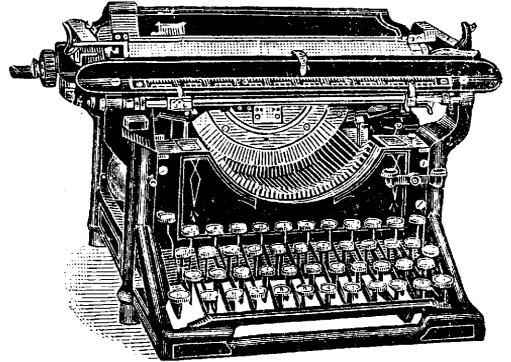
Лит.: см. Эфирные масла.

Б. Рутовский.

ПИШУЩИЕ МАШИНЫ, буквопечатальные аппараты, работающие путем последовательного нанесения на бумагу отдельных печатных знаков.

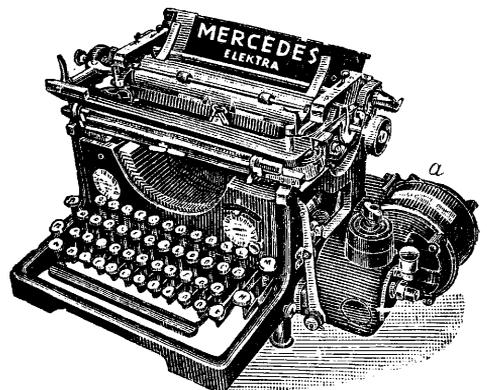
Типы П. м., их основное подразделение и особенности. Характерным признаком П. м. является наличие комплекта подвижных литер, из к-рых нужная приводится в движение соответствующим механизмом и оставляет отпечаток на лежащем на упругой подкладке (обычно резиновом валике) листе бумаги, в громадном большинстве случаев путем прижатия к бумаге пропитанной краской ленты, проходящей между литерой и бумагой. По типу клавиатуры можно различить многоклавишные и одноклавишные П. м.; в первых каждая клавиша приводит в действие отдельный литерный рычаг, несущий один (устаревшая система) или два (наиболее распространенная система) или более знаков; в П. м. второго типа, конструктивно еще не вполне разработанного, печатание осуществляется нажимом одной клавиши, а подвод соответствующего знака — особым механизмом; представитель этого типа — П. м. «Миньон». По способу расположения литер различают рычажные П. м. (почти все типы современных моделей), у к-рых литеры помещаются на концах литерных рычагов, и П. м. с литерными валиками, у к-рых все знаки нанесены на поверхность особого валика или цилиндрич. сектора. По роду энергии, приводящей в движение литеры, различают обыкновенные П. м., у к-рых источником механич. работы является мускульная энергия, и электрические П. м., у к-рых нажим клавиши лишь приводит в действие соответствующий механизм, осуществляющий всю механич. работу печатания. По назначению П. м. можно подразделить на стандартные, переносные и бухгалтерские. **Стандартные** П. м. представляют собой обычные конторские машины. Производство этих машин составляет ок. 65% общей продукции П. м. З-ды, выпускающие стандартные машины, выпускают их разных моделей, различающихся между собой: а) числом клавиш (напр. «Ундервуд» 42 и 46 клавиш; «Ремингтон» 44 и 46 клавиш); б) длиной валика для бумаги («Ундервуд» 10, 12, 14, 16, 18, 20 и 26 дм.); в) характером шрифта (до 15 различных гарнитур). Различные комбинации этих признаков создают десятки марок, выпускаемых одной и той же фирмой. За границей наиболее распространены машины с 42—44 клавишами,

в СССР, так как русский шрифт имеет на 4 буквы больше латинского, наиболее удобна клавиатура с 46 клавишами. В соответствии со стандартом бумаги, установленным ОСТ (21 см для обычного листа и 42 см для развернутого листа), наиболее подходящи П. м. двух типов: с малой кареткой (длина валика до 25 см) и с большой кареткой (длина валика до 45 см). За границей на машины с малой кареткой приходится до 80% всех выпускаемых фирмами стандартных машин (на фиг. 1 показан общий вид стандартной ма-



Фиг. 1.

шины). Переносные П. м. отличаются от стандартных своим меньшим весом (в среднем 6—7 кг вместо 12—14 кг), более сжатой, обычно трехрядной клавиатурой, меньшим размером и отсутствием нек-рых обязательных для стандартных машин механизмов. В конторской практике эти машины значительно менее удобны, чем стандартные, и за границей они получили распространение гл. обр. для личного пользования и для тех лиц, деятельность к-рых связана с разъездами (торговые агенты, журналисты и пр.). **В группубухгалтерских** П. м.



Фиг. 2.

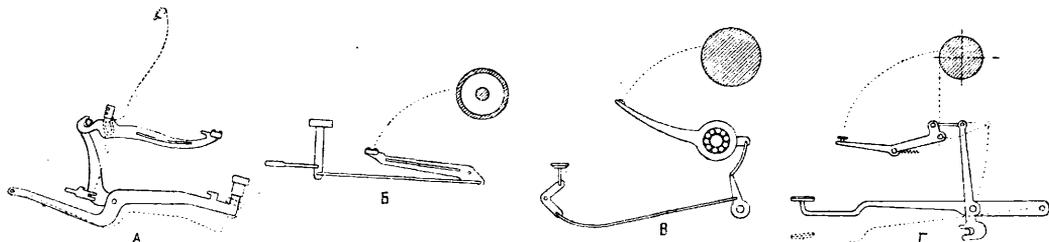
за границей включаются самые разнообразные типы машин с десятичным табулятором и особым механизмом каретки, предназначенные для писания счетов, фактур и т. п., П. м. со счетчиками и наконец счетнопишущие машины; последние конечно надо отнести к группе *счетных машин* (см.).

Принцип действия электрич. пишущих машин («Ундервуд», «Ремингтон», «Мерсе-

дес») заключается обычно в том, что машины снабжаются электромотором *a* (фиг. 2), приводящим во вращение находящийся вдоль клавиатуры валик с кулачками. Небольшое нажатие на клавиши сцепляет литерный рычаг с кулачками, под действием к-рых и происходит удар рычага о бумагу. Такого рода усовершенствование значительно облегчает труд машинистки, позволяет получать больше копий, чем обычно, и обуславливает совершенно однородную, точно регулируемую силу удара, что влечет за собой гораздо более ровное и красивое письмо. К бесшумным относится П. м. сист. «Ремингтон-Нойлес»; в этой системе рычажный механизм поглощает инерцию удара по клавише, благодаря чему уменьшается шум.

В настоящее время известно до 50 фирм, изготавливающих П. м. В период развития производства П. м. (1875—1903 г.) каждая фирма стремилась выпускать машины особой оригинальной конструкции, например «Ремингтон» — машину с закрытым шрифтом, «Смис-Премьер» — без регистра, «Иост» — без красящей ленты, «Адлер» — со штампующим механизмом и т. д. Различным был и способ передвижения литерных рычагов (рычажный механизм). На фиг. 3 (А, Б, В и Г) представлена схема основных рычажных механизмов П. м.: системы «Ундервуд» (фиг. 3, А),

однако системы машин, где эти функции разделены и имеется отдельное избирательное приспособление в виде указателя, к-рый наводит на требуемый знак (машина «Миньон»); 3) печатающее приспособление (рычажный механизм), служащее для отпечатывания избранной буквы; задачей его является подвести к нужному месту литеру и там отпечатать ее; последнее производится обычно ударом литеры о бумагу; 4) строкоподающий механизм, или аппарат для перевода строк, к-рый служит для удержания во время печатания бумажного листа и перемещения его по окончании одной строки на расстояние, равное расстоянию между строками; этот механизм должен давать возможность регулировать расстояние между строками; 5) механизм подачи, или «главный механизм», служащий для перемещения каретки машины после отпечатка одной буквы для возможности напечатания следующей; обычно перемещается каретка вместе с листом бумаги, и лишь конструкция специальных бухгалтерских машин предусматривает механизм подачи, перемещающийся над неподвижным листом бумаги; для образования промежутков между словами должна иметься возможность приведения в действие главного механизма подачи помимо печатающего приспособления путем нажатия т. н. пропускной



Фиг. 3.

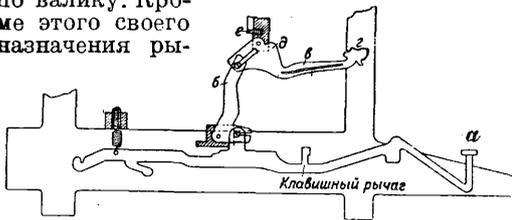
«Рояль» (фиг. 3, Б), «Смит» (фиг. 3, В), «Монарх» (фиг. 3, Г). В 1903 г. фирме «Ундервуд» удалось найти наиболее удобную для эксплуатации и производства конструктивную схему П. м., по которой в настоящее время исполняется большинство П. м. В результате старые типы или совершенно сошли с рынка («Иост»), или приспособили свою конструкцию для специальных работ («Хаммонд» — для фармакологии), или в новых моделях перешли на основную схему («Ундервуд», «Ремингтон», «Смис-Премьер», «Рояль» и др.). Современную П. м. можно расчленить на ряд отдельных механизмов, одинаковых по своему назначению для всех машин, но несколько отличающихся по конструктивному и производственному выполнению, определяющему степень совершенства П. м.

Для выполнения своей работы П. м. требует наличия следующих отдельных частей или механизмов: 1) набор литер по одному или по несколько буквенных знаков на каждой литере; 2) избирательное приспособление, выскивающее необходимую букву из набора литер. Большинство П. м. снабжено клавиатурой, причем при нажатии соответственной клавиши происходит одновременно выбор литеры и процесс печатания. Имеются

клавиши; 6) красящий аппарат, снабжающий литеру перед или в момент отпечатывания достаточным количеством краски; обычно в П. м. это производится при помощи лентоconductителя, подводящего ленту между бумагой и ударяющей литерой, и ленточного механизма, продвигающего ленту; иногда его устраивают в форме красочной подушки, на к-рой постоянно покоится литера вне моментов ее работы; 7) подъемник регистра, производящий сдвиг каретки по отношению ударяющей литеры, что допускает иметь на ней не один, а два и три знака; 8) вспомогательные приспособления, имеющие целью облегчить работу на П. м. и улучшить ее качество, например приспособления для обратного хода каретки, для установления равномерной длины строк, табуляторы, т. е. приспособления для подведения заранее определенного участка бумаги под печатающее приспособление, что требуется например при печатании таблиц и т. п.

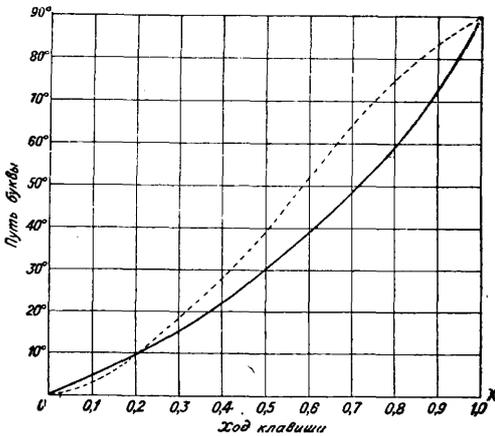
Рычажный механизм имеет задачей произвести оттиск необходимой буквы на бумаге. На фиг. 4 представлено типовое сочленение рычагов, применяемое почти во всех наиболее употребительных типах П. м. Как видно, при нажатии на клавишу *a* при-

водится в движение при посредстве промежуточного рычага (стояка) б литерный рычаг в, несущий букву г и производящий ею удар по валу. Кроме этого своего назначения рыча-



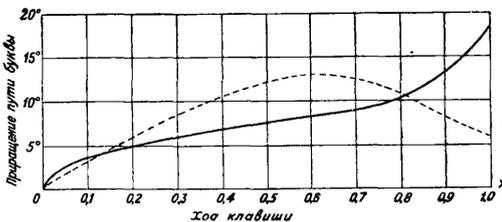
Фиг. 4.

жанный механизм имеет задачей включение «главного механизма» машины, что производится надавливанием кулака д на деталь е. Рычажный механизм имеет преимущество перед прутковым (тяговым) механизмом, встречающимся иногда в конструкции П. м., т. к. дает более легкий ход клавиши, вслед-



Фиг. 5.

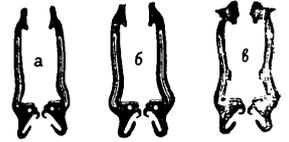
ствие того что включение главного механизма происходит в нем в момент наибольшей скорости, благодаря чему живая сила рычажного механизма уменьшает необходимое усилие, к-рое нужно приложить на клавишу для приведения главного механизма в движение. На фиг. 5 представлена диаграмма (сплошной линией—для пруткового и пунктирной—для рычажного механизмов), показывающая путь, проходимый буквой в за-



Фиг. 6.

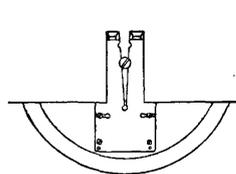
висимости от опускания клавиши, а на фиг. 6—диаграмма приращения пути буквы в зависимости от хода клавиши. Как видно, для рычажного механизма ускорение литеры на пути, соответствующем первой поло-

вине хода (0,65) клавиши, положительно, а на пути, соответствующем второй половине хода,—отрицательно. Т. о. в момент удара литеры о валик происходит ее замедленное движение, включение же главного механизма производится в момент максимальной скорости литеры. На фиг. 7 показаны три литерных рычага (а—«Ундервуд», б—«Континенталь» и в—«Мерседес»). Конфигурация литерного рычага имеет чрезвычайно существенное значение, и изменение кривизны значительно изменяет кинематику всей системы.

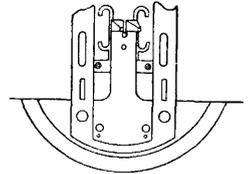


Фиг. 7.

Буквоводитель. Задача буквоводителя—дать направление литерному рычагу в момент удара буквы по бумаге. Вследствие того что буквоводитель изнашивается, а также с целью дать возможность регулировать таковой при монтаже, он должен допускать регулировку как по центру, так и по



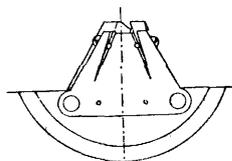
Фиг. 8.



Фиг. 9.

ширине паза. На фиг. 8 представлен буквоводитель «Ундервуд», на фиг. 9—буквоводитель «Континенталь» и на фиг. 10—буквоводитель «Мерседес», имеющий два направления—отдельно для правых и левых рычагов, что уменьшает возможность износа.

Лентоводитель. Задача лентоводителя—подать ленту между бумагой и кла-



Фиг. 10.

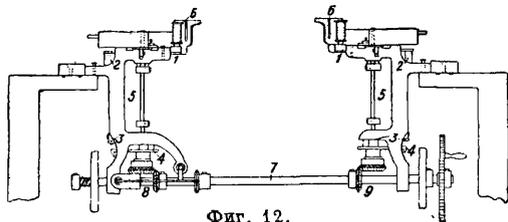


Фиг. 11.

вишей во время удара последней. На фиг. 11 даны различные конструкции лентоводителя. Конфигурация этой детали у различных фирм, изготовляющих П. м., очень разнообразна. Стремление современного производства сводится к упрощению этой детали в отношении изготовления.

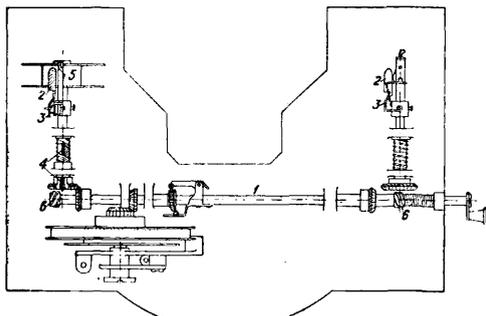
Ленточный механизм имеет своей целью передвинуть ленту на некоторую длину при ударе клавиш и переключить направление этого движения автоматически, когда лента по длине полностью использована. Кроме того он должен допускать производство перематывания от руки. На фиг. 12 представлен ленточный механизм сист. «Ундервуд». Автоматич. переключение ленты производится при помощи лапки 1, сидящей на оси 2. С другого конца этой оси закреплена

собачка 3, скользящая по ребру собачки 4, находящейся на оси 5 катушки ленточного механизма. Натянувшаяся после перемотки на одну из катушек лента отводит лапку 1, проходя через прорез вилки 6, расположенной в таковой; одновременно отводится и нижняя собачка 4, к-рая через посредство передачи перемещает вал 7, и в зацепление вступают или шестерни 8 или шестерни 9,



Фиг. 12.

чем и достигается переключение ленточного механизма. Вал 7 приводится в движение от главного механизма при посредстве храпового колеса. На фиг. 13 представлен ленточный механизм П. м. «Ремингтон». В нем, как и у других П. м., от главной оси 1 м. б. включена только последовательно одна катушка, правая или левая. Переключение делается автоматически. В верхнем конце оси катушки находятся гирьки 2, прикрепленные к пла-

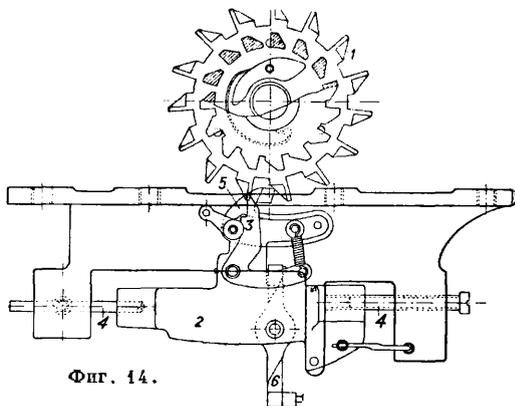


Фиг. 13.

стинке 3. Пластина соединена со штифтом 4, проходящим через отверстие, высверленное в оси катушки. Красящая лента, намотанная на катушку 5, держит гирьку в положении, параллельном оси катушки, а гирька в свою очередь удерживает штифт от выпадения из отверстия оси. Когда лента кончена, гирька освободившись падает в сторону и выталкивает переключающийся штифт 4, к-рый, попадая на червяк 6, расположенный на конце главной оси, переключает механизм на другую катушку.

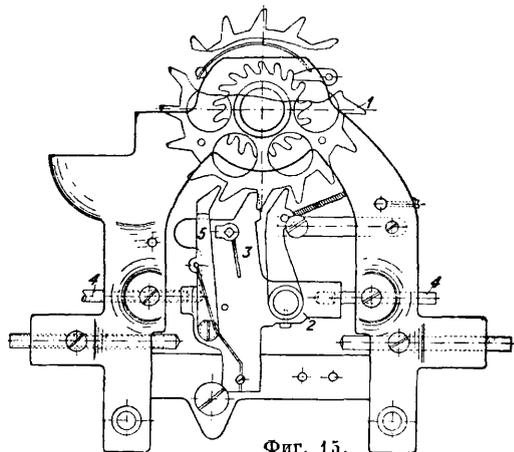
Главный механизм служит для передвижения каретки на определенное расстояние с целью подведения бумаги для начертания следующего знака. На фиг. 14 представлен главный механизм сист. «Ремингтон», в принципе почти не отличающийся от таких же механизмов П. м. других систем. Он состоит из двух основных частей: главного ходового колеса 1 и системы собачек, прикрепленных к шатуну 2 и приводимых в движение от литерного рычага, о чем было сказано выше. Действие механизма таково, что каретка, соединенная при помо-

щи гребенки и зубчатого колеса с главным ходовым колесом, заставляет силою пружины барабана зуб главного ходового колеса упирается в тормозную собачку 3. Для того чтобы продвинуть каретку на один интервал, нужно вывести собачку 3 из зацепления. Эту работу производит шатун 2. Тяга, соединенная со столиком сегмента, давит на пластинку 6 и заставляет шатун, закрепленный в корпусе на центровых винтах 4, вы-



Фиг. 14.

водить собачку 3 из зацепления. Рядом с тормозной собачкой 3 на шатуне сидит вторая собачка 5 с целью удержания главного ходового колеса от проскакивания каретки на несколько интервалов. Ниже на фиг. 15 показан схематически главный механизм П. м. «Ундервуд», работа которого происходит аналогично механизму, описанному выше, но он выгодно отличается от большинства таких же механизмов тем, что он расположен на отдельном кронштейне, облегчающем доступ и монтаж этого механизма (обо-



Фиг. 15.

значения те же, что и на фиг. 14). На фиг. 16 изображен чертеж главного механизма П. м. «Мерседес», построенный на обычных принципах и отличающийся от других систем наличием самостоятельного механизма для обратного хода. В П. м. ходовое колесо главного механизма служит обычно и для обратного хода каретки. В этой конструкции рядом с ходовым колесом поставлено второе

колесо обратного хода. Тормозная собачка 1 наглухо привинчена к корпусу главно-

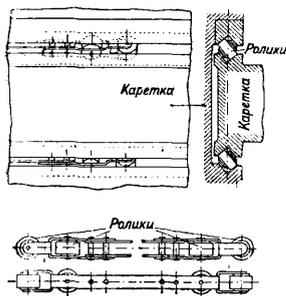


Фиг. 16.

го механизма, вторая собачка 2 расположена на шатуне в правой стороне главного ходового колеса. Механизм прикреплен к задней стенке корпуса машины; шатун зажимается центрами 3 в кронштейнах задней стенки. Винт 4 служит для регулировки хода шатуна.

Подъемник регистра имеет целью поднять полукаретку и поставить ее в такое положение, чтобы при ударе была отпечатана вторая буква или знак, стоящий налитере. Для этого полукаретка снабжается роликом, к-рый упирается в горизонтальную штангу, могущую приподниматься при надавливании клавиши регистра. Такой способ подъема применяется в большинстве конструкций П. м. и дает подъем полукаретки в центре при обычной длине вала, обеспечивающий от перекосов. В каретках с длинным валом полукаретка может снабжаться двумя и даже тремя упорными роликами у полукаретки. В машинах «Мерседес» ролик устроен поднимающимся, а штанга привертывается к полукаретке. Такое расположение относительно менее удачно, так как не исключена возможность перекосов, в особенности при каретке с длинным валом.

Направление каретки. Скольжение каретки в направлении длины вала осуществляется путем движения ее по направляющим.

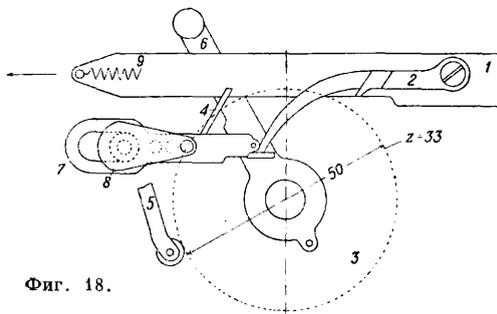


Фиг. 17.

П. м. «Ундервуд», «Континенталь», «Мерседес» и др. Большим преимуществом П. м. «Ундервуд» является установка не одного ролика, как например в машине «Мерседес», а нескольких — в зависимости от длины каретки. Заднее направление в машине «Ундервуд» осуществляется круглым стержнем, по к-рому скользят точно пригнанные крюки-подвески. Направление это очень надежно, однако при загрязнении трущихся поверхностей и несвоевременной смазке их четкость хода каретки может теряться и могут по-

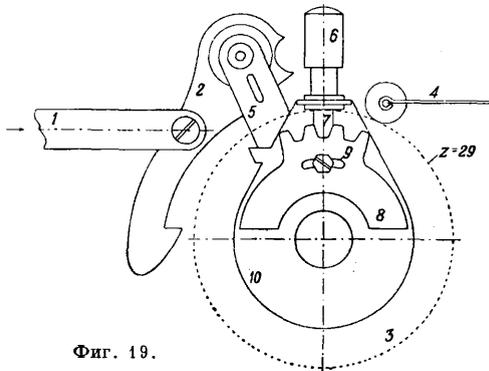
лучаться не совсем равномерные интервалы между буквами, в особенности в конце строчки. Такое явление не имеет места в каретках на шариковом ходу. В машине «Мерседес» каретка сзади опирается на катящуюся деталь (фиг. 17).

Строкоподающий механизм служит для получения интервалов между строчками и дает возможность изменить эти интервалы. На фиг. 18 представлен строкоподающий механизм «Ундервуд», работающий след. обр.: деталь 1 движется в направлении, указанном стрелкой, причем движение осуществляется ручкой, укрепленной на рамке каретки (на фиг. не указана). При движении детали 1 передающий зуб 2, укрепленный на ней, скользя по детали 7, входит в зацепление с шестеренкой 3 и при дальнейшем движении поворачивает последнюю до



Фиг. 18.

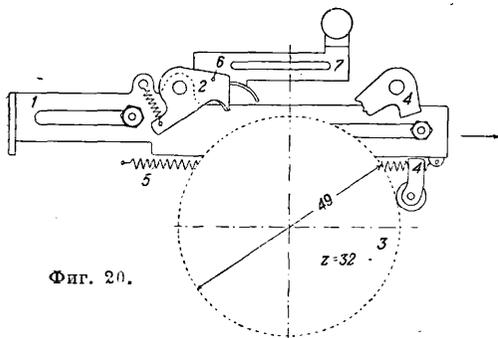
упора зуба 2 в выступ полукаретки 4. Положение шестеренки фиксируется роликом трещотки 5. Затем ручка, осуществляющая движение, отпускается и пружина 9 приводит механизм в исходное положение. Изменение интервалов письма происходит по следующей схеме. Рычажок 6 служит для перемещения детали 1; последняя может находиться в трех положениях. Эти положения фиксируются особой пластинчатой пружиной 8, защелкивающейся в отверстия, имеющиеся на детали 7. Т. к. передающий зуб 2 скользит по выступу детали 7, то перемещение последней ускоряет или замедляет момент за-



Фиг. 19.

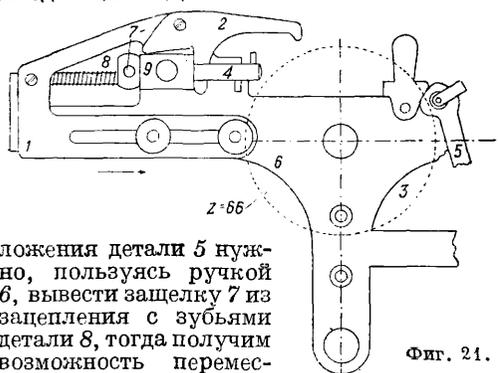
цепления зуба 2 с шестеренкой 3 и тем самым регулирует до количество зубьев шестеренки 3, на которое она поворачивается за один цикл. Регулировка осуществляется почти исключительно изгибом упора, т. е. изгибанием выступающей части полукарет-

ки 4 и изгибом ручки, осуществляющей движение. На фиг. 19 представлен строкоподающий механизм «Ремингтон», работающий след. обр. Движение детали 1 осуществляется ручкой, укрепленной на рамке каретки, причем внутри ручки имеется пружина, возвращающая механизм в исходное положение. Деталь 1 передает движение передающему зубу 2, который сразу входит в зацепле-



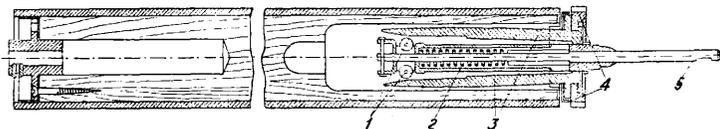
Фиг. 20.

ние с шестеренкой 3 и в дальнейшем движется вместе с ней в направлении, указанном стрелкой, — до упора в ролик трещотки 4. Отпуская ручку, мы возвращаем механизм в исходное положение. Изменение интервалов письма осуществляется по следующей схеме. Передающий зуб 2 шарнирно скреплен с деталью 5, лежащей на детали 10. Изменяя основное положение детали 5, тем самым регулируем величину поворота шестерни 3 за один цикл. Для изменения основного по-



Фиг. 21.

ложения детали 5 нужно, пользуясь ручкой 6, вывести защелку 7 из зацепления с зубьями детали 8, тогда получим возможность переместить деталь 10 в одно из трех возможных положений. Перемещая деталь 10, тем самым изменяем основное положение детали 5. На фиг. 20 представлен строкоподающий механизм «Мерседес», работающий след. обр. Движение детали 1 осуществляется аналогично системе «Ундервуд». При движении детали 1 передающий зуб 2, укрепленный на ней, скользит выступающей шпилькой 6, укрепленной в нем, по детали 7 и входит в зацепление с шестеренкой 3, при дальнейшем движении поворачивая последнюю до упора зуба 2 в выступ трещотки 4. Затем ручка отпускается, и пружина 5 приводит механизм в исходное



Фиг. 22.

положение. Изменение интервалов осуществляется деталью 7, могущей принимать при перемещении три положения, тем самым регулируется момент зацепления зуба 2 с шестеренкой 3.

Регулировка осуществляется деформацией детали 1 и изменением оси вращения трещотки 4. На фиг. 21 представлен строкоподающий механизм «Континенталь», работающий сл. обр. Движение осуществляется ручкой, укрепленной на рамке каретки. Движение передается на деталь 1, могущую перемещаться относительно боковинки 6 полукаретки в направлении, указанном стрелкой. Деталь 1 передает движение передающему зубу 2, к-рый отходит от упорной муфты 9, закрепленной на боковинке полукаретки, и под действием своей тяжести передающий зуб входит в зацепление с шестеренкой 3. Движение шестеренки происходит до того момента, когда передающий зуб 2 упрется в одну из трех выступающих шпилек детали 4. Это положение фиксируется роликом трещотки 5. Отпуская ручку, даем возможность пружине 8 привести механизм в основное положение. Для изменения интервала письма, нужно, пользуясь ручкой 7, повернуть деталь 4 в одно из трех возможных положений; тем самым изменяется расстояние между передающим зубом 2 и упорными шпильками детали 4, а это регулирует поворот шестерни 3, за один цикл. Регулировка осуществляется деформацией передающего зуба 2. Чтобы дать возможность подавать строчку независимо от интервалов, у вала делают приспособление, выключающее его от строкоподающего механизма. На фиг. 22 представлено устройство сист. «Ремингтон», позволяющее произвести такое разобщение. Работа этого механизма происходит след. обр. На конце оси 5 расположены ролики 1, под действием пружины 2 разжимающий конус 3, другим своим концом давящий на прорезы шестерни 4, закрепляя установку последней. Для выключения шестерни 4, нажимают на ось 5. Ролики отходят от конуса 3, и ось освобождает зубчатое колесо 4.

Примеры эти не исчерпывают полного анализа всех механизмов и приведены исключительно для того, чтобы показать те пути, по которым надо идти при анализе конструкций П. м. В качестве примера м. б. приведены показатели, помещенные в табл. 1 (испытание относится к машинам «Ундервуд», сравнение произведено с П. м. «Рояль», показатели к-рой приняты за 100).

Для правильной и экономной работы П. м. недостаточна одна целесообразность ее с точки зрения конструкции. Неменьшее значе-

ние имеют: а) целесообразность применяемого материала; б) взаимозаменяемость деталей, в) выносливость машины в эксплуатации.

Табл. 1.—Показатели П. м. системы «Ундервуд».

Предмет испытания	П. м. 2096148	П. м. 2540934
Усилие для печатания с выключением главного механизма для передвижения каретки и без пром. клавиш	111,3	108,2
Усилие для печатания с работой главного механизма	158,7	129,3
Усилие для приведения в действие главного механизма	213,0	125
Усилие для передвижения каретки без натяжной пружины	142,7	146
Угол трения каретки о направляющие	142,0	144
Усилие для подъема регистра	280	220
Усилие для поворота валика для бумаги с помощью рычага для перевода строк	177,5	109,0
То же, по в обычных условиях работы машины	175	133,3

П. м. одной из лучших марок состоит из 1 789 деталей; из них различных по наименованиям и очертаниям 747 (табл. 2).

Табл. 2.—Спецификация деталей.

Род деталей	Количество деталей	
	различных	всего в П. м.
Литые детали	21	21
Штампованные детали	265	451
Детали из крупного пружинного материала	138	322
Оси	18	18
Детали горячей штамповки	16	36
Детали из квадратного калиброванного прутка	11	18
Резина, колеса, стекло, бумага, дерево и пр.	19	94
Шрифт	46	46
Винты	110	437
Пружины, гайки, штифты, шарик	103	346
Всего	747	1 789

В отношении литых деталей необходимо заметить, что на машину их приходится 8—10 кг. К наиболее ответственным относятся: рамка каретки, сегмент, части корпуса (боковинки, передок и задок), чугунная решетка и остов главного механизма. Почти 50% всех штампованных деталей получается при помощи простой вырубной операции (вырубка из полосы с пробивкой дыр). В остальных 50% встречается загибка. Вытяжных штампов требуется очень мало. Наиболее сложными и ответственными деталями являются след: литерные рычаги, столик главного механизма, шестерня главного механизма, лентоводитель, кольца к клавишам и т. п. 138 деталей из круглого прутка представляют собой несложные втулки, штифты и другие детали, к-рые м. б. получены с одной установки. Детали эти в большинстве случаев не имеют самостоятельного значения, а являются неотъемлемой частью штампованной детали. Многие детали после обработки из прутка требуют фрезеровки и другой станковой работы, а также термической обработки. К этим деталям относятся: шестеренки главного механизма, зубчатая муфта для пружин полукаретки, конич. шестеренка ленточного

механизма, эксцентриковые оси для табулятора и т. п. Анализ чугунного литья некоторых деталей П. м. приведен в табл. 3. Табл. 3.—Анализ чугунного литья деталей П. м. (в %).

Химический состав	Боковина корпуса «Мерседес»	Каретка «Ундервуд»	Корпус «Мерседес»
Углерод	3,11	4,37	3,4
Графит	1,78	3,14	*
Кремний	2,91	3,09	*
Марганец	0,6	0,73	*
Сера	0,07	0,08	0,067
Фосфор	1,11	0,37	0,048

* Не определялось.

Микроструктура чугунной каретки по торцовому сечению состоит из графита, перлита и феррита с очень мелкими включениями фосфористой эвтектики. Структура очень тонкая. Имеются скопления графитной эвтектики. Вес каретки: «Ундервуд»—2 230 г, «Континенталь»—2 850 г и «Мерседес»—3 650 г. Данные веса относятся к малым моделям. Микроструктура корпуса машины показывает, что она состоит из феррита, перлита, очень тонкого графита, гл. образом в виде графитовой и фосфористой эвтектики. Боковины представляют собой серый чугун мелкокристаллич. строения с мелкими выделениями вторичного графита, указывающего на быстроту остывания отливки. На литерные рычаги П. м. «Ундервуд» применяется кремнистая сталь (углерода 0,5%, кремния 2,83%); химический анализ показал, что такие примеси, как никель, хром, кобальт, отсутствуют. Такие же результаты дает анализ рычагов машин «Мерседес»: углерода 0,6—1,3%, кремния 0,2%. Металлографическое исследование, произведенное в отношении немецкого литерного рычага, позволяет установить, что литерные рычаги в немецкой машине сделаны из обыкновенной углеродистой стали, к-рая после штамповки цементирована с особым вниманием по отношению к концу рычага, работающего в направляющих. После цементации тот же конец рычага термически обработан. Химический анализ промежуточного рычага и заклепки-оси дал следующие результаты: промежуточный рычаг—углерода 0,45%, никель и хром отсутствуют; заклепка-ось—углерода 0,17%, никель и хром отсутствуют. Дыра под заклепку в рычаге не сверлена, а пробита. Заклепка сделана из железа, цементирована, после чего вставлена в отверстие промежуточного рычага и затем расклепана. Промежуточный рычаг сделан из калиброванной углеродистой стали. Никакой термич. обработки эта деталь не подвергается. Результаты химич. анализа клавишн. рычага и заклепки-оси на нем таковы (в %):

	Углерод	Никель	Хром	Марганец
Клавишный рычаг	0,20	—	—	0,35
Заклепка-ось на нем	0,25	—	—	0,27

Механическое испытание показало временное сопротивление на разрыв 59 кг/мм², удлинение 2,5% и поперечное сжатие 10%. Микроструктура позволяет с определенно-

стью заключить, что клавишный рычаг изготовляется из обычной мягкой подделочной стали (0,20% углерода), термически не обработанной. Заклепка-ось цементируется на глубину 0,1 мм, закаливается на мартенсит и после этого приклепывается к клавишному рычагу. Из различных деталей, служащих в качестве направляющих, исследованию были подвергнуты букводователь, передний рельс в немецкой машине, по к-рому ходит каретка П. м., и задняя штанга в америк. машине, по которой ходят подшипники, направляющие движение каретки П. м. Химич. анализ дал следующие результаты: углерода—0,25%, никеля и хрома не оказалось. Для изготовления этой детали была применена подделочная цементированная сталь, после чего все изделия подвергались закалке. Структура переднего рельса состоит из зерен феррита с прослойками перлита. Структура направляющей штанги дает мартенсит в стадии разложения. Штанга цементирована и затем термически обработана. Большое влияние на эксплуатационные свойства П. м. оказывает крепость и выносливость в работе различных зубчатых соединений—реек и шестерен. В практике эксплуатации П. м. бывали случаи, когда целые серии П. м. заграничных фирм выходили в ремонт после работы в течение нескольких месяцев из-за износа той или иной детали зубчатых зацеплений. Результаты химич. анализа различных зубчатых деталей П. м. таковы (в %):

	Углерод	Никель	Хром	Марганец
Ведущая рейка	0,25	—	—	—
Ведущая шестерня оси табулятора	0,33	—	—	—
Промежуточная шестерня ленточного механизма	0,25	—	—	0,42
Задняя шестерня ленточного механизма	0,22	—	—	0,31
Ведущая шестерня главного механизма	0,23	—	—	—

Микроструктура показывает, что ведущая рейка, шестерня оси табулятора и задняя шестерня сделаны из мягкой углеродистой, термически не обработанной стали. Промежуточная шестерня цементируется на толщину 0,15 мм и потом калируется на мартенсит. Ведущая шестерня главного механизма сделана из мягкой углеродистой, подделочной, термически не обработанной стали. Анализ тормозных переключающих и защелкивающих деталей дал следующие цифры:

	Углерод	Никель	Хром
Храповик вала	0,60	—	—
Муфта переключения	0,18	—	—
Копус храповика	0,13	—	0,25
Главный храповик	0,63	—	—
Собачка главного храповика	0,27	—	—

Приведенные данные не могут претендовать на исчерпывающую полноту, но они, охватывая различные ответственные детали из разных узлов и механизмов П. м., позволяют сделать вполне определенный вывод, что никаких специальных сталей заграничные фирмы при изготовлении П. м. не применяют. Почти все детали сделаны из обычной

углеродистой стали с содержанием 0,18—0,6% углерода (в редких случаях до 1,3%). Низкоуглеродистая сталь для ответственных деталей иногда цементируется и закаливается, хотя применяется в этих деталях и сырая низкоуглеродистая сталь. Детали, сделанные из стали с содержанием углерода 0,3% и выше, в большинстве случаев применяются в закаленном виде. Очевидно, что такая сталь м. б. изготовлена внутри страны, причем основное требование, которое к ней надлежит предъявить, — это однородность состава для установления ясности в последующей термич. обработке и точная калибровка после холодной прокатки. На заводе П. м. при производстве д. б. обращено большое внимание на постановку термической обработки, в частности методы цементации и закалки.

Основным оборудованием заводов П. м. являются прессы для холодной штамповки и автоматы. Ниже приводятся цифры оборудования механич. и прессового цехов америк. з-да и з-да СССР, а равно показатели необходимого оборудования на выпуск 10 000 шт. П. м. при работе в три смены (табл. 4).

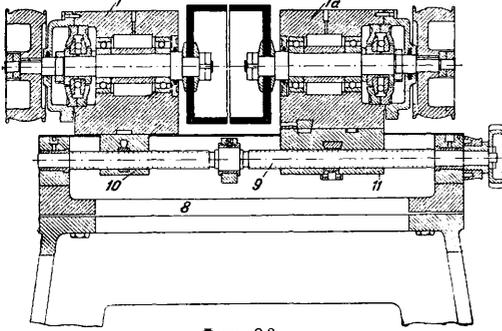
Табл. 4.—Оборудование механич. и прессового цехов заводов.

Наименование станков	Лиговский В-Д	На 10 000 П. м.	З-д «Ремингтон»
Автоматы токарные	30	7,50—9,75.	290
» фрезерные	8	2	*1
Станки револьверные	12	1—3	29
» сверлильные	44	11—13,9	419
» фрезерные	39	9,05—9,75	273
» токарные	2	0,5—1,13	34
» зуборезные	17	1,35—4,25	27
» резьбоворезные	15	3,75	—
» шпильки	3	0,13—0,75	4
» шлифовальные	3	0,75	*
Пилы	3	0,75	*
Станки специальные	4	1	*
Прочие	10	2,5	—
Прессы крупные, 60—180 т	2	0,5—1,25	39
» средние, 10—30 т	12	2,25—3	66
» мелкие, 1,5—3 т	5	0,6—1,25	18
» заклепочные	4	1	32

* Сведений нет.

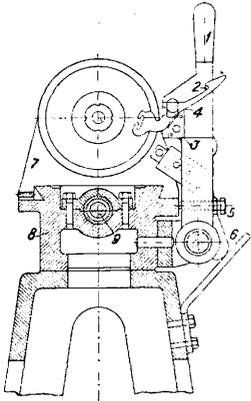
Из специального оборудования заслуживает внимания изготовление литер и подшлифовка литерных рычагов. На фиг. 23 представлен станок, служащий для такой подшлифовки после штамповки. Эта операция производится, с одной стороны, для того, чтобы снять град после штамповки, а с другой стороны, чтобы дать рычагу при его движении точное направление. Рычаг, как показывает фиг. 24, устанавливается при помощи штифта 2 и упора 3 на качающейся детали 1 и на ней закрепляется при помощи планки 4. При отвертывании нажимного барашка пружина отжимает планку 4, после чего м. б. быстро заложен новый нешлифованный рычаг. Упор 5 ограничивает движение детали 1, опираясь с одной стороны в станину при рабочем ходе детали 1 и планку 6 при возвратном ее движении. Бабки 7 и 7а со шпинделем шлифовальных кругов движутся в направляющих станины 8. Винт 9, имеющий опору

в трех местах, снабжен с одной стороны правой, а с другой—левой нарезкой. Бабки могут продвигаться по винту, как предста-



Фиг. 23.

влено на фиг. 23, при помощи направляющих гаек 10 и 11. Бабка 7а может переставляться по отношению направляющей 11. Грубое передвижение кругов 49 мм; в рабочем состоянии расстояние между ними равно 1 мм. В детали 1 вставлена оправка с алмазами; расстояние между алмазами равно 50 мм, что соответствует максимальному расстоянию между кругами (50 мм). Шлифовальные круги вращаются в разные стороны.



Фиг. 24.

До настоящего времени на большинстве э-дов П. м. не существует полной взаимозаменяемости, и сборочные операции проводятся индивидуально. Лишь немногие заводы, в том числе и завод П. м. в Лигове, имеют конвейерную сборку. Из немецких заводов хорошо поставленную окончательн. сборку на конвейере имеет э-д «Континенталь».

Количество сборщиков на заводе «Ремингтон» в Америке достигает 650 человек при выпуске 100 000 П. м. в год, что дает на одного сборщика около 150 П. м. в год. Цена сборки ок. 13 долл. В среднем можно

Табл. 5.—Сравнительные цифры выпуска, площадей и количества рабочих.

Наименование э-да	Выпуск П. м. в год в тыс. шт.	Число рабочих	Площадь пола в м ²	Выпуск на 1 рабочего	Выпуск с 1 м ²	Рем. Работы
«Ундервуд» . . .	225	4 500	50 000	50	4,5	} сме-на
«Ремингтон» . . .	100	2 200	42 000	45	3,7	
«Рояль» . . .	156	3 800	—	41	—	
«Точмех» (предварительный проект)	30	1 200	14 000	25	2,1	} сме-ны
Лиговский (проект)	40	1 654	12 796	24	3,1	

считать на П. м. примерно около 18—20 сборочных часов. В табл. 5 приводятся сравни-

тельные цифры выпуска, площадей и количества рабочих по некоторым-дам П. м. Ф. Дроздов.

Ленты для П. м. представляют собою полоски хл.-бум. ткани, пропитанные специальным красящим составом. Технич. требования, предъявляемые к лентам, таковы: 1) они при испытании должны давать четкие и ясные оттиски; 2) должны обладать ярким цветом, не изменяющимся под действием света; 3) не должны быстро изнашиваться (должны печатать не менее одного месяца при средней нагрузке машинистки); 4) не должны высухать при длительном хранении (2 г.); 5) ленты должны давать отпечатки, трудно стираемые резинкой или ножом; 6) должны иметь равномерную, не слишком жирную пропитку и не пачкать бумагу при письме и стирании резинкой; 7) ленты не должны заполнять (загрязнять) буквы пишущей машинки; 8) ленты должны состоять из одного куска и не иметь швов и склеек по всей длине; 9) края ленты (кромки) не должны лохматиться. Ленты для П. м. изготавливаются в большом ассортименте и различаются: а) по ширине (11, 13, 16, 25 и 35 мм); б) по цвету (фиолетовые, черные, синие, зеленые, красные и двухцветные; любая комбинация из указанных выше цветов, т. е. фиолетово-красная, черно-красная и т. д.); в) по назначению (обыкновенные — Рекорд — не копирующие, копировальные, гектографские и литографские). Ленты изготавливаются различной длины в зависимости от ширины их: ленты шириною до 9 мм изготавливаются длиной в 12 м, свыше 9 до 16 мм—10 м, свыше 16 до 25 мм—7,5 м, свыше 25 до 35 мм—6,5 м и для маленьких машин (дорожных и др.) изготавливаются длиной в 5 м. Производство лент для П. м., удовлетворяющих указанным выше технич. условиям, требует в первую очередь тщательного выбора ткани, из которой ленты вырабатываются. Ленточная ткань д. б. соткана из простой хлопковой пряжи (полотняное переплетение). Ткань должна состоять из равномерно выпряденных нитей и не иметь ткацких пороков (узлов, пропусков и т. п.). Количество нитей на 1 см по основе и утку д. б. не менее 50. Ткань д. б. равномерной в обоих направлениях, и разница в количестве ниток основы и утка не д. б. более десяти ниток. Ткань, предназначенная для выработки лент, не должна аппретироваться, в ней, наоборот, д. б. удалены все составные части, могущие помешать впитываемости красящего состава. Ленточная ткань в до-революционное время в России не вырабатывалась. Производство ленточной ткани в СССР впервые было организовано в 1927 г. на Глуховской ф-ке. Хорошая ленточная ткань должна удовлетворять след. анализу: 1) вес 1 м² ткани не выше 82 г, 2) плотность на 1 см по основе и утку 50—60 нитей, 3) количество аппрета в ткани, определяемое обработкой ее раствором биолозы Калле (1 г в 1 л воды при 70—80°), не выше 0,5%, 4) разрывная нагрузка по основе не ниже 30 кг, 5) удлинение не ниже 8%, 6) крутка пряжи на 1 см: основа 13 обор., уток 15 обор., 7) толщина ткани не выше 0,15 мм, 8) разрывная длина не ниже 10 км, 9) № пряжи

по основе 75—78 (по английской системе), по утку 96—100. В производстве лент для П. м. различаются три процесса: 1) резка ткани на ленты, 2) пропитка или окраска лент и 3) отделка лент.

Резка тканей. Ленточная ткань при поступлении на фабрику прежде всего подвергается перемотке в рулоны на специальной перемоточной машине, после чего рулон ткани длиной ок. 500 м поступает на ленторезальную машину, где и нарезается на ленты любой ширины. При намотке ткани в рулоны отдельные куски ее склеиваются канифольным карандашом, представляющим собою смесь 1 ч. канифоли и 1 ч. церезина. Резка ткани с одновременной окантовкой нарезанных лент производится на специальной машине. Одновременно с резкой должна быть произведена и окантовка (заклейка) краев (кромки) ленты, чтобы последние не лохматились при дальнейшей окраске их на лентокрасильных машинах, а также и при письме на П. м. Окантовка краев лент производится на машине клеевым раствором (50 ч. декстрина и 2 ч. желатины в 80 ч. воды или раствор 8 ч. мездрового клея в 35 ч. воды). Окраску нарезанной и окантованной ленты производят на лентокрасильных машинах (систем Бозека, Квадта, Дерстлига и др.).

Процесс окраски лент состоит в том, что отдельные рулоны означенной ленты проходят через систему красильных и отжимных валиков лентокрасильной машины, пропитываются специальным красящим составом и вновь наматываются в рулоны в другом конце машины, будучи уже годными для печатания на П. м. В зависимости от качества ткани и краски лента проходит через лентокрасильную машину несколько раз, кроме того степень пропитки лент регулируется соответствующей установкой красильных и отжимных валиков машины. Для более глубокой и интенсивной пропитки за последнее время (1928 г.) в Германии появились лентокрасильные машины с паровым подогревом. Окраску двухцветных лент производят на специальных лентокрасильных машинах, имеющих по два корыта с краской разного цвета, а также две системы валиков (по 4 валика в каждой). Окраска (пропитка) лент производится не на сплошных валиках, как это имеет место при окраске одноцветных лент, а посредством специальных колец из твердой резины, имеющих ширину, равную половине ширины окрашиваемой ленты. Кольца на машине устанавливаются таким образом, что лента, проходя через первую систему валиков и колец, пропитывается на половину своей ширины краской одного цвета и, проходя через вторую систему, пропитывается второй краской по остальной ширине и затем в другом конце машины наматывается в виде готовой двухцветной ленты. Для пропитки лент применяются специальные ленточные краски, к-рые не должны вредно влиять на металл. букв П. м., и поэтому наличие в красках свободных к-т или щелочей совершенно не допускается. Краски для лент готовят простым растворением анилиновых красок в глицерине; при этом лента,

изготовленная на глицериновой краске, дает хорошие, четкие оттиски, но со временем шрифт ленты быстро портится, т. к. глицерин поглощает влагу из воздуха и делает оттиски очень неясными и расплывчатыми. Краски для лент можно также изготовлять путем растворения основных красителей в подогретой олеиновой к-те с прибавлением некого количества парафинового масла. Наилучшие результаты при пропитке лент дают краски, представляющие собою смесь лаков и масел, тщательно растертые в шаровых мельницах или на трехвальцовых краскотерках.

Рецептура красок для лент: 1) фиолетовая Рекорд (некопирующая): 20 ч. фиолетового лака, 20 ч. костяного масла, 5 ч. касторового масла, 6 ч. кристаллвиолетбазе и 30 ч. олеина; 2) фиолетовая Рекорд: 7 ч. метилвиолетбазе, 10 ч. олеина, 40 ч. фиолетового лака, 32 ч. кунжутного масла и 30 ч. парафинового масла; 3) фиолетовая Рекорд (по Хигинсу): 24 ч. метилвиолета, 4 ч. касторового масла, 2 ч. кассиевого масла и 2 ч. карболовой к-ты; 4) черная Рекорд: 75 ч. америк. сажи, 5 ч. милори, 5 ч. фиолетового лака, 20 ч. шварцбазе, 80 ч. олеина, 80 ч. костяного масла и 50 ч. касторового масла; 5) черная Рекорд (по Вальтеру): 10 ч. нежнейшей сажи смешивают с 40 ч. вазелина и растирают 2 раза на краскотерке, после чего прибавляют 5 ч. раствора жирорастворимого нигрозана в олеине (1:2) и все вместе вновь растирают 4 раза на краскотерке, после чего краска готова для пропитки лент; 6) черная Рекорд: 18 ч. америк. сажи, 3 ч. фиолетового лака, 3 ч. милори, 10 ч. шварцбазе, 1 ч. метилвиолетбазе, 25 ч. олеина, 25 ч. парафинового масла и 25 ч. кунжутного масла; 7) синяя Рекорд: 15 ч. милори, 2 ч. викториаблаубазе, 8 ч. олеина и 20 ч. костяного масла; 8) синяя Рекорд: 75 ч. милори, 4 ч. ви. ториаблаубазе, 2 ч. кристаллвиолетбазе, 25 ч. олеина и 110 ч. кунжутного масла; 9) фиолетовая Рекорд двухцветная: 3 ч. специального фиолетового лака, 7 ч. касторового масла; 10) красная Рекорд двухцветная: 3 ч. бронзового лака, 1 ч. желтого лака, 9 ч. касторового масла; 11) черная Рекорд, двухцветная: 3 ч. америк. сажи, 1 ч. милори, 9 ч. касторового масла; 12) фиолетовая копирующая: 10 ч. кристаллвиолета, 14 ч. парафинового масла и 1 ч. касторового масла; 13) синяя копирующая: 9 ч. милори, 24 ч. метилвиолет синей, 1 ч. кристаллвиолета, 18 ч. касторового масла и 15 ч. костяного масла; 14) фиолетовая гентографская: 70 ч. кристаллвиолета, 3 ч. фиолетового лака, 3 ч. лаволина и 62 ч. кунжутного масла; 15) черная литографская: 12 ч. воска пчелиного, 8 ч. мыла ядрового, 10 ч. шеплака, 1 ч. соды, 2 ч. сала бараньего, 0,4 ч. сажи и 50 ч. воды.

Для уменьшения маркости свежих лент рекомендуется к ленточным краскам прибавлять 2—4% японского воска или церезина, а для предохранения их от заплесневения—0,1% карболовой к-ты. Отделка лент состоит из нескольких операций: 1) намотки окрашенной ленты на катушки, 2) упаковки лент в парафиновую бумагу и станиоль, 3) укладки лент в жестяные коробочки, индивидуальные и общие (по 10 шт.). Намотку лент на катушки производят на специальных ленторазмоточных машинах, конструкции которых очень многочисленны и разнообразны (наиболее простой и портативной является ленторазмоточная машина сист. Бозека). Ленты для П. м. должны храниться в сухом месте.

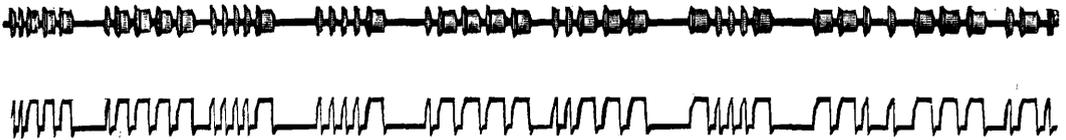
Качественные свойства лент. Лента Рекорд должна давать не менее 25 четких и ясных последовательных отпечатков, где под последовательными называются отпечатки, получаемые с одного и того же места ленты. Качественные свойства лент (в отношении числа последовательных отпечатков, их ясности и четкости) испытывают путем печатания на П. м. с электрическим

приводом; испытание состоит в том, что на листе писчей бумаги № 6 плотностью в 65 г печатают подряд одну и ту же фразу из 30—40 слов через одно и то же место ленты, сматывая последнюю каждый раз обратно к начальному положению. Испытание считается удовлетворительным, если на бумаге получается не менее 25 четких удобочитаемых записей. Копировальные ленты должны давать 6, гектографские 25 и литографские 1 000 хорошо читаемых отскоков.

В СССР в настоящее время разрабатывается обязательный стандарт лент для П. м. По этому стандарту предполагается внести ряд упрощений в отделку лент, а также значительно сократить ассортимент изготавливаемых лент. Так, из обыкновенных лент Рекорд стандартом предусмотрен выпуск лент только черного цвета, т. е. черный цвет является наиболее приемлемым по физиологическим и архивным соображениям (лучшая контрастность отпечатков на бумаге, светоустойчивость и пр.). Ленты для П. м. в дореволюционной России не вырабатывались. Впервые в СССР производством лент было организовано в 1925 г. Крупнейшим производителем лент в СССР является мос-

бенно в военной, чрезвычайно важна; она позволяет контролировать работу телеграфиста; 2) для повышения скорости приема при передаче сигналов быстродействующими автоматическими телеграфными аппаратами (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*) и 3) для возможности осуществления машинного шифрования депеш, применяя специальные аппараты как на передаче, так и на приеме.

П. п., давая много преимуществ для радиосвязи, в то же время вызывает некоторые осложнения в устройстве приемных аппаратов. Эти осложнения следующие. 1) Для записи сигналов их необходимо преобразовать в вид, требуемый для приведения в действие телеграфных аппаратов. Большинство телеграфных аппаратов реагирует на резко изменяющийся по величине ток постоянного напряжения. Для этого в приемной установке, предназначенной для П. п., дополнительно к аппаратуре, используемой для слухового приема, применяют выпрямитель, т. е. прибор, преобразующий переменный ток сигнала низкой частоты в ток постоянный, падающий к нулю в паузах между сигналами (см. *Быстродействующая радиопередача и радиоприем*). На фиг. 1



Фиг. 1.

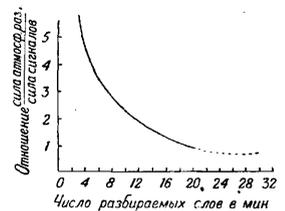
ковская ф-ка «Союз» им. Л. Б. Красина. Лента вырабатывается также ф-кой «Руссолент» в Москве и «АГА» в Ленинграде. Всего в СССР изготовлено было лент в 1930 г. 2 000 000 шт. В связи с предстоящей перестройкой в СССР з-да П. м. производство лент для означенных машин будет значительно увеличено.

Лит.: Г. П. 71912; Walther B., «Ch.-Ztg», 1921; p. 170; Lieferbedingungen für Farbaender, RAL 302 A; Lieferbedingungen für Farbtücher, RAL 302 B; Lehner S., Die Tintenfabrikation, 7 Aufl., W.—Lpz., p. 104, 1922; Lange O., Chemisch-technische Vorschriften, 3 Aufl., B. 3, p. 214, Lpz., 1923; Valenta E., Pette, Harze, Firnisse, Russ, schwarze Druckfarben, B. 2, 2 Aufl., p. 274, Halle a/S., 1925; Schweizer V., Die Destillation d. Harze, die Resinatlacke, Resinatfarben, die Kohlenfarben u. Farben für Schreibmaschinen, W.—Lpz., 1905. И. Зврки.

ПИШУЩИЙ ПРИЕМ, в радиотелеграфе и в проволочном телеграфе—прием сигналов, посылаемых передатчиком при подаче последних вручную ключом или автоматически передающей частью (трансммитером) телеграфных аппаратов, на запись или приемной частью (ресивером) телеграфных аппаратов, или же специальным приемным аппаратом, напр. *ондулятором* (см.), на бумажной ленте. П. п. используют для следующих целей: 1) для получения документальности принимаемого текста; как правило прием в радиотелеграфе осуществляется с помощью телефонов на-слух; но слуховой прием документальности не обеспечивает, а между тем документальность приема как в коммерческой связи, так осо-

показаны осциллограммы тока сигналов, используемого для слухового приема, а также осциллограммы выпрямленного тока для П. п. 2) Для приведения в действие выпрямителя необходимо вполне определенное усиление сигналов. Напр. простейший выпрямитель реагирует при подведении к нему напряжения от сигналов 5—10 В. Т. о. при приеме сигналов, дающих в месте приема силу поля $100 \mu\text{V}/\text{м}$, необходимо иметь приемную установку, обеспечивающую усиление по напряжению в 10^5 раз. 3) Бич П. п. на длинных волнах—мешающее действие атмосферных разрядов. П. п. без значительного понижения сигналов вообще возможен лишь при атмосферных разрядах, сила поля которых по крайней

мере от 1,5 до 2 раз меньше силы поля принимаемых сигналов. Если же сила поля атмосферных разрядов превышает силу поля сигналов, то П. п. или становится вовсе невозможным или осуществляется с большими искажениями, тогда как слуховой прием оказывается возможным. На фиг. 2 показана установленная экспериментально зависимость числа принимаемых на-слух слов в мин. (слово 5 букв) от отношения силы атмосферных разрядов



Фиг. 2.

к силе сигналов. Это обстоятельство в значительной степени ограничивает случаи возможного применения П. п. на практике. На коротких волнах П. п. оказывают мешающее действие, аналогичное мешающему действию на длинных волнах атмосферных разрядов, *замирания* (см.) сигналов.

Однако во многих случаях этих помех П. п. оказывается возможным и хорошо понимаемым при повторении каждого слова по несколько раз. Сила атмосферных разрядов и замираний и их количеств на единицу времени при этом методе приема с повторениями определяет собою число необходимых повторений, причем каждое повторение в значительной степени увеличивает вероятность безошибочного принятия слова. Прием сигналов методом повторений требует для распознавания принимаемого слова сличения П. п. его в различное время. Аппараты системы Бодо—Вердана производят эту операцию при помощи т. наз. реле с накопительным действием автоматически. Повышение скорости приема диктует: 1) необходимость увеличения силы сигналов по отношению к силе атмосферных разрядов приблизительно в линейной зависимости; 2) применение более сложных схем приема, позволяющих понизить эффект помех приему со стороны атмосферных разрядов и замираний, а также более сложных схем выпрямительных устройств с ограничительным действием, почему быстродействующий П. п. может находить надежное применение лишь в условиях, позволяющих осложнить приемную установку, т. е. в б. или м. стационарных условиях. Однако во многих случаях коммерческой радиосвязи, особенно при незначительной нагрузке линий связи, оказывается экономическим нерациональным вводить осложнения, вызываемые быстродействующим П. п., требующим к тому же повышения мощности корреспондирующего передатчика. Вот почему в радиосвязи, несмотря на значительные достижения в части быстродействующего приема, еще широко используется медленный П. п., а во многих случаях и слуховой прием. Медленный П. п. рациональным оказывается применять при приеме слабых сигналов с очень дальних расстояний. Мешающее действие атмосферных разрядов в этом случае может значительно понижаться тональными *фильтрами* (см.) с очень высокой избирательностью (порядка 20—30 пер/ск. при 30 словах), допускаемой для малых скоростей приема. Наоборот, при большой нагрузке линий радиосвязи рациональным и экономически выгодным оказывается применение быстродействующего приема с повышением мощности передатчиков.

При современных возможностях радиоприемной техники простейшая приемная радиоустановка П. п., могущая найти применение также и в подвижных радиостанциях, строится на следующих принципах. 1) Выпрямитель работает от одной лампы с большой крутизной и с резко выраженным детекторным действием (обычно пентод). Рациональным в этом случае может оказаться и применение генерирующего выпрямителя. Такой выпрямитель работает от напряже-

ния сигнала, подведенного к нему, 1—2 V и меньше. 2) Пишущая часть, представляющая собою простейший ондулятор, электро-механическая система к-рого (гальванометр с пишущим пером взамен стрелки) совмещается в одном приборе с выпрямителем. 3) Лента протягивается простейшим по устройству и компактным часовым механизмом. О современных приемных устройствах для быстродействующего П. п. см. *Быстродействующая радиопередача и радиоприем*, а также *Ламповые приемники*.

Для П. п. по радио наиболее удобными оказываются телеграфные регистрирующие аппараты, работающие от сигналов кода Морзе, так как при приеме сигналов Морзе легче и удобнее в условиях радиоприема осуществлять регулировку и контроль работы аппаратов. При приеме на аппараты, работающие точечными кодами, наглядного контроля приема при помощи ондулятора получить нельзя, почему и рациональность последнего отпадает почти совершенно. Это приводит практически к необходимости при применении для радиосвязи этих аппаратов значительно увеличивать для надежного действия этих аппаратов на приеме мощность корреспондирующих передатчиков по сравнению с той мощностью, которая требуется для П. п. сигналов Морзе. Шифровальные машины для радиосвязи рационально строить т. о., чтобы передаваемые в «эфир» сигналы состояли из ритмич. точек и тире.

Лит.: см. *Быстродействующий радиопередача и радиоприем* и *Ламповые приемники*.

ПИЩЕВЫЕ ЖИРЫ, растительные и животные жиры, могущие служить питательными веществами для человека. П. ж. в человеке. организме являются носителями потенциальной энергии; сгорая до CO_2 и H_2O , они выделяют свыше 9 000 Cal на кг, т. е. примерно вдвое больше, чем углеводы и белки; кроме того П. ж. в организме ограничивают расхождение белков, отлагают в тканях запасы, обладают способностью быстро насыщать и придают пище приятный вкус. Количество П. ж., необходимое для питания человека, зависит от состава пищи, от производимой человеком работы и расхода тепла. Физиологи считают, что средняя суточная потребность нормального взрослого человека в П. ж. определяется от 50 до 100 г, включая сюда как жиры в натуральном виде, так и те, которые входят как составная часть в другие пищевые продукты. Усвояемость П. ж. организмом зависит гл. обр. от их $t_{\text{пл.}}$: чем $t_{\text{пл.}}$ жира ниже, тем как правило выше его способность эмульгироваться, а следовательно и тем выше усвояемость. В отношении усвояемости П. ж. делят на три группы: 1) жиры с $t_{\text{пл.}}$ ниже 37° ; 2) жиры с $t_{\text{пл.}}$ выше 37° и 3) жиры с $t_{\text{пл.}}$ значительно выше 37° . Жиры первой группы усваиваются организмом на 97—98%, второй—на 89—90% и третьей—на 90% и меньше. Примесь легкоплавких жиров к жирам с высокой $t_{\text{пл.}}$ повышает усвояемость последних. Глицериды непредельных к-т усваиваются лучше глицеридов предельных кислот. Подавляющее большинство растительных и животных жиров (при условии, что они получены из здорового масляного

сырья или здоровых животных) м. б. употребляемо в пищу. Известно весьма мало жиров, определенно вредных для здоровья или ядовитых, как например кардамоновый жир, масло из красной бузины.

П. ж. содержат (обычно в десятых долях процента) сопутствующие им вещества: *стерины* и *фосфатиды*, имеющие большое значение для образования клеточных тканей. Обычные растворители жиров (эфир, бензин, бензол) растворяют также и П. ж. *Стерины* находятся в неомыляемой части жиров и представляют собой одноатомные вторичные спирты с одной двойной связью и эфиры их с жирными к-тами. *Фосфатиды*—соединения, в состав к-рых входят кроме жирных к-г фосфорная к-та, азотистое основание (напр. холин) и алкоголь (обычно глицерин). *Стерины*, находящиеся в животных жирах, называются *зоостеринами*, в растительных—*фитостеринами*. Содержание зоостерина в неомыляемой части жиров составляет до 55%, фитостерина—до 15%. Различным зоостеринам и фитостеринам (кристаллическая форма, $t_{пл.}$, рефракция) пользуются для открытия подмеси растительных масел к животным жирам. Типичным представителем зоостерина является *холестерин* $C_{27}H_{46}O$, к-рым особенно богат тресковый жир, содержащий его 0,5—2%; в прочих животных жирах он содержится в количестве 0,1—0,5%. Фосфатиды чаще всего встречаются в виде важнейшего их представителя—*лецитина* (см. *Лецитины*). Содержание его в сухих соевых бобах около 2%.

Многие из жиров содержат *витамины* (см.) антискорфутичные. А и антирахитный D. В соответствии с этим жиры, в отношении их биологич. ценности, м. б. расположены в следующий ряд: рыбий (тресковый) жир—А и D, легкое сливочное масло—А и D, говяжий жир—А, бараний жир—А, зимнее сливочное масло—А, кокосовое масло—D. Остальные жиры крайне бедны витаминами и их совсем не содержат их.

Жиры, как и все пищевые продукты, сохраняются тем лучше, чем с большей чистотой они приготовлены. Стойкость П. ж. при хранении увеличивается при освобождении их от воды и загрязнений, при стерилизации и при прибавлении к ним консервирующих веществ, напр. чистой поваренной соли. Стойкость различных П. ж. при одних и тех же условиях хранения зависит от их природы. Общими условиями предохранения жиров от преждевременной порчи являются: 1) чистота жиров и посуды, 2) абсолютная сухость посуды и помещения для хранения жиров, 3) отсутствие света, 4) отсутствие воздуха (жиры следует хранить в совершенно заполненной и хорошо закупоренной посуде), 5) низкая t° хранения. Основными признаками порчи П. ж. являются их прогоркание и осаливание. *Прогоркание* и *осаливание* представляет собой очень сложный расщепительно-окислительный процесс, происходящий под влиянием липазы белков, света, кислорода воздуха, воды и минеральных катализаторов (напр. солей железа), ведущий к образованию свободных

жирных к-т, оксикислот, лактонов, ангидридов, алкоколей, эфиров, альдегидов, кетонов, ацеталей и других соединений, что влечет за собой появление несвойственных жиру—цвета, неприятного запаха, горького и парализующего горло вкуса. Процесс прогоркания типичен для жиров, содержащих значительное количество непредельных к-т ряда олеиновой к-ты. Твердые жиры, богатые предельными к-тами, прогоркают труднее; особенно стойки в отношении прогоркания кокосовое масло и гидрогенизованные жиры; наличие в жире органических примесей (белков, углеводов) и воды способствует прогорканию. *Осаливание* (преимущественно коровьего масла, маргарина и гидрогенизованных жиров) сказывается в появлении «салистости»—оставления на языке ощущения сала—и является результатом физич. процессов, связанных с кристаллизацией твердых глицеридов. В табл. 1 (ст. 497—498) сведены факторы, вызывающие порчу пищевых жиров, а также приведены характерные признаки этой порчи.

Потребительское достоинство П. ж. оценивается прежде всего по их консистенции, цвету, запаху и вкусу; физич. и химич. методы исследования сводятся к определению $t_{пл.}$ и $t_{засм.}$ кислотности, а в подозрительных случаях—также к микроскопическому исследованию. Требования в отношении качества наиболее употребительных в СССР П. ж. предусмотрены соответствующими общесоюзными стандартами (ОСТ). Сравнительная потребительская оценка различных П. ж. основана на их вкусовых, кулинарных, экономич. (удельный расход), физиологич., биологич. и клинических свойствах. Установлено, что введенные в организм человека жиры, в результате процессов расщепления, происходящих при пищеварении, в известной степени унифицируются. Это позволяет строить технологию П. ж., обезличивая индивидуальные особенности отдельных жиров и преобразовывая их для придания им свойств, соответствующих условиям их применения. Необходимо лишь, чтобы П. ж. были вкусны, хорошо усвояемы, полноценны и отвечали тем технологич. целям, для к-рых они назначаются.

Классификация П. ж. может быть построена или по признаку их назначения или по признаку происхождения. В первом случае П. ж. делятся на жиры: 1) для стола, 2) для кухни, 3) для кондитерского и пекарного дела, 4) для консервного дела, 5) для аппретирования пищевых продуктов. Во втором случае П. ж. делятся: 1) на растительные масла (сырые жидкие масла, рафинированные жидкие и твердые масла), 2) животные жиры (коровье масло, пищевое сало и олеомаргарин, смалец и ляды, рыбы жиры и ворвани, а также прочие пищевые животные жиры), 3) искусственные П. ж. (купированные масла, гидрогенизованные жиры, компаундированные масла, маргарины, синтетические П. ж.).

В области снабжения жирами за последние несколько десятилетий произошел во всем мире значительный сдвиг: появился целый ряд новых и сильно расширились площади старых масличных культур, бы-

Табл. 1.—Характерные признаки порчи пищевых жиров. *

Признаки порчи	Кислотность	Прогоркание	Осаливание
Характеристика состояния	Повышенное содержание свободных жирных к-т	Специфич. неприятные запахи и вкус	Изменение консистенции вследствие образования продуктов с более высокой $t^{\circ}\text{пл.}$
Причины, вызывающие порчу	1) Гидролитич. расщепление: а) липазой, б) каталитич. влиянием 2) Окислительное расщепление ненасыщенных к-т или их глицеридов с образованием более низких молекулярных к-т	Действие кислорода воздуха в присутствии света и влаги на ненасыщенные кислоты. Образование перекисей, альдегидов, дальнейшее окисление альдегидов в к-ты	1) Образование окиснокислот вследствие присоединения кислорода или воды к двойной связи 2) Процессы полимеризации 3) Образование более высокоплавящихся продуктов вследствие окислительного расщепления
Изменение констант	1) $t^{\circ}\text{пл.}$ не изменяется 2) Повышаются: кислотное число, число омыления, число Рейхерт-Мейсля и число Поленске 3) Иодное число или не изменяется или понижается	1) В начале процесса слабое, при дальнейшем течении более сильное повышение кислотного числа, а также числа омыления, числа Рейхерт-Мейсля и числа Поленске 2) Иодное число понижается 3) Ацетильное число в большинстве случаев повышается 4) Коэф. рефракции в большинстве случаев повышается	1) Повышение $t^{\circ}\text{пл.}$ 2) Изменение кислотного числа, числа омыления, числа Рейхерт-Мейсля и числа Поленске возможно, но не обязательно 3) Иодное число понижается 4) Ацетильное число повышается 5) Коэф. рефракции повышается
Органолептич. признаки	Кислый, неприятный вкус Цвет в большинстве случаев не меняется	Неприятный резкий вкус и запах Изменение цвета	Сальный вкус; повышение вязкости у масел; цвет не меняется
Характерные химич. реакции	Определение кислотного числа	Альдегидные реакции, в особенности Fellenberg'a и Kreis'a	Определение $t^{\circ}\text{пл.}$, иодного числа и ацетильного числа

* T ä u f e l, K. «Alg. Fette- u. Öl-Ind.», 1930, 3.

ли открыты способы очистки и «облагораживания» растительных и животных жиров. Растительные масла заняли основное место в промышленности П. ж. Такое положение особенно характерно для СССР. Но в то время как З. Европа и даже США, развивая свою маслосбойную и масложэкстракционную промышленность, вынуждены это делать на базе импортного сырья, СССР строит выработку растительных масел исключительно на собственном сырье. Общая площадь посевов масличных культур СССР значительно возросла против довоенных размеров (см. табл. 2), и дальнейший рост намечен еще в больших темпах.

Организация масличных совхозов и коллективизация сельского хозяйства, использования результатов научно-исследовательских работ и механизация обработки, к-рые в СССР в широких размерах ведутся в области масличных культур, создают особо благоприятные условия для дальнейшего развития старых и насаждения новых масличных культур. О потреблении растительных масел в СССР в нынешнее время (по данным Масложирсиндиката за 1928/29 год)—см. табл. 3.

Промышленность П. ж., занимающая за границей уже давно центральное место в общей выработке и переработке жиров, в дореволюционной России имела весьма не-

Табл. 2.—Посевные площади маслосемян в СССР (в тыс. га).

Наименование культуры	1930 г.	1913 г.*
Подсолнечник	3 465	900
Хлопчатник	1 585	700
Лен	2 250	1 350
Конопля	925	650
Клещевина, соя, мак, рапс	460	150
Итого	8 685	3 750

* В пределах современных границ.

Табл. 3.—Баланс растительных масел СССР за 1928/29 г. (в тыс. т).

Наименование масел	Выработка	Потребление		
		пищевое	техническое	прочее
Подсолнечное	397,5	281,3	286,9	29,3
Хлопковое	63,7	21,9	29,8	12,0
Льняное	98,5	43,6	52	2,9
Конопляное	77,1	60,3	16	0,8
Проч. (соевое, касторовое, горчичн., сурепное, маковое, кунжутное и др.).	29,8	14,9	12,8	2,1
Итого	666,6	422	397,5	47,1

большое значение и носила кустарный характер. Только в последние годы в СССР на-

чинает создаваться мощная промышленность по выработке и переработке П. ж.; на основе новейших достижений техники строятся салотопенные, рафинировочные и маргариновые установки.

Пищевое салотопление комбинируется с мясопереработкой (боенским делом). Создание в СССР промышленности П. ж. внесет большую рациональность в общее жировое хозяйство Союза. Оно позволит в соответствии с требованиями санитарии, технологии, потребления и общей экономии жиров правильно использовать жиры на многообразные пищевые и технич. нужды человека. Дополнительные сведения о современном производстве жиров и масел см. *Маслобояное производство, Маслоделение, Маслоэкстракционное производство, Маргарин*.

Лит.: Никитинский Я. Я., *Очерки по товароведению пищевых средств*, М., 1927; Гайдук А. А., *Масла и жиры в питании*, пер. с нем., М.—Л., 1926; Братман Г. В., *О методах определения прорывности жиров*, «Вестник фармации», М., 1925, 3 и 4; Энгельгардт В., Игнатов Н., Корнилов Н., Жиры, «БМЭ», М., 1929, т. 10; Абделгальдеп Э., *Основы питания*, пер. с нем., Л., 1926; Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Öle u. Fette, hrsg. von L. Ubbelohde und F. Goldschmidt, B. 2, Lpz., 1920; Technologie d. Fette u. Öle, hrsg. v. G. Heffer, B. 3, B., 1921; Grün A., *Analyse d. Fette u. Wachse*, B. 1, B., 1925; Jolles A., *Chemie d. Fette vom physiologisch-chemischen Standpunkte*, 2 Aufl., Strassburg, 1912; Франск Н., *Die Verwertung von syntetischen Fettsäureestern als Kunstspeisefette*, Brschw., 1921. **Е. Мирнин.**

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, обширная группа продуктов, предназначенных в пищу людям. За исключением немногих П. п. они обладают весьма сложным химич. составом, в который обычно входят: вода, различные минеральные и (гл. обр.) органич. вещества.

В некоторых П. п. вода составляет большую часть по весу: напр. свежие овощи содержат 65—95% (б. ч. свыше 80%) воды, в ржаном хлебе 45—49%, в картофеле—75% воды, в молоке 87—88%, в сыром мясе 60—70%; в других П. п. содержание воды сравнительно невелико, напр. мука и различные крупы содержат обычно лишь 12—15% воды, сливочное масло 14—16%, обол. сушеная—20%, и наконец имеются П. п. с весьма незначительным содержанием воды: сухари и сухое печенье содержат только 5—8%, топленое коровье масло 1,5—2%, сахар рафинад не более 0,5% воды.

Минеральных веществ в большинстве естественных П. п. содержится немного—всего 1—3% (в мясе 1—2%, в зерне пшеницы и ржи 1,8—2,5%, молоке—1,0% и т. д.), и по химическому составу несмотря на сложность последнего они довольно тождественны в разных продуктах; в состав их обычно входят соли калия, магния, кальция, натрия, железа и др.; соли гл. обр. фосфорнокислые и в значительно меньших количествах сернокислые, кремнекислые, углекислые и хлористые. В ничтожных количествах (миллионные доли) в золе растительных продуктов находят марганец, медь, цинк, иод, бром и др. Минеральные вещества определяются обычно в виде золы, остающейся после сжигания вещества, но необходимо иметь в виду, что некая часть зольных веществ (часть фосфора и серы, определяемых в золе) в действительности находится в продуктах в составе сложных органич. соединений и лишь

по разрушении последних сжиганием остается в золе в виде солей. Минеральные вещества имеют важное значение для питания человека, так как идут на построение его организма. Однако организм человека обычно удовлетворяется тем количеством и качеством минеральных веществ, которые содержатся в П. п. и в воде, и лишь одно минеральное вещество постоянно добавляется к пище—поваренная соль.

Наиболее существенными для питания являются органич. вещества П. п., из них выделяют три основных группы: углеводы, белки и жиры. Углеводы—вещества, особенно часто встречающиеся в растительных П. п., в силу чего имеют большое значение для питания человека как наиболее дешевый источник энергии. При сгорании 1 г углеводов в организме выделяется (по Рубнеру) в среднем 4,1 Cal. Среди углеводов различают растворимые в воде и нерастворимые. Из растворимых наибольшее значение имеют разные виды сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, лактоза и др.) и декстрины; из нерастворимых—крахмал и клетчатка. Близко к углеводам стоят весьма распространенные в растительном царстве такие вещества, как гемицеллюлозы (пентозаны), растительные слизи и камеди, пектиновые вещества, лигнин и др. При гидролизе этих веществ получаются разные виды сахара и вместе с ними другие вещества—неуглеводы. Сахар характеризуется легкой и быстрой усвояемостью, а потому способен быстро повышать рабочую производительность мускулов и кроме того в качестве вкусового вещества благотворно действует на нервную систему, сообщает организму способность быстро преодолевать ощущение усталости. Крахмал, декстрин и другие углеводы усваиваются организмом только после того, как они действием пищеварительных соков будут переведены в сахар, и следовательно значительно медленнее по сравнению с сахаром. Клетчатка почти не поддается действию пищеварительных органов человека, раздражает стенки кишечника и обуславливает более быстрое его освобождение (усиливает перистальтику кишек). В силу сказанного наличие в П. п. значительного количества клетчатки обезценивает его. Особенное значение в питании человека имеют белковые (азотистые) вещества, т. к. они служат для организма источником тепла и мускульной энергии и необходимы для построения веществ самого организма, которые, являясь также азотистыми веществами, в результате сложных жизненных процессов постоянно расходуются. В первом случае белковые вещества м. б. заменены углеводами и жирами, во втором же они незаменимы и играют исключительную роль. Белковыми веществами особенно богаты П. п. животного происхождения—мясо, рыба, яйца, но и в некоторых растительных продуктах содержание их бывает также достаточно высоко, напр. семена бобовых растений содержат до 25% азотистых веществ, богаты ими некоторые сорта пшеницы, дрожжи, грибы и т. п. При испытании и оценке П. п. содержание азотистых веществ имеет существенное значение.

В настоящее время принимают (по Рубнеру), что при сгорании в организме 1 г белка освобождаются 4,1 Cal (как и при сгорании углеводов). При оценке белковых веществ необходимо еще различать белки полноценные, дающие при расщеплении в организме полностью необходимые для организма аминокислоты и азотистые органич. основания (таковы белки мяса, молока), от белков неполноценных, при расщеплении которых указанные вещества получаются не в полном объеме и в ненадежном соотношении (напр. один из белков кукурузы—цинн не дает триптофана, лизина и гликокола). Наконец жиры—также обычная составная часть как растительных, так и животных продуктов. Их ценность заключается в том, что при сгорании в организме они развивают много тепла: 1 г жира дает 9,3 Cal. Недостатком неких из них является быстрая прогорькаемость (См. *Пищевые жиры*).

На основании всего сказанного, зная химич. состав П. п., можно определить его калорийность, т. е. количество тепла, к-рое могут дать 100 г продукта при сгорании в организме. Пусть напр. молоко содержит 4% белка, 5% сахара и 3,5% жира. Калорийность такого молока будет равна: $4 \cdot 4,1 + 5 \cdot 4,1 + 3,5 \cdot 9,3 = 16,4 + 20,5 + 32,6 = 69,5$ Cal. Если ржаной хлеб содержит 8% белков, 1% жира и 38% углеводов, его калорийность будет: $8 \cdot 4,1 + 38 \cdot 4,1 + 1 \cdot 9,3 = 32,8 + 155,8 + 9,3 = 197,9$ Cal. Эта калорийность называется теоретической, т. к. при ее определении не принята во внимание усвояемость продукта, а считается, что все вещества как бы полностью организмом используются, чего в действительности не бывает. Усвояемость растительной пищи ниже усвояемости животной; по Рубнеру усвояемость белков молока равна 92,0%, жиров—95,0% и углеводов—100%, следовательно из 100 г молока организм получает $16,4 \cdot 0,92 + 20,4 \cdot 1,0 + 32,6 \cdot 0,95 = 15,1 + 20,4 + 31,0 = 66,5$ Cal. Эта калорийность в отличие от теоретической называется практической калорийностью. Усвояемость ржаного хлеба из муки среднего качества принимают равной для белков 70%, жиров 85% и углеводов 95%, следовательно полезная калорийность ржаного хлеба вышеуказанного состава будет равняться $32,8 \cdot 0,70 + 155,8 \cdot 0,95 + 9,3 \cdot 0,85 = 178,9$ Cal.

В зависимости от химич. состава и происхождения П. п. можно подразделить на следующие группы: 1) мясо и мясные продукты, 2) рыба и рыбные продукты, 3) молоко и молочные продукты, 4) яйца и яичные продукты, 5) животные жиры, растительные масла, маргарин, 6) зерновые продукты (зерно, мука, крупа, печеный хлеб, печенье), 7) крахмал и крахмала продукты (декстрин, патока, глюкоза), 8) сахар, мед и кондитерские изделия, 9) плоды, овощи, грибы. К группе П. п. близко стоят т. наз. вкусовые вещества, которые действуют на нервную систему, усиливают деятельность пищеварительных органов и т. о. способствуют усвоению и использованию П. п. Сюда относятся: а) чай, кофе, какао, б) пряности, в) спиртные напитки. Вещества эти ценны не по их калорийности и содержанию белков, углеводов и жиров, а главным образом по содержанию в них специфических веществ: в первой группе—алкалоидов, во второй группе—эфирных масел и в третьей группе—спиртов и эфиров.

В пище человека кроме всех вышеуказанных питательных веществ должны содержаться еще дополнительные вещества—*витамины* (см.), необходимые для полного усвоения пищи; при отсутствии их (а в и т а м н о з) организм заболевает (рахит, бери-бери, цынга и другие). В нижеследую-

щей табл. приведены указания о содержании витаминов А, В и С в различных продуктах (+ означает, что витамин содержится в малом количестве, ++ означают большее содержание витамина, +++ означают, что продукт богат витамином, 0—отсутствие его). Содержание витаминов в различных пищевых продуктах.

Питательные продукты	Витамины		
	А	В	С
Жиры			
Коровье масло	+++	0	
Рыбий жир	+++	0	
Говяжий жир	++	0	
Растительные масла	0	0	0
Маргарин	0	0	0
Мясо, рыба			
Говядина, баранина	0	+	0
Печень, почки, сердце	+	++	+
Моаг	+	++	
Рыба жирная	++	0	
Селедка	+	++	
Молочные продукты, яйца			
Цельное молоко свежее	+	+	
Цельное молоко кипяченое	мало	+	
Цельное молоко сгущенное	0	+	
Сыр жирный	++	0	
Яйца	++	+	
Зерновые продукты			
Рожь	0	+	0
Пшеница, маис, рис необо- дранный	+	+	
Пшеничные, маисовые, ри- совые отруби	+	++	
Белая мука, полированный рис	0	0	0
Плоды и овощи			
Яблоки	+	++	+++
Лимоны, апельсины	+	++	+++
Орехи грецкие	+	++	
Карт.фельд	+	++	++
Капуста	+	+++	+++
Шпинат	+++	+++	+++
Томаты	++	+++	+++
Морковь	++	++	++
Лук	++	++	++

Во многих странах продажа и изготовление П. п. регулируется особыми пищевыми кодексами, известны например швейцарский кодекс, австрийский и германский. Во всех этих кодексах дается не только точное определение П. п., но указываются также его торговые сорта и качественные нормы, способы упаковки, приводятся методы испытания и пр. В СССР на многие П. п. Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны (СТО) установлены и опубликованы стандарты (ОСТ), в к-рых также приведены указанные данные. Кроме нормировки качества необходимо и издание специальных законодательных актов, карающих за уклонение от этих норм и фальсификацию П. п. Во многих странах такие законодательные акты имеются.

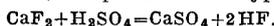
Лит.: «Труды Центр. статистич. управления», М., 1925, т. 22, вып. 1—Нормальный состав и пищевое значение продовольств. продуктов; Товароведение, под ред. проф. П. П. Петрова и Ф. В. Церевитинова, т. 4, М.—Л., 1929; Проект пищевого кодекса, «Пищевая промышленность», М., 1926; Общесоюзные стандарты (ОСТ) отдел 9, Москва: T i l l m a n s, Lehrbuch der Lebensmittelchemie, М., 1927; Schweizerisches Lebensmittelbuch, 1909; Codex alimentarius Austriacus, В. 3, W., 1917; Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung u. Beurteilung v. Nahrungs- u. Genussmittel

für das Deutsche Reich, H. 1—3, Berlin, 1897—1902; Röttger H., Lehrbuch d. Nahrungsmittelchemie, 5 Aufl., B. 1—2, Lpz., 1926; König J., Chemie der menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel, 4 Aufl., B. 1, B., 1921; Gerlach V., Deutsches Nahrungsmittelbuch, Heidelberg, 1922; «Zeitschrift f. Untersuchung, d. Lebensmittel», B., «Annales des falsifications et de fraudes», P.

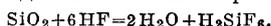
В. Смирнов.

ПЛАВИКОВАЯ КИСЛОТА, водный раствор фтористого водорода, HF, молекулы которого в водном растворе ассоциированы и имеют состав H_2F_2 . Фтористый водород встречается в природе в свободном состоянии (как таковой или в виде П. к.) крайне редко. Однако по данным нек-рых авторов, напр. Маттеучи [1] HF удалось обнаружить в газообразных продуктах у вершины Везувия. Значительно более распространены в природе соли П. к. в виде минералов, например **криолит** (см.), **плавиковый шпат** (см.), вилъ-омит NaF (уд. в. 2,79, тв. 2—2,5) и др. Плавиковый шпат обычно и является сырьем для производства фтористого водорода и П. к.

Получение фтористого водорода. 1) HF образуется при непосредственном соединении фтора и водорода; эта реакция протекает и в отсутствии света и даже при охлаждении до $t^\circ = -252,1^\circ$. 2) При действии фтора на H_2O , NH_3 , H_2S и углеводороды фтор отнимает водород и дает HF, причем в нек-рых случаях протекание реакции облегчается одновременным образованием флюоридов металлоида, связанного с водородом. 3) Флюориды (фториды) металлоидов легко гидролизуются, давая с водой HF, т. е. образуя П. к. Так, JF_5 или PF_5 дают с водой раствор П. к. 4) Некоторые фториды металлов, напр. фтористый свинец, фтористое серебро, при действии на них перегретого водяного пара выделяют HF, конденсирующегося с водой в виде П. к. 5) При действии конц. серной к-ты на фториды и соли кремнефтористоводородной к-ты (H_2SiF_6) образуется HF. Этим путем чаще всего получают HF в лабораториях. Эта же реакция лежит в основе производства П. к. Заводской метод получения HF и П. к. состоит в подогревании лучших сортов плавикового шпата (не содержащих SiO_2) до 130° с серной к-той, содержащей 10% воды, в реторте—котле из чугуна с чугунной же освинцованной крышкой. По P. Baud [2] загрузка состоит из 100 в. ч. CaF_2 (с примесью SiO_2 не более 2—3%), 180 в. ч. 90%-ной серной к-ты и 150 в. ч. гипса, к-рый понижает разъедание аппаратуры. Реторта соединяется с серией свинцовых конденсаторов, содержащих воду или разбавленную П. к. Полученная к-та собирается в свинцовые бутылки. Реакция протекает по ур-ию:

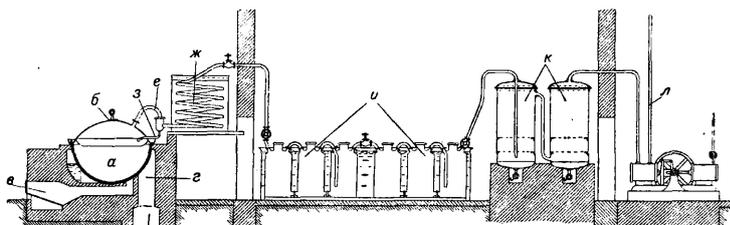


В присутствии SiO_2 выход HF резко уменьшается вследствие побочной реакции:



Современная аппаратура для получения П. к. состоит в следующем (вакуум-метод Эккельта [3], фиг. 1). Разложение CaF_2 серной к-той производится в чугунном котле

а, с толщиной дна 4,5 см. Котел закрывается тяжелой свинцовой выпуклой крышкой б (толщина 10 мм), борта к-рой образуют фланцы, стягиваемые с бортами котла; при этом борта крышек загнутаются вверх, образуя вокруг крышки жолоб, в к-рый наливают воду для охлаждения. В свинцовую крышку впаивают защитные лотки для того, чтобы конденсирующаяся серная к-та не стекала по стенкам котла. Для большей не-



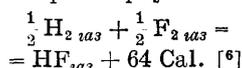
Фиг. 1.

проницаемости между котлом и насадкой применяют каолиновую замазку. Котел снабжен топкой e ; топочные газы, обогнув котел, проходят через z в канал d . Загрузка состоит из 800—900 кг CaF_2 и 1 200—1 400 кг 60%-ной серной к-ты. Переработка этой загрузки требует двух дней; получаемый газообразный HF проходит через трубу e в змеевик $ж$; механически унесенная H_2SO_4 конденсируется и стекает через трубу z обратно в котел a . Газ из змеевика поступает в свинцовые конденсаторы u , содержащие по 250 л H_2O или разбавленной к-ты. В систему включают 2 батареи по 3 конденсатора в каждой. Конденсаторы стоят в охлаждающей ванне, с циркулирующей водой. По выходе из конденсаторов газ попадает в поглотители $к$ —два чугунных котла высотой 2 м, асфальтированных изнутри; для этого газ просасывается в первом котле сквозь известковое молоко и во втором котле сквозь известь. Вышедшие из поглотителя газы откачиваются с помощью насоса и удаляются наружу через трубку $л$. Этим путем получают обычно 25%-ную кислоту. При правильной работе 2 котла работают вместе. Продажная П. к., получаемая дистилляцией, содержит 40—52% HF, maximum 55%.

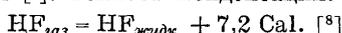
Техническая П. к. всегда содержит серную и кремнефтористоводородную к-ты, равно как Fe, As, Pb, SO_2 , иногда H_2S (если исходный CaF_2 содержит сернистое железо). Для удаления кремнефтористоводородной к-ты добавляют немного поташа (причем выпадает K_2SiF_6) и дистиллируют. Тяжелые металлы удаляют сероводородом, предварительно разбавив П. к. до 40%-ной концентрации. Для удаления H_2S добавляется Ag_2CO_3 или Ag_2O . От SO_2 П. к. освобождают добавлением $KMnO_4$, после чего раствор подвергают перегонке. Иногда для очистки П. к. к половине ее количества добавляют K_2CO_3 для образования KF, и к декантированному раствору добавляют вторую половину к-ты. Из раствора выкристаллизовывают KHF_2 , из к-рого регенерируют HF нагреванием: $KHF_2 = HF + KF$. Для перевозки и хранения П. к. применяют свинцовые сосуды либо сосуды из парафина или воска. Вулканизированный каучук для этой

цели не годится [4], хотя и до настоящего времени резиновые бутылки употребляются.

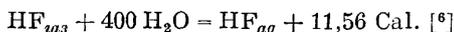
Свойства фтористого водорода. HF бесцветный газ, конденсирующийся в виде бесцветной, прозрачной, на воздухе дымящейся жидкости; $t_{кип.}^{нас.} +19,5^\circ$ [5], $t_{пл.}^{нас.} -92,3^\circ$; $t_{заст.} -102,5^\circ$. Уд. в. жидкого HF при $13,6^\circ - 0,9885$, при $11,1^\circ - 0,9922$; теплота образования HF по Вартенбергу:



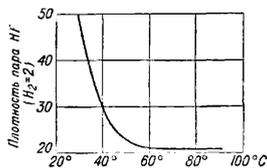
О. Руф и Ф. Лаас дают для этой же реакции 62,3 Cal [7]. Теплота конденсации:



Теплота растворения:



Жидкий безводный HF не проводит электрического тока [9]: электропроводность его $< 14 \cdot 10^{-6}$. Диэлектрич. постоянная $\epsilon = 83,6$ при 0° и $110,6$ при -27° [10]; $t_{кип.}$ галоидоводородов таковы: HJ $-35,7^\circ$; HBr $-68,7^\circ$; HCl -83° . Ненормально высокая $t_{кип.}$ HF указывает на склонность его молекул к ассоциации. То же следует из рассмотрения кривой плотности пара HF (фиг. 2). Молекулярный вес HF, определенный из плотности пара, при $21,4^\circ$ равен 51,8 и лишь при 90° он падает до 20,58. В жидком состоянии



Фиг. 2.

HF не действует на металлоиды, а также и на металлы (за исключением щелочных). В газообразном состоянии HF действует при нагревании на Li и V; при красном калении — на Zn и Cd. HF легко реагирует с SO_2 , S_2O_5 , As_2O_3 , V_2O_3 , труднее с мелкодисперсным SiO_2 ; с CuO — при 400° , с ZnO, CdO, CoO, NiO при ярко красном калении, с Cr_2O_3 при 1000° [11]. Разрушает бумагу, каучук, гуттаперчу. Не действует на серу, которая применяется в качестве замазки при производстве П. к.

Свойства П. к. При растворении HF в H_2O образуется П. к. Жидкий HF смешивается с водой во всех отношениях (до $19,4^\circ$). При более высокой t° растворимость HF в воде падает. 70%-ная П. к. не замерзает и при -70° ; при нагревании она выделяет после определенной t° HF и по мере приближения t° раствора к 120° состав к-ты приближается к 36%; при $t^\circ 120^\circ$ перегоняется к-та указанного состава. С водой HF дает кристаллогидраты. Уд. веса растворов П. к. приведены в табл. 1.

Уд. теплоемкость 5%-ного раствора П. к. равна 0,947, 25,92%-ного = 0,798. Теплота нейтрализации NaOH равна 16,272 cal [1], LiOH — 16,4; KOH = 16,1.

Табл. 1.—Удельные веса растворов П. к. при 20° [12] до 50% содержания HF.

Единицы, %	Десятки, %									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	1,003	1,007	1,011	1,014	1,018	1,023	1,027	1,030	1,035
1	1,038	1,041	1,045	1,049	1,052	1,055	1,059	1,062	1,066	1,069
2	1,072	1,076	1,049	1,052	1,056	1,059	1,062	1,065	1,068	1,071
3	1,104	1,106	1,119	1,112	1,114	1,117	1,120	1,122	1,125	1,127
4	1,130	1,133	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1,157	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Табл. 2.—Молекулярная электропроводность при 0° и 25° [13].

ν	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
λ_0	18,94	20,42	23,57	28,30	36,60	47,39	61,55	81,2	105,8	135,8	173
λ_{25}	24,46	26,17	29,88	36,21	46,37	60,8	80,7	106,7	140,8	181,5	230

Молекулярные электропроводности П. к. (ν мо) приведены выше в табл. 2, где ν — число μ , в которых разбавлен 1 г-моль П. к. Zn и Fe растворяются в П. к. легко; V и Si понемногу, Cu и Ag разбавляются очень медленно; Au и Pt совершенно не разбавляются. Окислы в большинстве случаев реагируют с П. к.; в частности легко реагирует аморфный и мелкодисперсный SiO_2 . П. к. дает соли не только средние, например K_2F_2 , но и кислые, например KHF_2 , т. е. ведет себя как двуосновная к-та H_2F_2 ; с фторидами П. к. легко дает комплексные соли, которые известны в большом числе. Общая ф-ла этих комплексов $H_n[Me^vF_m]$ или $Me_n^v[Me^vF_m]$, напр.: H_2SiF_6 ; K_2SiF_6 ; Na_3AlF_6 и др. П. к. входит также в комплексные соединения других типов. Отметим, что KF плохо растворяется в воде, а AgF хорошо, что не совпадает со свойствами других галоидных солей этих металлов в водных растворах.

HF и пары П. к. требуют большой осторожности при производстве, так как они поражают органы дыхания. Жидкая П. к. производит на коже болезненные ожоги; для уменьшения боли Фреденгаген [9] рекомендует применять суспензию гидрата окиси магния в воде. Слабые растворы П. к. уничтожают деятельность многих микроорганизмов и применяются потому в технике как дезинфекционное средство.

Применение П. к. чрезвычайно разнообразно. 1) Для травления стекла — применяют либо пары П. к. либо различные растворы, например раствор 32% $(NH_4)_2F_2$ в 20%-ной П. к. 2) Для удаления песка с поверхности чугуна отливки. 3) При электролитич. процессах, напр. при получении хлоратов и персульфатов, при катодном осаждении железа и т. д. 4) Для очистки графита. 5) Для пропитки шпал, и вообще как консервирующее средство в разных производствах, напр. в пивоварении. О применении солей П. к. см. Фтора соединения.

Лит.: 1) Mellor J., A Comprehensive Treatise on Inorganic a. Theoretical Chemistry, v. 2, p. 129, 1927; 2) B a u d P., Chimie Industrielle, p. 232, P., 1927; 3) N e u m a n n B., Lehrb. d. chemischen Technologie u. Metallurgie, p. 266, Lpz., 1923; 4) H e r a e n s W. C., Z. ang. Ch., Lpz., 1895, Jg. 8, p. 434; 5) M o i s s a n H., «CR», 1900, t. 129, n. 799; 6) W a r t e n b e r g H. u. F i t z n e r O., «Z. anorg. u. allg. Ch.», Lpz., 1926, B. 151, p. 313; 7) R u f f O. u. L a a s F., ibid., 1929, B. 183, p. 214; 8) G u n t z A., «CR», 1883, t. 96, p. 1689; 9) F r e d e n h a g e n K. u. C a d e n b a c h G., «Z.

anorg. u. allg. Ch., Lpz., 1929, B. 178, p. 289; 10) F r e d e n h a g e n K. u. D a h m l o s J., *ibid.*, B. 178, p. 272, 1929; 11) Handbuch der anorg. Chemie, hrsg. v. R. Abegg u. F. Auerbach, B. 4, Abt. 2, p. 45—46, Lpz., 1913; 12) W i n t e l e r, «Z. ang. Ch.», Lpz., 1902, Jg. 15, p. 33; 13) D e u s s e n, «Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie», 1905, B. 44, p. 300, 408; Ullm. Enz., 2 Aufl., B. 5, p. 570; H a c k s p i l l L. e t R e m y-G e n e t é P., Petite industrie chimique, p. 257 et suiv., Paris, 1927. **Б. Ормонт.**

ПЛАВИКОВЫЙ ШПАТ, плавик, флюорит, минерал, относящийся к галлоидным соединениям и являющийся фтористой солью кальция (CaF_2). П. ш. принадлежит к кубической системе; кристаллизуется чаще всего в кубах, реже в октаэдрах и додекаэдрах. Кристаллы часто имеют большие размеры, достигая 25 см в поперечнике. Грани куба довольно гладкие, грани октаэдра—матовые, иногда грани куба бывают покрыты штриховатостью, параллельной каждому ребру грани. Нередко наблюдаются естественные фигуры травления в виде квадратных пирамидальных ямок. Весьма обыкновенны двойники, в к-рых двойниковой плоскостью служит грань октаэдра. П. ш. встречается в сплошных массах, имеющих крупнозернистое или же шестоватое строение, в плотных агрегатах, в землистом виде. Спайность по октаэдру совершенная. Твердость 4; уд. в. 3,18 у чистого (бесцветного, прозрачного) П. ш., у нечистого—3,01—3,25; излом раковинистый до неровного. Хрупок. Редко бесцветен и водно-прозрачен. Большей частью окрашен в различные оттенки фиолетового, зеленого, желтого, бурого, серого, синего, реже красного цвета. При нагревании окраска исчезает, возвращаясь при действии лучей радия. Воздействием паров кальция, электрических разрядов, катодных лучей, вызывается искусственная, подобная натуральной, окраска. Черта бесцветная, у густо окрашенных экземпляров бледноцветная. Блеск стеклянный, иногда несколько влажный. Показатель преломления $n_D = 1,4339$, с длиной волны изменяется. Часто наблюдается флюоресценция (термин произведен от названия этого минерала): кристалл П. ш., будучи освещен лучами солнца, вольтовой дуги и т. п., отсвечивает во все стороны от освещенной части зелено-сине-фиолетовым своеобразным светом. Свечение П. ш. происходит также под влиянием слабого нагревания. Химич. состав: 51,22% Са, 48,78% F. Часто П. ш. бывает почти химически чист, но иногда содержит небольшие количества Fe_2O_3 , углеродов, следы Ne (установлен спектроскопически) и др. Перед паяльной трубкой растрескивается, фосфоресцирует, оплавливается по краям с трудом, при дальнейшем нагревании переходит в неплавкую СаО. В слабых кислотах нерастворим, в крепких (особенно при кипячении) растворяется (в HCl) или разлагается при выделении HF (лучше всего в H_2SO_4). В щелоках нерастворим.

Разновидностями П. ш. являются минералы: пиромаргд, или хлорофан, ратковит (близ г. Верей, Моск. области), волючий П. ш., пропитанный битуминозными веществами и издающий неприятный запах при ударах.

Месторождения П. ш. известны во многих странах в большом количестве.

Главнейшими добывающими странами являются США (штаты Кентукки и Иллинойс), Германия (Саксония, Гарц) и Англия (Дербишайр и Дергем); затем Франция, Швейцария, Испания, Италия и др. В СССР наиболее промышленные месторождения находятся в Забайкалье (Абагайтуевское месторождение чистого П. ш. и Калайтуевское, оба в Борзинском районе) и в Средней Азии. П. ш. исключительной чистоты в Аурахматском месторождении в предгорьях Тянь-Шаня, на правом берегу реки Чаткала. Месторождения Союза ССР вполне могут покрыть потребность промышленности и даже могли бы служить предметом вывоза, если бы не отдаленность нахождения их, тяжелые условия транспорта и сильно удорожающий продукцию ж.-д. тариф. Эти последние условия и являются причиной не особенно большого использования П. ш. нашей промышленностью.

Основными потребителями П. ш. являются металлургич., химич. и силикатная промышленности. В металлургии промышленность П. ш. применяется в качестве флюса. В химич. промышленности вырабатывается гл. обр. фтористый натр, применяемый как антисептик в деле предохранения дерева, особенно ж.-д. шпал, от гниения и поражения грибами; затем П. ш. применяется в производстве искусственного криолита, входящего в состав различных эмалей, при изготовлении матовых стекол, цианамиды и др. В керамике П. ш. применяется при изготовлении эмали для железных изделий, глазурированных изразцов, клинкера и др. В качестве цементирующего вещества П. ш. применяется при изготовлении угольных электродов и абразивных кругов. Совершенно прозрачные кристаллы П. ш. имеют применение при изготовлении апохроматич. линз, пластинок и призм, находящихся применение в оптике при использовании инфракрасных лучей. Из красиво окрашенных разновидностей П. ш. изготовляют чаши, вазы и другие изделия.

Лит.: Докторович-Гребинский С. А., Плавиновый шпат, Сборник «Естественные производительные силы России», т. 4, П., 1918; Еремича Е. В., Фтор, «Химико-технич. справочник», ч. 1, 2 изд., П., 1923; е е же, Месторождения плавинового шпата в России, «Материалы по изучению естеств. производ. сил России», П., 1917, 18; Болдырев А. К., Курс описательной минералогии, вып. 2, Л., 1928; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб., 1907; Берлинг Н., Плавиновый шпат, «Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г.», Л., 1928; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и в сельском хозяйстве, 2 изд., Л., 1927; Alexandrow S., Flusspatzgewinnung, «Die Volkswirtschaft der USSR», B. 3, B., 1927; Dammmer B. u. Tietze O., Die nutzbaren Mineralien, 2 Aufl., B. 1, Stg., 1927; Goldmann F., Ersparung von Ferro-Mangan durch Flusspat im Martinwerk, «St. u. E.», Jg. 39, H. 46; Hunt G. M., Will Sodium Fluoride Come into General Use for Preserving Wood?, «Chemical a. Metallurgical Engineering», N. Y., 1920; Lado R., Non-Metallic Minerals, New York, 1925; Mineral Industry During 1925—1929, v. 34—37, N. Y., 1926—30; Ruff O., Die Chemie des Fluors, B., 1920; Spurr E. a. Womser F., The Marketing of Metals and Minerals, N. Y., 1925.

ПЛАВЛЕНИЕ, процесс перехода из твердого (кристаллического) состояния в жидкое. П. происходит при строго определенной t° (точка плавления, обозначаемая $t_{пл.}$ в $^\circ\text{C}$, или T_m в градусах абс. шкалы), характерной для данного вещества и зависящей, как

показывает правило фаз (см.), от внешнего давления p . При числе компонентов $N=1$, число фаз $P=2$ и число степеней свободы: $f=N+2-P=1$, что соответствует одному независимому параметру t или p , так что

$$T_s = f(p). \quad (1)$$

Вид зависимости (1) определяется ур-нем Клапейрона-Клаузиуса, к-рое для случая плавления представится в виде

$$\frac{dT_s}{dp} = \frac{T_s}{Q_s} (v_2 - v_1). \quad (2)$$

Действительно, изменение энтропии S при изотермоизобарич. процессе П. будет (при расплавлении 1 г или 1 г-мол.):

$$S_2 - S_1 = \frac{Q_s}{T_s}, \quad (3)$$

а изменение свободной энергии F

$$F_2 - F_1 = -p_s(v_2 - v_1). \quad (4)$$

В ур-нях (2) и (3) Q_s —скрытая теплота П., поглощаемая при П. 1 г (удельная теплота П.) или 1 г-мол. (молярная теплота П.), а v_2 и v_1 —удельные или молярные объемы жидкой (2) или твердой (1) фазы. Дифференцированием ур-ня (4) по T легко получить уравнение Клапейрона-Клаузиуса; оно дает зависимость T_s от внешнего давления: из (2) видно, что для веществ, увеличивающих свой объем при П. ($v_2 > v_1$), обычно имеем

$\frac{dT_s}{dp} > 0$, т. е. $t^\circ_{пл.}$ повышается с возрастанием p ; так напр., для олова при $\Delta p = 1\ 000\ atm$, $\Delta T_s = +3,34^\circ$ (вычисленное), на опыте же получается $\Delta T_s = +3,28^\circ$. Для тех же веществ (висмут, вода), объем которых при П. уменьшается ($v_2 < v_1$), $\frac{dT_s}{dp} < 0$; из экспериментальных данных Бриджмена следует, что для воды $\frac{dT}{dp} = -0,00744$ град./atm, тогда как по (2) вычисляется $-0,00753$. Для простых веществ имеет место приближенное правило Ричардса Вальдена

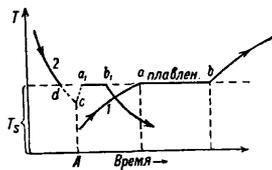
$$\frac{Q_s}{T_s} = \text{Const}, \quad (5)$$

аналогичное правилу Трутона при испарении (здесь Q_s —молярное тепло П.). Во всяком случае, Q_s возрастает с T_s (см. табл.).

Точки плавления и молярные скрытые теплоты плавления.

Вещество	$t^\circ_{пл.}$	T_s	Метод опред. $t^\circ_{пл.}$	Q_s cal/мол. (или на 1 г-атом)	$\frac{Q_s}{T_s}$
Гелий при 25,3 atm	-272,1°	1°	Газовый термометр	—	—
Аргон	-190°	83,1°	Газовый термометр	—	—
Ртуть	- 38,87°	234,2°	—	268	3,2
Натрий	97,9°	371°	—	555	2,3
Олово	231,9°	505°	Термометрич. сопротивл.	628	1,7
Серебро	961°	1 234,1°	Газовый термометр	1 690	3,3
Мель	1 083°	1 356,1°	—	2 680	2,1
Платина	1 771°	2 144,1°	—	3 180	2,3
Вольфрам	3 380±10°	—	Оптич. пирометр	5 300	2,0
Уголь (графит)	3 550°	—	Оптич. пирометр	—	—
Карбиды тантала и ниобия	3 730—3 830°	—	Оптич. пирометр	—	—

В таблице приведены для нек-рых веществ величины, характеризующие процесс П.,— T_s и Q_s . При нагревании твердого тела его темп-ра повышается до T_s (кривая 1 на фиг.), после чего она остается постоянной, пока все твердое тело не перейдет в жидкость (фиг., ab). Подобный же ход с резкой горизонтальной ступенькой a_1, b_1 , отвечающей плавлению, имеет кривая (2 на фиг.) обратного процесса затвердевания, с той лишь разницей, что при П. невозможно перегревание кристаллов (выше T_s кристаллич. решетка не может существовать), при затвердевании же возможно переохлаждение (см. пунктир a, c, d на фиг.) жидкости, прекращаемое внесением затравки (кристаллика) в момент A (см. Кристаллизация). На изменениях в чистом виде (фиг.) и сплавов основан один из важнейших методов физико-химич. анализа сплавов—их термич. анализ (см. Сплавы, Металлография). Точку П. можно рассматривать как t° , при к-рой квазиупругие силы, связывающие ионы (или молекулы) твердого тела с их центрами равновесия в кристаллич. решетке, обращаются в 0. Исходя из этих представлений (В. В. Тарасов), можно вывести теоретически эмпирич. правило Пикте, связывающее абсолютную темп-ру П. = T_s с термич. коэф-том линейного расширения α твердого тела; $\alpha T_s = \text{Const}$ для кристаллич. решеток одинакового типа. Так, для галлоидных солей щелочных металлов (кубические гетерополярные решетки):



$$\alpha T_s = 0,037.$$

Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; Тарасов В. В., Молекулярные силы и агрегатные состояния на основе электрических представлений, в сборнике «Молекулярные силы и их электрич. природа», М.—Л., 1929; Jellinek K., Lehrbuch d. phys. Chemie, 2 Aufl., В. 2, p. 200, 515, Stg., 1928; Tamman G., Kristallisieren u. Schmelzen, Lpz., 1903; Hennling F., Temperaturnessung, Handb. d. Phys., hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, В. 9, p. 524, Berlin, 1926; Müller C., Erzeugung hoher Temperaturen, ibid., В. 11, В., 1926; Bridgman R. W., «Proc. of the Amer. Acad. of Arts a. Sciences», Boston, 1911, v. 46, p. 347; 1912, v. 47, p. 441; 1913, v. 48, p. 309; 1914, v. 49, p. 627; «Phys. Review», N. Y., 1914, ser. 2, v. 3, p. 126, 1915, ser. 2, v. 6, p. 7. П. Ребиндер.

ПЛАВНИ, см. *Керамическое производство.*

ПЛАМЯ, явление, сопровождающее горение нек-рых тел и состоящее в свечении горящих и накаленных при горении паров и газов. Дерево, водород, сера, натрий, магний, фосфор, нафталин горят П., тогда как при горении других тел (напр. железа) П. не замечается. Появление П. зависит от способности горящего тела (напр. сера, фосфор, натрий и др.) переходить при t° горения в пары или газы. Дерево спирт, масла разлагаются на веще-

ства газообразные и парообразные. Наглядным опытом Фарадей показал присутствие в П. свечи тяжелых продуктов разложения материала свечи. Помещая колено согнутой стеклянной трубки в П. свечи т. о., чтобы трубка находилась над светильней в темной части П., он собирал горючие продукты разложения стеарина, поднимавшиеся по трубке и охлаждавшиеся в другом колене ее, в подставленную колбу. Эти продукты в виде тяжелых белых паров горели при зажигании. При помещении трубки в верхнюю светящуюся часть П. в колбе собирался густой черный негорючий дым. При соприкосновении трубки непосредственно со светильней в колбе сгущалась почти одна стеариновая кислота.

В П. можно различать отдельные части с большей или меньшей резкостью. В П. стеариновой свечи внутри у самой светильни имеется темный конус, где постоянно образуются тяжелые пары веществ, пропитывающих светильню, смешанные с продуктами разложения. Благодаря постоянному испарению t° здесь небольшая. В газовом рожке темный конус—пространство около самого выходного отверстия для газа. Темный конус окружен светлым конусом, где происходит самый энергичный процесс горения. Наконец имеется еще едва заметный внешний конус, где в избытке кислорода догорает все то, что не успело сгореть раньше. П. обычно бывает вытянуто в вертикальном направлении, так как накалинные газы легче воздуха и поднимаются поэтому вверх; но пламени можно придать любой наклон, устраивая искусственную тягу или дутье (см. *Паяльная трубка*). Величину и форму П. можно изменять, изменяя: 1) приток к нему воздуха, 2) содержание в нем кислорода, 3) скорость обращения в пар горящего тела. Темп-ра П. зависит от степени перемешивания горящих паров с воздухом. Максимальная t° получается в том случае, когда горючие газы или пары тесно смешаны с количеством воздуха в необходимой для их полного сжигания пропорции; избыток воздуха вреден в силу того, что на его нагревание расходуется тепло. Темп-ра воздуха, участвующего в горении, оказывает большое влияние на t° П.; в случае холодного воздуха д. б. затрачено нек-рое количество тепла, чтобы нагреть его до той t° , при к-рой он может вступить в реакцию. Поэтому в металлургич. процессах для получения наиболее высоких t° воздух предварительно нагревают. Замена воздуха кислородом увеличивает t° П.

Напряженность света П. (яркость) для разных тел различна. Водород, спирт горят весьма бледным, едва заметным П. (несветящаяся П.), в то время как ацетиленовое П. ослепительно. В вопросе о причинах яркости П. в науке долгое время держалось мнение Дэви, что свет П. зависит от присутствия в нем твердых частичек, к-рые являются или продуктом разложения горящего тела (частички угля при горении свечи, масла, дерева) или продуктом горения (образование магнезии при горении магния). Отсюда интенсивность света П. должна зависеть от количества этих частичек,

их t° и лучеиспускательной способности. Однако в конце 60-х гг. 19 в. Франкланд показал, что очень тяжелые и плотные пары или сжатые газы при накаливании светятся, т. к. по плотности приближаются к твердым и жидким телам. Так, он нашел, что водород, окись углерода, спирт (несветящаяся П.) горят в сжатом до 20 atm кислороде блестящим П. Из своих опытов Франкланд вывел заключение, что яркость П. зависит от присутствия в нем накопленных тяжелых паров или газов, лучеиспускательная способность которых возрастает с плотностью.

Химич. реакции, к-рые производятся П., бывают различны в зависимости как от его t° , так и состава. В одних случаях (плавления, перегонки, операций, требующих высокой t°) важно тепло, связанное с П., в других само П. своими составными частями принимает участие в реакциях. Если в П. находится избыток кислорода, то при своей высокой t° оно является энергичным окислителем (о к с л и т е л ь н о е П.). Если же П. является результатом неполного горения и содержит водород, окись углерода, углеводороды, то оно является восстановителем (в о с с т а н о в и т е л ь н о е П.). Окислительными и восстановительными свойствами П. широко пользуются для различных промышленных целей в металлургич. и керамич. промышленности. Оно используется также при определении минералов сухим путем (см. *Паяльная трубка*).

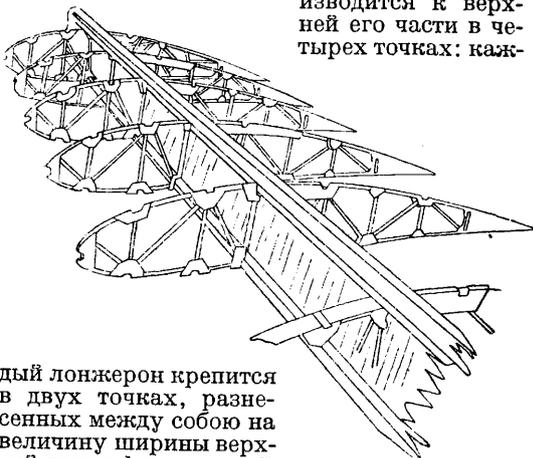
Лит.: Менделеев Д., Основы химии, т. 1, 9 изд., Москва—Ленинград, 1927; Грум-Гржимайло В. Е., Пламенные печи, ч. 1 и 2, гл. 2, М., 1925. И. Мельников.

ПЛАНЕР, безмоторный летательный аппарат тяжелее воздуха, могущий держаться в нем: 1) за счет расходования потенциальной и кинетич. энергии и 2) за счет энергии ветра, воздушных и термич. потоков. Первым человеком, начавшим систематич. летание на П. и практически осуществившим парящий полет, следует считать немецкого ученого Отто Лилиентала, одним из первых поставившего изучение полета на П. на научную базу. После Лилиентала полеты на планере производелись Пильчером, Шанютом, Герингом, бр. Райт и др. В зависимости от конструкции и применения современные планеры бывают рекордные, учебные и тренировочные.

1. Р е к о р д н ы е П. должны иметь возможно лучшие аэродинамич. качества для достижения максимальной высоты и дальности полета, достаточную прочность и скорость, позволяющую летать при сильном ветре. По конструкции рекордный П. представляет собою свободно несущий моноплан с верхним крылом, прикрепленным к фюзеляжу. Иногда, крыло подкрепляется подкосами. Габарит фюзеляжа дается минимальный и определяется лишь необходимым габаритом кабины летчика; органы управления—минимально возможные; шасси отсутствует—вместо него ставится лыжа, наполовину спрятанная в фюзеляже. Для соблюдения нужной центровки аппарата летчик помещается впереди крыла. В большинстве случаев рекордные П. бывают одноместными, реже двухместными. Материалами, идущими на постройку П., являются главн. образом:

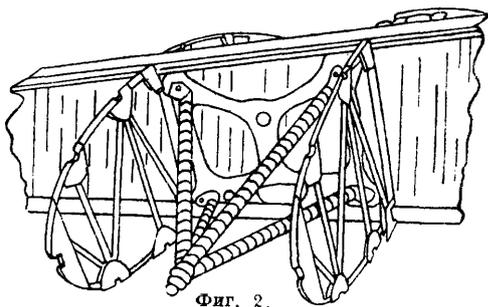
авиационный лес (см.), фанера-переклейка, ножевая фанера, сталь и дуралюмин (см.). Конструкции б. ч. бывают сплошь деревянными и редко—смешанными. Сталь и дуралюмин идут гл. обр. для изготовления узлов, управления, различных башмаков и др. По конструкции лонжероны делаются гл. обр. коробчатого сечения, переменного как по высоте, так и по ширине. Последнее вызывается желанием приблизиться к равнопрочности лонжерона, т. е. максимально выиграть в его весе. Наибольшая высота и ширина лонжерона получаются в середине крыла, т. е. у фюзеляжа, и убывают к концу крыла. Соответственно с изменением высоты полка лонжерона изменяется и профиль крыла—в середине оно берется более толстым, к концу делается тонким. В виду большого размаха крыла (15—22 м) последнее делается составным из 3 частей—центральной части и двух симметричных консольных частей. Иногда центральный план имеет всюду одинаковый профиль, а изменение его формы происходит только в консольных частях. В нек-рых же случаях профиль меняется, начиная от середины крыла до самого конца, и нервюры в симметричных половинах крыла получаются все разными. Расстояния между нервюрами берутся примерно такими же, как у самолетов, т. е. от 250 до 300 мм. По конструкции нервюры не отличаются от нервюр самолетов и делаются вырезанными из фанеры, с необходимыми облегчениями и усилениями, или ферменного типа, но более легкими, так как нагрузки на крыльях у П. значительно меньшие. Обтяжка крыла обычно бывает комбинированной: передняя часть обтягивается фанерой-переклейкой, а задняя часть—тонкой материей, напр. перкалем, бязью, полотном. Если крыло делается однолонжеронным, то вся передняя часть его от носка нервюры до лонжерона исключительно представляет собою жесткую коробку, воспринимающую на себя изгибающий и крутящий моменты воздушных сил. Для получения достаточной жесткости крыла нервюры в носовой части крыла связывают между собою при помощи ряда продольных стрингеров, идущих вдоль всей длины крыла; носовые части нервюр связывают одним или несколькими такими стрингерами усиленного типа, кроме того иногда внутри этой коробки делают раскосную ферму. Фанера-переклейка, обтягивающая переднюю часть крыла, приклеивается к нервюрам, стрингерам и полкам лонжерона при помощи столярного или казеинового клея и кроме того укрепляется медными шурупами и оцинкованными или медными гвоздями. При однолонжеронных конструкциях лонжерон располагается ближе к передней кромке крыла. В современных П. расстояние оси лонжеронов от передней кромки колеблется в пределах от 25 до 35% хорды. Задние части нервюр связывают между собою тонкими рейками или лентами. Концы нервюр соединяются заостренными по профилю продольными деревянными планками, согнутыми профилями из тонкого листового дуралюмина, или просто стальным тросом, укрепляемым у конца каждой нервюры. Скелет центр. части крыла од-

ного из рекордных П. изображен на фиг. 1. Нервюра в данном случае состоит из двух частей, к-рые до обтяжки фанерой приклеиваются к лонжерону. Нервюры обычного ферменного типа. Вырезы в узлах крепления раскосов нервюр предусматривают место для продольных стрингеров, дающих жесткость всей фанерной коробке. Фанера, обтягивающая крыло, заходит слегка за лонжерон и связывает в одно целое задние и передние части нервюр. При двухлонжеронном крыле крепление его к фюзеляжу производится к верхней его части в четырех точках: каж-



Фиг. 1.

дый лонжерон крепится в двух точках, разнесенных между собою на величину ширины верхней части фюзеляжа. В однолонжеронных конструкциях это крепление обычно осуществляется в трех точках: два узла прикрепляют непосредственно лонжерон, а третий узел, жестко связанный с лонжероном, отстоит от него на нек-ром расстоянии. Это делается для того, чтобы увеличить плечо между опорами и осуществить более жесткую конструкцию всего крепления крыла, так как эти узлы воспринимают большие нагрузки от крутящего момента воздушных сил и инерционных сил, возникающих при резком действии рулем направления. На фиг. 2 изображена одна из конструкций крепления однолонжеронного крыла к фюзеляжу. 3-я точка крепления крыла здесь вынесена вперед, в носовую часть, и



Фиг. 2.

жестко связана с лонжероном при помощи четырехлапого паука, сваренного из стальных труб. На конце паука приварен небольшой патрубок с внутренней нарезкой, в который ввертывается стальная пробка соединяющая паук с одним из шпангоутов фюзеляжа.

веляжа. Крепление разъемных частей крыла между собой осуществляется при помощи стальных башмаков, укрепляемых в концах лонжеронов и обеспечивающих достаточную прочность этого сечения крыла и жесткость заземления консольной его части. При однолонжеронных крыльях, этих башмаков бывает две пары—одна пара устанавливается на верхних полках лонжерона, а другая—на нижних. Эти башмаки воспринимают на себя большую долю изгибающих крыло нагрузок. Для восприятия крутящего момента воздушных сил и сил лобового сопротивления консольной

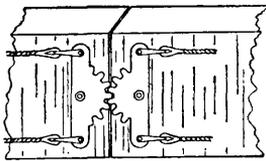


Фиг. 3.

части крыла, в месте разреза делаются еще одна-две точки крепления, отнесенные от лонжерона в ту или другую сторону по хорде крыла. Крепление

консольной части крыла к центральному плану является наиболее ответственным и требует хорошей конструктивной проработки, т. к. одновременно с креплением крыльев в месте разреза приходится осуществлять и разъемное управление элеронами—этого требуют условия эксплуатации рекордных П. на состязаниях, т. е. быстрота сборки и разборки. Обычно осуществляют такую конструкцию крепления и соединения, которая при сборке или разборке автоматически включает или выключает управление элеронами, не требуя каждый раз их регулировки. Схематич. чертеж одной из конструкций соединения управления элеронами в месте разреза дан на фиг. 3. На конце лонжерона каждой части

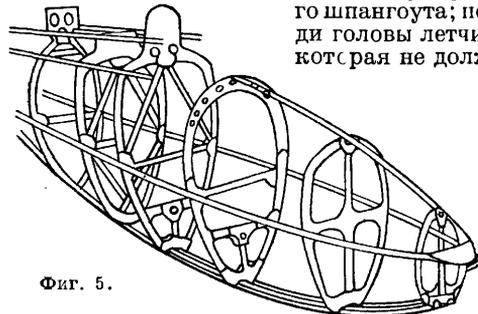
крыла устанавливаются кабанчики, соединенные с тросами управления. Один из них делается П-образного сечения, другой же—сплошного сечения, но так обр., что при соединении крыльев между собой он плотно входит в середину первого, образуя как бы один целый кабанчик. Получается, что при действии ручкой управления оба кабанчика поворачиваются одновременно. Существуют также конструкции разъемного управления, основанные на том, что при соединении крыльев они приводят в зацепление специальные секторы, имеющие зубцы, как у цилиндрич. шестерен (фиг. 4). Полная сборка крыла рекордного планера с установкой его на фюзеляж занимает не более 10 мин.



Фиг. 4.

Фюзеляжи рекордных П. делаются главным образом из дерева. Форма миделевых сечений бывает круглая, овальная или прямоугольная. Конструкция фюзеляжа П. мало отличается от однотипных конструкций легких аэропланов, но все детали делаются более легкими. В современных рекордных П. большое распространение получили конструкции монокок, имеющие обтяжку из фанеры. Это оправдывается необходимостью получить наиболее обтекаемую форму фю-

зеляжа, несмотря на сравнительную сложность изготовления. Габарит миделевого сечения фюзеляжа рекордного планера определяется минимальным габаритом кабинки летчика, к-рая помещается впереди крыла. Иногда для получения меньшего миделевого сечения фюзеляжа летчика сажают на очень низкое сидение—всего 10—12 см высоты. Носовая часть фюзеляжа делается по возможности хорошо обтекаемой формы. На фиг. 5 представлен скелет одной конструкции фюзеляжа монокок в процессе его сборки. Сидение летчика будет сделано между третьим и четвертым шпангоутом, считая от носа; ножное управление—между вторым и третьим шпангоутами; ручка—непосредственно у третьем шпангоута; позади головы летчика, кот-рая не должна



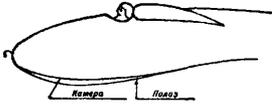
Фиг. 5.

выступать из пределов верхней части четвертого шпангоута, устанавливается крыло, которое в одной точке крепится к 4-му шпангоуту и в двух точках—к 5-му шпангоуту; шпангоуты 4-й и 5-й усиленные, и верхние части их сделаны из клеенных листов фанеры толщиной 20—25 мм, вырезанных по форме шпангоута. Обтяжка фанерой производится по частям; в местах, требующих большого изгиба, фанера распаривается, а в носовой части, где эти изгибы очень велики, делают специальный болван по форме носа и изготовляют на нем специальный кожух из ножевой фанеры, который сажается на фюзеляж уже в готовом виде. Фанера крепится на клею, медных шурупах и гвоздях к шпангоутам, отстоящим друг от друга на 600—800 мм, и стрингерам, идущим вдоль всего фюзеляжа.

Хвостовое оперение у П. по конструкции ничем не отличается от однотипных конструкций легких самолетов, но для уменьшения сопротивления планер часто делают без стабилизатора и кила, заменяя компенсированными рулями высоты и направления. В этом случае лонжеронами рулей часто служат трубы из стали или дюралюмина. Подкосы употребляют весьма редко. Конструкция хвостового оперения должна предусматривать легкость сборки и разборки, которая должна занимать не более 5—10 м. Обтяжка оперения чаще всего делается матерчатая, реже фанерная. В виду большого размаха крыльев П. вертикальное оперение получается всегда относительно большим, чем у самолета. Это в той же мере относится и к элеронам.

Шасси рекордного П. должно давать минимальное сопротивление в воздухе, а поэтому конструкторы планера отказались от

шасси типа самолетов и начали изыскивать другие конструкции для восприятия и амортизации удара при посадке. В настоящее время рекордные планеры снабжаются специальными амортизирующими полозами или лыжами. Конструкций этих посадочных приспособлений очень много. Так например, амортизация осуществляется при помощи автомобильной камеры, которую разрезают, растягивают в виде кишки, заклеивают концы и надувают, как обычно, воздухом. Эта камера помещается между эластичным деревянным полозом и нижней частью фюзеляжа и при посадке, сжимаясь, амортизирует удар (фиг. 6). Передний конец полоза крепится к фюзеляжу шарнирно, а другой может перемещаться вдоль по фюзеляжу в направляющих. Чтобы камера не лопнула, промежутки между краем полоза и фюзеляжа затягиваются полотном. Иногда вместо камеры применяют резиновый шнур. В этом случае удар о полоз передается резинового шнуру через задний конец полоза, к-рый заходит внутрь фюзеляжа. Есть конструкции, в к-рых резиновой амортизации совсем нет; в этом случае удар воспринимается упругостью самого полоза, который делается из крепкого дерева наподобие обычной рессоры. К о с т ы л ы м и снабжаются все рекордные П., но конструкции отличаются от костылей аэропланов лишь уменьшенным весом и размерами.



Фиг. 6.

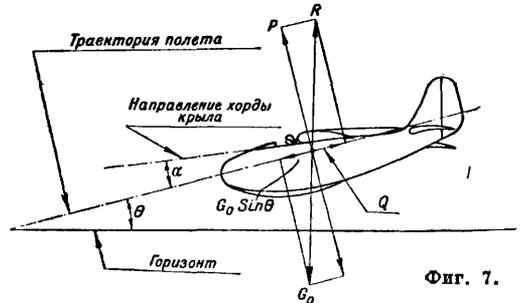
2. У ч е б н ы е П. предназначаются для предварительного обучения планеристов. По конструкции учебный П. д. б. прост, хорошо управляем, дешев, все ответственные детали его д. б. легко доступны для осмотра, планерист должен быть защищен спереди на случай капота, приспособление для посадки д. б. прочно и легко ремонтируемо. Последнее вызывается тем обстоятельством, что во время обучения планеристов П. приходится испытывать сильные удары при жестких посадках, число к-рых во время первоначального обучения бывает особенно велико. Скорость учебного П. берется меньшей, чем у рекордных машин, так как учебные полеты происходят при меньшей скорости ветра. В соответствии со всеми этими требованиями изменяется и конструкция П. В настоящее время имеют большое распространение бесфюзеляжные конструкции учебных П., которые вместо фюзеляжа имеют плоскую стартовую ферму. На этой ферме открыто ставится сиденье планериста и все управлени. Крыло такого П. состоит обычно из двух частей, шарнирно скрепленных между собой в середине и с верхней частью фермы и расчленимых сверху и снизу проволоками или тросами. Нижние расчалки крепятся к нижней части фермы, а верхние соединяются в одной точке в верхней части фермы, выступающей сверху крыльев. Оперение такого планера устанавливается на конце плоской фермы, расчаленной для жесткости тросами или проволоками, идущими от конца фермы примерно к серединам симметричных половин крыла. Крылья делаются двух-

лонжеронными. Между лонжеронами делается внутренняя расчалка обычного типа. Обтяжка крыльев учебного планера и всех рулей — полотняная.

3. Т р е н и р о в о ч н ы е П. являются переходными от учебных к рекордным. По внешнему виду они похожи на рекордные П., но упрощенной конструкции в смысле производства, а именно: крылья берутся меньшего удлинения и нервюры по возможности все одинаковыми, фюзеляжи прямоугольного сечения, подкосы употребляются как у крыльев, так и у оперения, и т. д. Твердо установившегося типа тренировочных планеров нет.

Аэродинамический расчет П. делается 1) для предварительного определения его основных размеров, увязанных с прочностью и управляемостью, 2) для выбора наиболее подходящего профиля крыльев и 3) для более точного установления его аэродинамич. данных, после того как все размеры уже известны или даже имеется продувка всей модели П. в аэродинамической трубе.

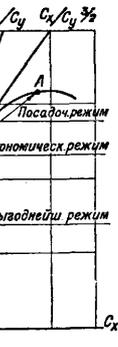
Под п л а н и р о в а н и е м понимается спуск планера по прямолинейн. траектории, при котором равнодействующая воздушных сил R уравновешивается силой тяжести планера G_0 . В аэродинамич. расчете рассматривается только установившееся планирование, и скорости П. берутся относительно воздуха. На фиг. 7 сила P , представляющая подъемную силу крыльев, равна проекции равнодействующей воздушных сил на



Фиг. 7.

направление, перпендикулярное траектории; сила Q — лобовое сопротивление планера — является проекцией R на траекторию полета. Подъемная сила крыльев P уравновешивается составляющей полного веса планера G_0 на направление, перпендикулярное к траектории, а лобовое сопротивление Q — составляющей G_0 на направление траектории. Угол θ , составляемый траекторией с горизонтом, называется у г л о м п л а н и р о в а н и я, а угол α , между касательной к хорде в середине крыла и направлением траектории, — у г л о м а т а к и. Основными аэродинамическими величинами, характеризующими П., являются: его максимальное качество, т. е. максимум отношения его подъемной силы к лобовому сопротивлению, что на поляре Лилиентала (см. *Аэродинамика*, расчет самолета), соответствует наивыгоднейшему режиму, минимальная скорость снижения П., соответствующая на той же поляре экономич. режиму, и ско-

рость его по траектории относительно воздуха на этих режимах, которая при данной поляре зависит от удельной нагрузки на крылья и относительно плотности воздуха. Наивыгоднейший режим определяется точкой касания с полярной прямой, проведенной из начала координат, которая и определяет максимальное качество планера (см. фиг. 8). При наивыгоднейшем режиме, как известно, получается и минимальный угол планирования, который на фиг. 8 соответствует углу между осью ординат и касательной прямой, проведенной из начала координат. Экономич. режим, характеризующий скорость снижения П., на фиг. 8 определяется точкой касания кривой $\frac{C_x}{C_y^2}$ с полярной Лилиенталя. Для суждения об аэродинамич. характеристиках П. на всех режимах пользуются графиком т. н. указательницы глиссад планирования (см. Динамика аэроплана), к-рая м. б. легко построена из поляр Лилиенталя. Скорость планера по наклонной прямолинейной траектории определяют из ур-ния



Фиг. 8.

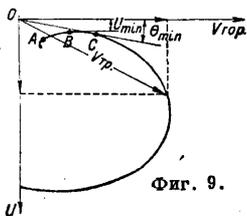
где G_0 —вес планера в кг, $\rho = \frac{\gamma}{g}$ —массовая плотность воздуха, S —поверхность крыльев планера в m^2 , а C_a —коэффициент равнодействующей воздушных сил: $C_a = \sqrt{C_y^2 + C_x^2}$. Угол θ наклона траектории к горизонту при каждом режиме определяется из ур-ния

$$V_{тр.} = \sqrt{\frac{G_0}{\rho \cdot S \cdot C_a}} \text{ м/сек,} \quad (1)$$

где G_0 —вес планера в кг, $\rho = \frac{\gamma}{g}$ —массовая плотность воздуха, S —поверхность крыльев планера в m^2 , а C_a —коэффициент равнодействующей воздушных сил: $C_a = \sqrt{C_y^2 + C_x^2}$. Угол θ наклона траектории к горизонту при каждом режиме определяется из ур-ния

$$\text{tg } \theta = \frac{C_x}{C_y}. \quad (2)$$

На фиг. 9 изображен примерный вид указательницы глиссад планера. По оси абсцисс отложены горизонтальные составляющие $V_{гор.}$ скорости планера по траектории $V_{тр.}$, а по оси ординат, направленной вниз,—в том же масштабе вертикальные составляющие той же скорости $V_{тр.}$, обозначенные через U . Минимальный угол планирования θ_{min} на этой диаграмме является углом между касательной прямой к указательнице глиссад (в точке B), проведенной из начала координат, и осью абсцисс. Минимальная скорость снижения U_{min} , получающаяся в точке поляр Лилиенталя, соответствующей значению $(\frac{C_x}{C_y^2})_{min}$, на фиг. 9 определяется расстоянием между осью абсцисс и касательной к указательнице глиссад, параллельной ей (точка A). В виду того что диапазон скоростей П., обуславливаемый его прочностью,



Фиг. 9.

грамме является углом между касательной прямой к указательнице глиссад (в точке B), проведенной из начала координат, и осью абсцисс. Минимальная скорость снижения U_{min} , получающаяся в точке поляр Лилиенталя, соответствующей значению $(\frac{C_x}{C_y^2})_{min}$, на фиг. 9 определяется расстоянием между осью абсцисс и касательной к указательнице глиссад, параллельной ей (точка A). В виду того что диапазон скоростей П., обуславливаемый его прочностью,

не велик, обычно строят не всю указательницу глиссад, а только лишь ту часть, к-рая охватывает допустимые для данного планера углы и скорости планирования. Летные режимы для получения больших достижений не должны выходить из пределов ВС указательницы глиссад.

Если полет П. совершается при тихой погоде и при запуске П. имеет нек-рый запас высоты Z , то для достижения наибольшей дальности полета нужно лететь на наивыгоднейшем режиме, соответствующем $(\frac{C_y}{C_x})_{max}$. Дальность полета определяется по уравнению

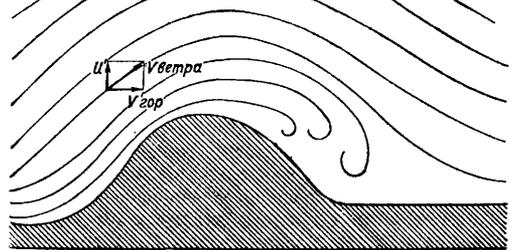
$$L = Z \text{ ctg } \theta = Z \left(\frac{C_y}{C_x} \right)_{max}. \quad (3)$$

Для получения наиболее продолжительного полета, при том же запасе высоты Z , ему необходимо лететь на экономическом режиме, т. е. при $(\frac{C_x}{C_y^2})_{min}$. Время полета П. в данном случае выразится таким образом:

$$t_{ср} = \frac{Z}{U_{min}} = \frac{Z}{\sqrt{\frac{G_0}{\rho \cdot S} \left(\frac{C_x}{C_y^2} \right)_{min}}}, \quad (4)$$

где Z —высота в м; G_0, ρ, S имеют те же значения, что и в формуле (1). Так как все скорости при расчете П. берутся относительно воздуха, то при наличии встречного или попутного ветра изменится только дальность полета, время же планирования на любом постоянном режиме останется постоянным. Для определения дальности полета относительно земли при наличии ветра этот снос воздуха необходимо учитывать. Устойчивость и управляемость П. подсчитываются точно такими же методами, как у самолета на случай его планирования (см. Аэроплан и Динамика аэроплана).

П а р я щ и й полет, т. е. полет с набором высоты, м. б. осуществлен на плане-



Фиг. 10.

ре только при наличии восходящего потока воздуха. Восходящие потоки получаются при ветре, когда поток воздуха, благодаря неровным поверхностям земли, отклоняется от горизонтального направления и скорость потока имеет значительную вертикальную составляющую, направленную кверху (фиг. 10). Кроме этих потоков иногда имеют место довольно значительные восходящие термич. потоки воздуха, образующиеся за счет сильного нагревания земной поверхности. При состязаниях П., которые происходят обычно в дневное время и в жаркие месяцы, термич. потоки могут давать очень сильный эффект, и последние мировые достижения высоты и дальности полета на планере обязаны глав-

ным образом термическим потокам. Если скорость снижения планера

$$U = \sqrt{\frac{G_0}{e} \cdot S \cdot \frac{C_x}{C_y}} \quad (5)$$

больше вертикальной слагающей U' скорости ветра (фиг. 10), то планер должен снижаться. Когда П. попадает в область восходящего потока, в к-рой вертикальная слагающая ветра равна его скорости снижения, то планер может держаться на постоянной высоте и совершать горизонтальный полет. В случае же $U < U'$ П. поднимается вверх, с вертикальной скоростью

$$U_1 = U' - U. \quad (6)$$

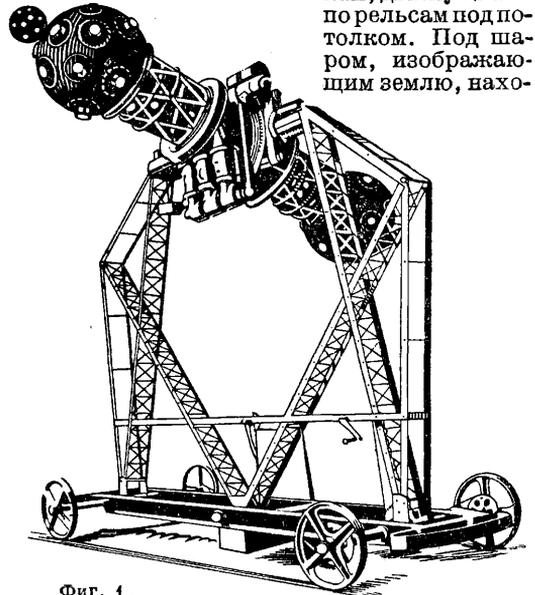
Подъем П. может происходить до тех пор, пока U' не будет равно U . Это будет уже толчком планера, т. е. предельной для данного П. высотой. Для достижения максимальной возможной высоты в восходящем потоке летчик должен вести П. при экономич. режиме, соответствующем значению $\left(\frac{C_x}{C_y}\right)_{min}$.

Расчет П. на прочность делается обычными методами, применяемыми в самолетостроении, но расчетные нормы прочности П. берутся пониженными по сравнению с аэропланом. Запуск П. происходит на склоне горы и осуществляется след. образом. Устанавливают планер против ветра, поддерживая его за концы крыльев, а 2—3 чел. держат его крепко за костьль. Затем на специальный крючок, схематически изображенный на фиг. 6, который устанавливается в носу фюзеляжа каждого П., надевают кольцо, соединенное с резиновым амортизационным шнуром. Этот резиновый шнур растягивается силою 6—10 чел. После достаточного натяжения шнура, по команде пилота, люди, удерживающие П. за костьль, сразу отпускают его, и машина в 2—3 сек. взмывает в воздух и получает достаточную скорость, натяжение шнура ослабевает, и кольцо под влиянием веса шнура отцепляется с крючка и падает на землю. Посадка П. происходит таким же образом, как и самолетов, но пробег при посадке, благодаря большому трению лыжи о землю, получается очень малый, всего 2—5 м. Перевозка П. производится в разобранном виде на специальных тележках. Необходимость постройки специальных тележек вызывается главным обр. условиями эксплуатации П. на состязаниях, так как при далеких посадках, к-рые бывают довольно часто, их в собранном виде доставлять на старт очень неудобно и даже не всегда возможно. Хранение П. происходит в ангарах и в авиационных палатках. Мировые рекордные достижения П. на 1929 г. следующие: высота над стартом—2 050 м, дальность полета—172 км и продолжительность—более 14 ч.

Лит.: Фадеев Н. Н., Аэродинамический расчет планера, Москва, 1926; «Хроника воздушного дела», «Самолет», М.; G y m n i e h A., Der Gleit-u. Segelflugzeugbau, Berlin, 1925; W e g n e r K., Die Grundlagen d. Segelfluges, Lpz.—Mch.—Frankfurt a/M., 1923; S t a m e r F. u. L i p p i e s c h A., Gleitflug u. Gleitflugzeuge, Berlin; «Flight», L.; «The Aeroplane», L.; «GC»; «Ztschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt», Mch.; «Bulletin technique», P.; «Aviation», New York; «Luftwacht», B.; «Flugsport», Frankfurt a/M.; «Flug-Woche», B.—Lichtfelde; «Luftfahrt», B.; «Z. d. VDI»; «Les Ailes», Paris; «L'Ala d'Italia», Milano; L'Aéronautique, Paris.

А. Чесалов.

ПЛАНЕТАРИЙ, прибор, наглядно представляющий движение планет с сохранением относительных размеров и положений их орбит. Последние, иногда со спутниками, изображаются шариками, насаженными на проволочки и приводимыми в движение при помощи рукоятки и передачи из зубчатых колес. Солнце изображается свечой или лампой в центре. Движения планет в таких П. совершаются по кругам и представляют лишь грубое приближение к действительности. В таких П. по необходимости совершенно не соблюдается масштаб в смысле правильного соотношения между размерами планет и расстояниями их от солнца. Наиболее совершенная модель этого рода находится в Deutsches Museum в Мюнхене, где т. н. К о п е р н и к а н с к и й П. сист. Майера занимает целую комнату, имея \varnothing 12 м. Планеты подвешены к особым тележкам, движущимся по рельсам под потолком. Под шаром, изображающим землю, нахо-



Фиг. 1.

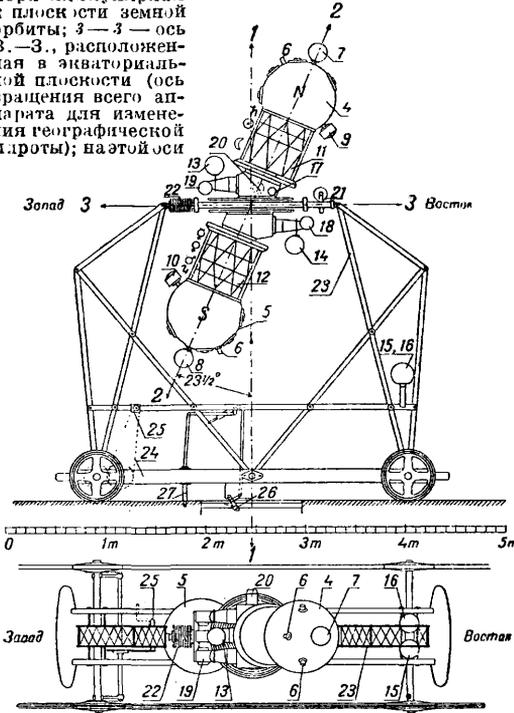
дится платформа, движущаяся вместе с землей. Наблюдатель, став на платформу, видит движение планет, как они представляются нам с земли.

Несовершенство и громоздкость этой модели заставили искать другого решения вопроса и повели к изобретению в 1924 году проф. Бауерфельдом в Иене конструкции оптического П. сист. Цейсса. Первая модель, установленная в Deutsches Museum в Мюнхене, была значительно проще по своей конструкции и не давала многого из того, что дает вторая (и последняя) модель, выпущенная в свет в 1926 г. (фиг. 1). Изображения планет даются рядом проекционных фонарей, находящихся рядом проекционных экранов полусферической формы, изображающего небесный свод. Фонари приводятся в движение сложным механизмом и с большой точностью воспроизводят видимые геоцентрич. движения планет. Наряду с планетами система других проекционных фонарей дает на этом же экране изображения всех видимых невооруженным глазом звезд,

в последних моделях до 9 800 шт. В результате получается полная иллюзия звездного неба, на фоне которого происходят движения планет, с воспроизведением суточного вращения небесного свода со всеми сопровождающими его явлениями, как то: восход и заход светил, кульминации, изменение вида неба в зависимости от часа ночи и времени года и т. д. Движения происходят с преувеличенной скоростью, что позволяет в течение немногих минут проследить явления, совершающиеся в природе за несколько месяцев или даже лет.

Устройство планетария системы Цейсса представлено на фиг. 2.

Здесь 1—1 — полярная ось, перпендикулярная к плоскости земного экватора; 2—2 — ось эклиптики, перпендикулярная к плоскости земной орбиты; 3—3 — ось В.—З., расположенная в экваториальной плоскости (ось вращения всего аппарата для изменения географической широты); на этой оси

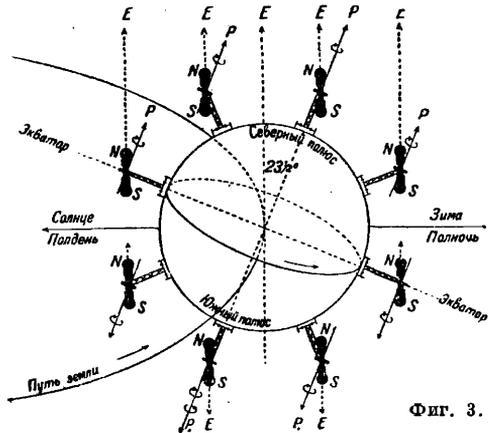


Фиг. 2.

могут вращаться все аппараты, проектирующие звезды и планеты, что позволяет представлять вид неба для любой точки земли—от северного до южного полюса; пересечение трех осей 1—1, 2—2, 3—3 находится в центре купола зрительного зала П. на высоте 3 м от пола зала; 4, 5—32 проекционных аппарата, находящихся на двух больших шарах (N и S), дающих звезды северного и южного неба, в общем количестве до 9 800 звезд от первой до шестой величины; 6—три проекционных аппарата для Магеллановых облаков и Сириуса, 7, 8—32 проекционных аппарата с названиями созвездий и прецессионных часов; 9, 10—два проекционных аппарата для Млечного пути; 11—10 проекционных аппаратов для солнца, его ореола, луны, Сатурна и зодиакального света, со всеми необходимыми движениями; 12—8 проекционных аппаратов и движущих механизмов для Меркурия, Венеры, Марса и Юпитера; 13, 14—12 проекционных аппаратов для зодиакального пояса (эклиптики) и линии экватора, а также точек северного и южного полюса; 15, 16—4 проекционных аппарата для линии меридиана; 17—1 проекционный аппарат для отсчета шкалы годов (счетчик лет); 18—2 двигателя для суточного движения: сутки в 1 минуту и в 4 мин.; 19—3 двигателя для годового движения: год в 1, 2, 3 и 7 мин. и год в 7,3 сек.; 20—1 двигатель для прецессионного движения всего звездного неба за 26 000 лет в 4 мин.; 21—1 двигатель для вращения

около оси 3—3, который изменяет географическую широту места (полный оборот на 360° в 7 мин.); 22—скользящие контакты, соединяющие подвижный корпус с неподвижным; 23—рама (ферма), поддерживающая проекционный аппарат; 24—тележка для передвижения всего аппарата по рельсам, устроенным в полу зрительного зала; 25—рукоятка, с помощью которой происходит перемещение тележки; 26—рубильник, сразу включающий и выключающий все 40 проводов, подведенных к аппарату от лекторского пульта; 27—стержень (штырь), закрепляющий тележку на нужном месте пола и действующий одновременно со включением рубильника 26.

Звездное небо проектируется при помощи 32 проекционных фонарей, расположенных внутри двух больших металлических шаров 4, 5 (фиг. 2). В каждом из последних помещается в центре один общий источник света, лампа в 1 000 W, вокруг которой размещены 16 конденсоров (см.). Перед каждым конденсором находится диапозитив, изображающий соответствующий участок неба, и объектив, проектирующий изображение на экран. Диапозитивы изготовлены из оловянной фольги, в к-рой наколоты звезды в виде дырочек различных диам. в зависимости от величины звезд. Оба комплекса фонарей скреплены между собою жесткими решетчатыми фермами 11, 12, в к-рых помещаются механизмы планет, и могут как одно целое вращаться около оси мира 1—1, воспроизводя все явления суточного вращения небесного свода; вращение производится двумя электродвигателями 18. Горизонтальная ось 3—3 позволяет менять наклон всего прибора к горизонту, что соответствует изменению географ. широты места. Благодаря этому прибор позволяет демонстрировать вид неба для разных широт, от северного полюса до южного включительно. На фиг. 3 показано правильное положение П., в к-ром он д. б. установлен в разных точках земной поверхности, чтобы получить картину неба, соответствующую этой точке. Оставаясь на одном и том же пункте земли, но меняя положение оси 3—3 (фиг. 2), как показано на фиг. 3, можно проектировать вид звездного неба для разных широт (на фиг. 3 E—линия,

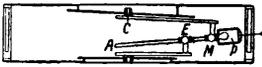


Фиг. 3.

перпендикулярная к оси эклиптики, P—линия, параллельная оси земли). Любопытно приспособление для того, чтобы звезды не проектировались на пол и вообще ниже горизонта. Для этой цели перед объективом каждого проекционного фонаря помещается особый затвор, который автоматически

закрывается, когда ось объектива направляется вниз. Прежде этот затвор состоял из стеклянной кюветы с параллельными стенками, сообщающейся с сосудом, наполненным ртутью. При наклоне кюветы она наполнялась ртутью и закрывала проход лучам. Однако с течением времени на стенках кюветы образовывался осадок, уменьшавший прозрачность. В последних моделях затвор делается механическим, основанным на принципе карданова подвеса.

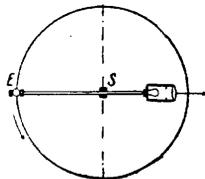
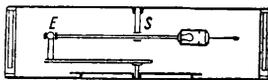
Из подвижных светил планетарий сист. Цейсса воспроизводит Солнце, Луну, Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн, т. е. все планеты, видимые невооруженным глазом. В решетчатой ферме 11 размещены в трех этажах Сатурн, солнце и луна. По другую сторону в ферме 12 расположены механизмы остальных четырех планет. Движения планет воспроизводятся механизмами, которые представляют модель Коперниканской системы. Для примера рассмотрим механизм Марса (см. фиг. 4).



Фиг. 4.

На месте планеты находится шарнир M , который обращается с постоянной угловой скоростью около центра C ; с шарниром скреплен стержень MA , проходящий через муфту E , представляющую Землю и совершающую тоже круговое движение с соответствующей угловой скоростью. На конце стержня находится проекционный фонарик p , бросающий изображение планеты на экран. Ясно, что если M совершает гелиоцентрическое движение Марса и E —такое же движение Земли, то луч света на экране воспроизводит геоцентрич. движение Марса.

На самом деле ради удобства конструкции стержень заменен сочлененным параллелограмом, но это не меняет принципа механизма. В приборе учтены наклоны плоскостей и эксцентриситеты орбит. Первое достигается весьма просто соответствующим наклоном плоскостей вращения точек M

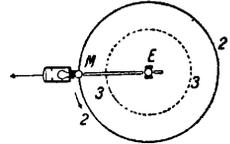
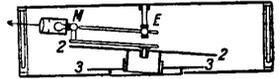


Фиг. 5.

и E (верхняя фиг. 4). Эксцентриситеты приняты во внимание тем, что движение планеты совершается равномерно относительно некоторой точки C , причем последняя не находится в центре той окружности, по которой движется планета, но отстоит от него на расстоянии удвоенного линейного эксцентриситета орбиты T . о. удается представить ур-ие центра в эллиптической движении с точностью членов первого порядка относительного эксцентриситета. Для Меркурия в виду большого эксцентриситета его орбиты механизм слож-

нее, так как нужно было не только соблюсти правильное гелиоцентрическое угловое движение планеты, но и воспроизвести изменение длины его радиуса-вектора. Проще всего механизм для солнца. В этом случае направление проекционного фонаря задается землей E , движущейся вокруг неподвижной точки S —солнца, на фиг. 5 ради простоты показанной в центре земной орбиты. На самом деле и здесь употребляется экцентриситет.

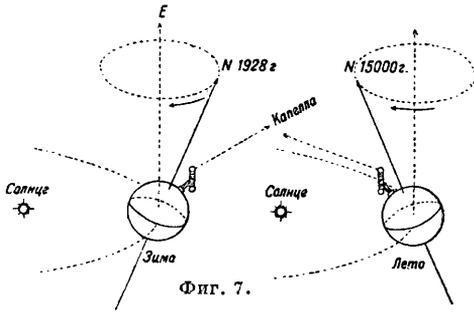
Наибольшей сложностью отличается механизм для луны, для которой пришлось воспроизвести не только наклон плоскости орбиты, но и движение лунных узлов. Последнее достигнуто вращением всей орбиты 2—2 (фиг. 6) посредством гильзы в плоскости 3—3 с периодом в 18,6 лет. Конечно неподвижной точкой при движении луны M является уже не солнце, а земля E . В фокусе фонаря, проектирующего луну, помещается круглое вогнутое зеркальце, перед которым вращается особая диафрагма, закрывающая зеркало и тем воспроизводящая фазы луны. Т. к. механизмы планет находятся внутри решетчатых ферм, переплеты которых могут отчасти затмевать изображение, все фонари планет двойные и выверены так, чтобы их изображения совпадали. Когда затмевается один фонарь, другой продолжает давать изображение в нужном месте экрана.



Фиг. 6.

Представляет интерес расчет передач. Для этой цели отношение времени обращения данной планеты и земли разлагают в непрерывную дробь и затем находят ряд подходящих дробей. Одна из последних, достаточно высокого порядка, еще исправляется небольшой поправкой, подобранной так, чтобы числитель и знаменатель разлагались на небольшие множители. Так напр. период обращения Марса, равный 1,8808152 г., представляется с большой точностью дробью $\frac{2^4 \cdot 3^2}{5^2 \cdot 7^2} = 1,8808163$. Эти множители и дают число зубцов в соответствующих передачах. Движение планет удалось воспроизвести с такой точностью, что ошибка из-за неточности передач не превосходит 1° на 5 000 оборотов земли, т. е. лет. Электродвигатели 19 (фиг. 2), управляющие движением планет, имеют различные скорости, а именно 1 г. в 4 мин., 1 мин. и 7 сек. Если ни один из этих двигателей не включен, то планеты увлекаются суточным вращением, и воспроизводится точная картина всех видимых движений. При остановке суточного вращения и пуске планетных двигателей движения планет демонстрируются на фоне неподвижного неба, причем типичные черты этих движений м. б. прослежены в короткое время. В аппарате имеется еще возможность вращения всей проектирующей системы около оси эклиптики 2—2 (фиг. 2), что вызывает явление *прецессии* (см.), совершающееся

в природе с периодом ок. 26 000 лет (фиг. 7). И наконец ряд добавочных, частью неподвижных, частью подвижных фонарей про-



Фиг. 7.

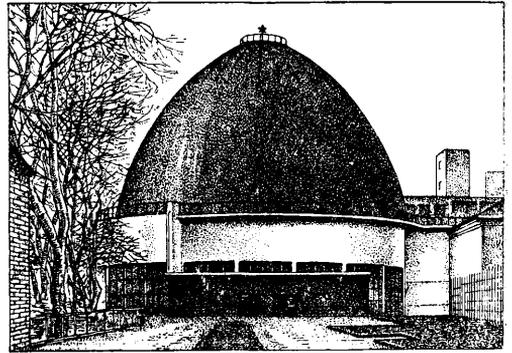
ектируют Млечный путь, некоторые туманности, названия созвездий, сетку экваториальных координат, меридиан и эклиптику. Имеется еще счетчик, указывающий номер года, соответствующего данному положению планет.

Общее число всех проекционных фонарей в последней модели равно 119. Все управление аппаратом сосредоточено в лекторском пульте с распределительной доской, соединенной 40 проводами с инструментом и позволяющей включать различные проекционные фонари и давать те или иные движения в зависимости от демонстрируемого явления. В руках лектора имеется небольшой фонарь, проектирующий яркую стрелку, служащую для указания на тот или иной объект на экране. Экран состоит из белого полотна, натянутого на деревянные рейки, расположенные параллельными кругами и в свою очередь прикрепленные к железному решетчатому каркасу. Каркас собирается из почти 8 000 железных палочек ок. 60 см длиной, которые образуют пяти- и шестиугольники, скрепляясь в вершинах этих многоугольников по 5—6 штук одним общим болтом. Диаметр полотняного купола в разных П. различен. Наименьший диам., в 12 м, имеет П. в Мюнхене, наибольший, 30 м, — в Дюссельдорфе. Чаще всего берется диам. в 25 м. Вместимость зрительного зала при таких размерах составляет ок. 600 чел., хотя боковые места около периферии зала вследствие перспективного искажения неудобны для зрителей. Внутренний купол окружен внешним куполом, часто делаемымся железобетонным. Простейшая форма последнего тоже полусферическая; однако в этом случае получается очень плохая акустика вследствие возникновения эхо, для уничтожения которого между полотняным и наружным куполами размещают в возможно большем беспорядке неправильно отражающие звук железные листы. Общее число всех П. системы Цейсса к 1931 г. составляло 18. Один из них, построенный в 1929 г., находится в Москве.

А. Михайлов.

Московский П. системы Цейсса, открытый в ноябре 1929 г., установлен в специально построенном двухэтажном железобетонном здании с огромным, параболич. формы, железобетонным куполом. Общая высота всего здания равна 32 м. Здание (фиг. 8) представляет собою оригинальное архитектур-

ное произведение в духе новой современной архитектуры (проект архитекторов Барца и Синяевского). Диам. наружного купола 30 м. Диам. внутреннего купола (экрана) 25 м. Работы по постройке вел Мосстрой, произведя ее в 13 мес. В нижнем этаже расположены: вестибюль, фойе на 500 чел., главная лестница, малая аудитория на 120 человек, две круглых выходных лестницы, гардероб, кассы, две комнаты бухгалтерии и месткома, две комнаты дирекции, уборные и трансформаторная будка МОГЭС. Кроме того в фойе имеется широкая лестница, ведущая в полуподвальный этаж, где расположены постоянная антирелигиозная выставка-музей, библиотека, читальня, лабораторная комната, фотолаборатория, комната отдыха сотрудников, буфет. В верхнем этаже помещается главный круглый зрительный зал на 500 мест в 26 м диам., с полукруглыми в виде полусферы белым куполом-экраном. Низ купола окаймлен силуэтами московских зданий, видимых с крыши П. Из зала можно попасть в межкупольное про-



Фиг. 8.

странство, где идут трубы отопления и приточной вентиляции. К зрительному залу примыкают комната для хранения аппарата Цейсса, куда последний выкатывается по специальным рельсам; комната лекторов; выходные двери (две); выход на балкон и в кинобудку. Кинобудок имеется две: одна для обслуживания главного зала, другая — для малой аудитории. Котельная и вентиляционная камеры, а также умформерная комната, расположенная в пристройке правого крыла фасада. Вокруг наружного купола идет круглый балкон, предназначенный для переносных астрономич. инструментов по наблюдению неба. Кроме того для этой же цели используются плоские крыши пристроек: аппаратной комнаты и кинобудки. Стоимость здания ок. 600 000 р.

Оборудование московского П. — гл. обр. заграничное, высокого качества. Главный проекционный аппарат Цейсса, стоимостью 150 000 р. золотом, постоянно пополняется рядом нововведений — усовершенствований со стороны фирмы Цейсс, к-рая присылает те или иные дополнения и изменения соответствующих частей аппарата. Кроме этого сами работники московского П. вводят ряд существенных изменений и усовершенствований аппарата Цейсса; так напр., изобретев

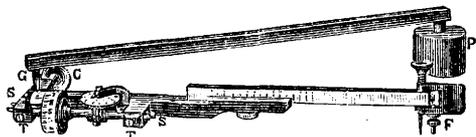
аппарат для рассвета и восхода яркого солнца. аппарат для демонстрация частных, кольцеобразных и полных солнечных затмений и др. Московский П. является единственным в нашем Союзе; имеет пропускную способность около 1 000 000 чел. в год. Уже пропущено ок. 1 300 000 посетителей, что говорит об огромном интересе трудящихся к этому культурно-просветительному учреждению. Московский планетарий, не в пример заграничным, служит единственным в мире планетарием, раскрепощающим трудящихся от гнета религиозного дурмана и помогающим им, на основе данных современной науки, в выработке правильного, марксистско-ленинского диалектического миропонимания.

Лит.: Преображенский Н. и Поляков А., Что такое планетарий, М., 1930; Баев К., Шистовский К., Яковсон А., Планетарий, Москва, 1931; Шистовский К., Московский планетарий Нейсса, «Русский астрономический календарь на 1930 г.», Нижний-Новгород, 1930; Г. П. 391036; Villiger W., Das Zeissche Projektionsplanetarium, Jena, 1925; Villiger W., Zeiss-Planetarium, Jena, s. a.; Auerbach F., Planetarium, Leipzig, 1928; Villiger W., Vom Aufbau d. Zeiss-Planetarium, Jena, 1928; Meyer F., «Z. d. VDI», 1925, 46; Bauersfeld W., ibid., 1924, 31; Bauersfeld W., Das Zeissche Projektionsplanetarium, Jena, 1925; Morrison G. H., «Scientific American», New York, 1925. **Н. Шистовский.**

ПЛАНИМЕТР, инструмент для механич. определения площадей фигур на бумаге в мелких квадратных единицах (см, мм) или в земельных мерах (са, м²). П. подразделяются на две группы: п о л я р н ы е П., которые при употреблении вращаются около одной неподвижной точки (полюс), и л и н е й н ы е, перемещаемые по плану параллельно своему первоначальному положению.

А. Наиболее распространены в геодезич. практике п о л я р н ы е П.; лучший из них к о м п е н с а ц и о н н ы й П. механика Коранди: он является усовершенствованным видоизменением П. Амслера. П. Коранди существуют двух видов: 1) с постоянным рычагом и 2) с переменным; они различаются между собой устройством свободного рычага и расположением счетного механизма относительно точки пересечения рычагов.

П. с п о с т о я н н ы м р ы ч а г о м (фиг. 1) состоит из двух отдельных рычагов, к-рые

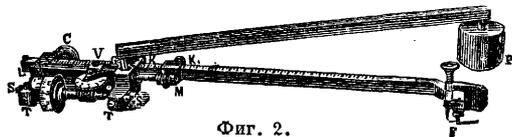


Фиг. 1.

для работы составляются вместе. Один из них называется п о л ю с н ы м, другой— о б в о д н ы м. Полусный рычаг—металлич. брусок, к одному концу которого приделан медный цилиндр *P*. Снизу цилиндра, в его центре, вделана тонкая игла (п о л ю с П.), к-рая во время работы вдвигается в бумагу и остается неподвижной. Для уменьшения трения низ цилиндра *P* сточен т. о., что в середине получается небольшой выступ, перпендикулярный к направлению рычага. На другом конце бруска прикреплен конич. формы стальной отросток *Г*, оканчивающийся шариком. При соединении рычагов этот

отросток вкладывается в гнездо обводного рычага полушарообразной формы. Обводный рычаг состоит из двух частей. Одна часть—небольшой брусок такого же вида, как и у полусного рычага. В свободном конце его вставлен обводный шпиль (игла) с небольшой пружиной и грифом *F*. Этот гриф держат пальцами при обведении фигуры. Снизу грифа ввинчивается подставка, устанавливаемая так, что обводный шпиль только слегка касается бумаги и не царапает ее. Сбоку этого бруска нарезана полумиллиметровая шкала для установления обводного рычага на определенную длину. Другая часть обводного рычага представляет собой металлич. отлив с тремя выступами. В удлиненном его конце сделан желобок, в к-рый вставляется брусок, с обводным шпилем и закрепляется винтом, проходящим снизу. Между выступами *T*, *T'* помещается счетный механизм, состоящий из циферблата, счетного колеса и *верньера* (см.). Счетное колесо (валик) наглухо скреплено с осью, в середине к-рой сделан бесконечный винт. Концы оси конич. формы входят в углубления небольших подшипников. С помощью винтов *S*, *S* можно изменять положение этих подшипников и сообщать оси продольное перемещение. Счетное колесо цилиндрич. формы, с металлич. ободком, сделано из белого целлюлоида. Поверхность колеса разделена на 100 равных частей и занумерована через каждый десяток деления цифрами 0—9. Для оценки десятых долей деления колеса рядом с ним установлен *верньер*. У первого штриха *верньера* подписана цифра 0 и у последнего 10. К бесконечному винту оси счетного колеса прилегают шестерня, скрепленная с осью вращения кружка (циферблата). Поверхность кружка разделена на 10 равных частей, отмеченных цифрами 0—9. Сверху кружка через его центр проходит отросток, оканчивающийся острием, которое служит указателем (индексом). Бесконечный винт и шестерня сделаны с таким расчетом, что одному полному обороту счетного колеса соответствует 0,1 полного оборота циферблата. Счетный механизм дает возможность считать полные обороты счетного колеса (по циферблату), десятки и сотые доли его оборота (на самом валике) и тысячные доли его оборота (по *верньеру*). На свободном выступе свободного рычага помещается опорное колесо *C*, вследствие чего вся тяжесть П. распределяется на 4 точки опоры: полюс, свободный шпиль, ободок счетного колеса и опорное колесо.

П. с п е р е м е н н ы м р ы ч а г о м (фиг. 2) отличается от описанного устройством обводного рычага. Этот последний состоит из длинного бруска *FL* (—23 см) с изогнутым



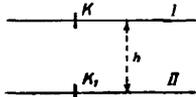
Фиг. 2.

концом, в к-рый вставлен обводный шпиль *F*. Для соединения со счетным механизмом рычаг вставляется в 2 муфты, находящиеся на противоположной стороне выступов *T*, *T'*,

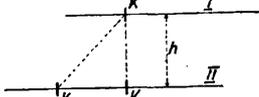
и закрепляется двумя нажимными винтами *K* (второй винт находится на выступе с опорным колесом *C* и на фигуре не виден). Для сообщения рычагу медленного движения, он вкладывается в третью муфту *M* с нажимным кинтом *K*₁. При помощи микрометрического винта, обвитого пружинкой, муфта *M* соединяется с выступом *T*. Чтобы устанавливать рычаг на определенную длину, на верхней его грани нарезана полумиллиметровая шкала, а сверху рамы счетного механизма прикреплен верньер *V*. Для такой установки ослабляют нажимные винты *K*, *K*₁ и движение руки устанавливают рычаг сначала грубо на требуемую длину; затем, закрепив винт *K*₁, действуют гайкой при муфте *M*, устанавливают рычаг точно по верньеру и закрепляют нажимные винты *K*. В других деталях *П.* с переменным рычагом подобен вышеописанному *П.* с постоянным рычагом.

При соединении рычагов свободный рычаг будет вращаться около воображаемой оси, проходящей через центр шарика, к-рый находится на конце отрезка *G*, и перпендикулярной к плоскости чертежа. Эту линию называют осью вращения *П.* Расстояние от оси до полюса примем за длину полюсного рычага, а расстояние от оси до обводного шпилья—за длину обводного рычага. Чтобы практически получить длину обводного рычага, устанавливают на бумаге этот рычаг и делают 2 накола—обводным шпильем и иглой—через отверстие, просверленное в шарообразном гнезде рычага. Последний накол будет проекцией оси вращения. Расстояние между наколами принимают за длину обводного рычага. Для получения длины полюсного рычага удерживают в том же неподвижном положении обводный рычаг, осторожно вкладывают в гнездо отрезок *G*, нажимают цилиндр *P* и получают полюс *П.* Расстояние между полюсом и проекцией оси вращения есть длина полюсного рычага.

Теория *П.* разрабатывается при условии, что плоскость обода счетного колеса перпендикулярна к направлению обводного рычага. 1) Положим, обводный рычаг перемещается параллельно самому себе



Фиг. 3.

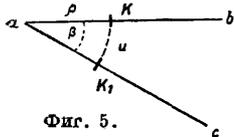


Фиг. 4.

и из положения *I* перейдет в положение *II* (фиг. 3). При этом ободок счетного колеса *K* обернется на такую дугу и своей окружности, к-рая равна перпендикулярному расстоянию *h* между *I* и *II* положениями:

$$u = h. \quad (1)$$

2) Если обводный рычаг перемещается параллельно самому себе, но под углом к направлению счетного колеса, например по линии *KK*₂ (см. фиг. 4), т. е. колесо одновременно и вращается и скользит. Такое движение разлагается на два: по направлению *KK*₁ и по направлению *K*₁*K*₂. Вследствие вращения колесо обернется на дугу *h*, а от скольжения оно не сделало ни



Фиг. 5.

одного оборота. Следовательно и в этом случае

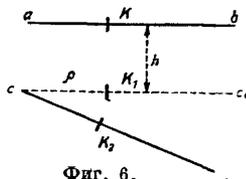
$$u = h. \quad (2)$$

3) Если обводный рычаг вращается около нек-рой точки *a* и из положения *ab* перейдет в положение *ac*

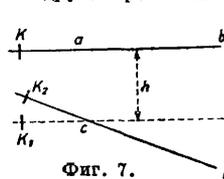
(фиг. 5), то счетное колесо *K* переместится в *K*₁, обернувшись на дугу *u*. Длина дуги *u* будет зависеть от расстояния колеса *K* до точки *a*. Обозначив это расстояние через *q*, дугу при радиусе, равном единице, соответствующую углу *β*, через *β*, имеем:

$$u = βq. \quad (3)$$

4) В общем случае, когда обводный рычаг из какого-либо положения перемещается в другое произвольное,



Фиг. 6.



Фиг. 7.

напр. из положения *ab* в положение *cd* (фиг. 6), такое движение можно разложить на два: сначала считать, что рычаг из положения *ab* передвинулся параллельно самому себе и занял положение *cs*, а затем, повернувшись около точки *c*, перешел в положение *cd*. На основании предыдущего дуга, на которую обернулось колесо *K* при переходе из *K* в *K*₂, выразится:

$$u = h + βq. \quad (4)$$

Для *П.* с переменным рычагом ф-ла (4) обратится в

$$u = h - βq \quad (5)$$

вследствие того, что счетный механизм в таком *П.* находится за точкой пересечения рычагов, и при вращении обводного рычага около точки *c* на дугу *β* (для перехода из *cs* в *cd*) счетное колесо будет вращаться в обратную сторону против вращения, когда оно переходило из *ab* в *cs* (фиг. 7). При движении обводного шпилья по контуру фигуры счетное колесо будет и вращаться и скользить. Т. е. путь, пройденный колесом на бумаге, вообще будет более (иногда равен) дуге, на к-рую счетное колесо обернется при своем перемещении.

Положим, требуется вычислить площадь фиг. 8. Установим *П.* так, чтобы его полюс *P* находился внутри фигуры. Обводный шпиль поставим в точку *a* контура фигуры. *П.* займет положение *abP*, причем *ab = R* есть свободный рычаг и *bP = R*₁—полюсный. Передвинем обводный шпиль на очень малую часть контура *ac*₁ и поставим его в точку *a*₁. *П.* займет положение *a*₁*b*₁*P* и пройдет элемент площади *abPb*₁*a*₁*c*₁*a*. При этом точка *b* пересечения рычагов переместится в *b*₁, и полюсный рычаг *R*₁ пройдет площадь сектора *bb*₁*P*. Движение обводного рычага *K* из *ab* в *a*₁*b*₁ разложится на два: 1) обводный рычаг *R* из положения *ab* передвинулся в положение *cb*, параллельно самому себе и 2) повернувшись около неподвижной точки *b*₁, он из положения *cb* перешел в положение *a*₁*b*₁. При движении из *ab* в *cb* обводный шпиль опишет дугу *ac*, параллельную дуге *bb*₁, и будет отклоняться от контура на величину *sc*₁. Т. к. длина контура *ac*₁ по предположению весьма мала, то отклонением *sc*₁ можно пренебречь и считать, что точки *c* и *c*₁ совпадают. На основании того же предположения дуги *ac* и *bb*₁ можно принять за прямые и площадь *abbc*₁ считать параллелограмом. Если бы элементарная площадь *abPb*₁*a*₁*c*₁*a* была бесконечно мала, то такие допущения были бы совершенно точны. Т. обр. элементарная площадь разделилась на три площади: параллелограмм *abbc* и два сектора *bPb*₁ и *cb*₁*a*. Обозначим элементарную площадь *abPb*₁*a*₁*c*₁*a* через *p*; дугу при радиусе, равном единице, соответствующую углу *cb*₁*a*₁ через *β*; дугу при таком же радиусе, соответствующую углу *bPb*₁ через *φ*. Удерживая прежние обозначения, будем иметь:

$$p = Rh + \frac{1}{2} ca_1 \cdot R + \frac{1}{2} bb_1 R_1. \quad (6)$$

В этом выражении, на основании (4) *h = u + βq*. На основании пропорциональности дуг своим радиусам *ca*₁ = *βR* и *bb*₁ = *φR*₁. Подставив эти выражения вместо равных им в ур-е (6), будем иметь:

$$p = Ru - Rβq + \frac{1}{2} βR^2 + \frac{1}{2} φR_1^2. \quad (7)$$

Передвинем обводный шпиль также на весьма малую часть контура *a*₁*a*₂. *П.* займет положение *a*₂*b*₂*P*, прой-

дл новый элемент площади $a_1a_2b_2Pb_1a_1$. Этот элемент подобно предыдущему можно разложить на 3 площади и выразить ф-лой, подобной ф-ле (7). Т. к. часть контура a_1a_2 вообще не равна части aa_1 , то новый элемент площади не равен предыдущему, и в выражении этой площади величины u, β и φ будут иные. Обозначив через p_1 элементарную площадь $a_1a_2b_2Pb_1a_1$, будем иметь:

$$p_1 = Ru_1 - R\beta_1e + \frac{1}{2}\beta_1R^2 + \frac{1}{2}\varphi_1R_1^2.$$

Для следующего элемента площади получим

$$p_2 = Ru_2 - R\beta_2e + \frac{1}{2}\beta_2R^2 + \frac{1}{2}\varphi_2R_1^2$$

и т. д. По объединении обводным шпильем всего контура П. пройдет ряд элементарных площадок и займет первоначальное положение abP . Чтобы получить выражение всей площади фигуры, надо взять сумму выражений всех элементарных площадей. Складывая почленно предыдущие выражения, будем иметь:

$$p + p_1 + p_2 + \dots = R(u + u_1 + u_2 + \dots) - R_0(\beta + \beta_1 + \beta_2 + \dots) + \frac{1}{2}R^2(\beta + \beta_1 + \beta_2 + \dots) + \frac{1}{2}R_1^2(\varphi + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots). \quad (8)$$

В этом выражении $p + p_1 + p_2 + \dots$ дает общую площадь P фигуры. Сумма $u + u_1 + \dots$ представляет сумму дуг, на k -ую обкрулилось счетное колесо при объединении всего контура и k -ую обозначим через U . Суммы $\beta + \beta_1 + \beta_2 + \dots$ и $\varphi + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$ выражают суммы дуг при радиусе, равном единице, и каждая в отдельности равна 2π . Что сумма $\varphi + \varphi_1 + \dots$ равна 2π , видно из чертежа, т. к. точка пересечения рычагов b при полном объединении контура опишет полную окружность. Для доказательства того, что сумма $\beta + \beta_1 + \dots$ равна 2π , возьмем произвольную точку и из нее проведем линии, параллельные всевозможным положениям обводного рычага. При точке построятся углы, соответствующие величинам $\beta, \beta_1, \beta_2, \dots$. При полном объединении контура сумма построенных углов будет равна 360° , и сумма дуг, им соответствующих, при радиусе, равном единице, будет равна 2π . На этом основании ф-ла (8) представится так:

$$P = RU - 2\pi \cdot R_0 + \pi R^2 + \pi R_1^2,$$

или

$$P = RU + \pi(R^2 + R_1^2 - 2R_0). \quad (9)$$

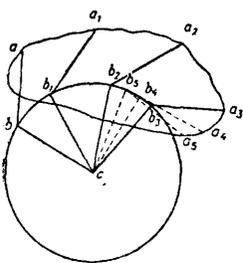
Для П. с переменным рычагом последний член в скобках на основании ф-лы (5) будет иметь положительный знак, и ф-ла (9) представится в таком виде:

$$P = RU + \pi(R^2 + R_1^2 \pm 2R_0). \quad (10)$$

Формула (10) является общей для обоих видов П. Второй член формулы (10), зависящий от размеров П., есть величина постоянная. Обозначив его через Q , будем иметь:

$$P = RU + Q. \quad (11)$$

Для исключения постоянного Q из формулы (11) поставим полюс П. вне контура фигуры



Фиг. 9.

в точку c (фиг. 9) и обводный шпиль в точку a контура. При объединении контура по ходу часовой стрелки обводный шпиль будет проходить через точки a, a_1, a_2 , лежащие на верхней части контура. П. будет занимать при этом положение abc, a_1b_1c и т. д. Обводный шпиль, дойдя до нек-рой предельной точки, напр. a_3 , будет двигаться по нижней части контура, и П. будет перемещаться в обратном направлении. При движении обводного шпиля по верхней части контура пространство между начальным и последующими положениями рычагов будет увеличиваться, т. е. бу-

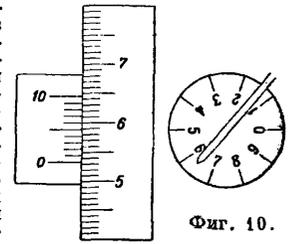
дут увеличиваться до некоторого предела суммы: $\beta + \beta_1 + \beta_2 + \dots, \varphi + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$. При движении шпиля по нижней части контура это пространство будет уменьшаться, и когда П. займет первоначальное положение abc , суммы $\beta + \beta_1 + \dots, \varphi + \varphi_1 + \dots$ обратятся в нуль. Вследствие этого в формуле (8) три последних члена, содержащие β и φ , обратятся в нуль, следовательно обратится в нуль постоянное число $Q = \pi(R^2 + R_1^2 \pm 2R_0)$; ф-ла (11) примет вид

$$P = RU. \quad (12)$$

Итак, для вычисления площади фигуры имеем две формулы: при установке полюса внутри фигуры—ф-лу (11) и при установке полюса вне ее контура—ф-лу (12). При измерении площадей выгоднее полюс П. ставить вне контура фигуры. Кроме того при вычислении площадей старыми П., у которых концы оси счетного колеса достаточно износились, замечается продольное шатание оси. В таком случае расстояние между точкой пересечения рычагов и счетным колесом постоянно изменяется, т. е. Q является величиной переменной и само постоянное число Q —ненадежным.

Практическое пользование П. Соединив рычаги, выбирают место для установки полюса по возможности вне контура фигуры. После установки полюса делают пробное объединение фигуры по ходу часовой стрелки. Если окажется, что при объединении рычаги составляют между собой слишком острые или тупые углы, то положение полюса меняют. Выбрав окончательно место для полюса, устанавливают обводный шпиль в одну из точек контура, k -ую считают начальной, и делают отсчет.

Допустим, что циферблат и счетное колесо расположились так, как показано на фиг. 10. Отсчет делают так: сначала смотрят на циферблат и с него берут цифру, меньшую из тех, между которыми находится индекс (в данном случае 6). Затем смотрят на счетное колесо и записывают меньшую цифру из тех, между которыми находится нулевой штрих верньера. На фиг. 10 это цифра 5 (десятые доли оборота колеса). Отэтой цифры считают по черточкам сотые доли—их будет 4. После того по верньеру оценивают тысячные доли оборота, k -рых будет 6 (т. к. совпадает 6-я черта). Полный отсчет будет: 6546 (тысячных). Сделав отсчет, осторожно обводят шпиль по контуру фигуры, двигая его по ходу часовой стрелки. Доведя обводный шпиль до начальной точки, снова делают отсчет указанным способом. Пусть этот отсчет будет 7907. Разность отсчетов, равная 1361, укажет, что ободок счетного колеса при объединении контура обернулся на 1361 тысячную своей окружности. Для получения площади в натуральных (мелких) или земельных мерах эту разность надо умножить на некоторый коэффициент.



Фиг. 10.

Обозначив отсчет до объединения контура фигуры через m_1 , отсчет после объединения—через m_2 и коэф. через k , искомую площадь P выразим след. обр.:

$$P = k(m_2 - m_1). \quad (13)$$

Геометрическое значение постоянного числа Q . Поставим рычаги планиметра под таким углом, чтобы воображаемая плоскость rs (фиг. 11), проходящая через ободок счетного колеса, прошла через полюс. Составится остроугольный тр-к, в котором обводный рычаг R может служить основанием и rs —его высотой. При таком положении ры-

чагов расстояние между полюсом p и обводным шпилем o , равное D , будет величиной постоянной. Применяя теорему геометрии о квадрате стороны, лежащей против острого угла, будем иметь:

$$D^2 = R^2 + R_1^2 - 2R_1R$$

Для Π , с переменным рычагом, у которого счетный механизм расположен за точкой пересечения рычагов и угол β тупой, последний член $2R_1R$ будет иметь положительный знак. Предыдущая ф-ла будет общая для обоих видов Π , и представится так:

$$D^2 = R^2 + R_1^2 \pm 2R_1R$$

Это есть тот трехчлен, к-рый в выражении постоянного числа Q заключается в скобках (формула 10). Заменяя его через D^2 будем иметь:

$$Q = \pi(R^2 + R_1^2 \pm 2R_1R) = \pi D^2 \quad (14)$$

Следовательно постоянное число геометрически представляет площадь круга с радиусом D . Если начертить круг с радиусом D , поставить в центр круга полюс Π и обводным шпилем обвести окружность круга, то при обведении счетное колесо не сделает ни одного оборота. Это произойдет благодаря тому, что плоскость счетного колеса будет всегда перпендикулярна к направлению движения и будет лишь скользить.

Преобразование формулы $P = R \cdot U$ для вычисления P . Ранее было указано, что при вычислении площадей дуга, на которую обернулся ободок счетного колеса, обыкновенно выражают в тысячных долях оборота. Обозначив, как и раньше, окружность ободка счетного колеса через C , $0,001C$ через τ и число тысячных долей, на к-рое обернулось колесо при обведении контура фигуры, через μ , получим, что $U = \tau \cdot \mu$, следовательно $P = R \cdot \tau \cdot \mu$. Там же указано, что число тысячных долей, на которое обернулось колесо, получается как разность $m_2 - m_1$ отсчетов до и после обведения контура, следовательно $\mu = m_2 - m_1$ и



Фиг. 11.

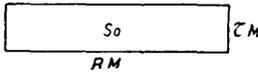
$P = R \cdot \tau(m_2 - m_1) \quad (15)$

Множитель $R\tau$ есть произведение длины обводного рычага R на длину $0,001C$ и представляет собой площадь прямоугольника, соответствующую тысячной доле оборота колеса, или τ е н у одного деления Π . Эту площадь можно рассматривать в ее натуральной величине в $см^2$, $мм^2$ и вообще в тех единицах, в к-рых выражены R и τ .

Пример. $R = 15,54$ см, $C = 6,18$ см, $0,001C = \tau = 0,00618$ см (взяты с Π сист. Коради № 22927), следовательно

$$R\tau = p_0 = 15,54 \times 0,00618 = 0,096 \text{ см}^2 = 9,6 \text{ мм}^2$$

Такое значение p_0 называют а б с о л ю т н о й ц е н о й одного деления Π . Зная эту цену, легко определить натуральную величину площади фигуры в тех единицах, в которых выражено p_0 . Но p_0 м. б. придано другое значение. Построим на бумаге прямоугольник p_0 по действительным величинам R и τ . Построенную площадь будем рассматривать как план некоторого земельного участка, нанесенного в масштабе $\frac{1}{M}$. При составлении плана каждая линия местности уменьшается в M раз; и обратно, чтобы от площади плана перейти к площади земельного участка, нужно линии плана увеличить в M раз. Увеличив R и τ в M раз (фиг. 12), получим другое значение для цены деления Π , например S_0 , выраженное в земельной мере. Ее называют о т н о с и т е л ь н о й ц е н о й одного деления Π , следовательно



Фиг. 12.

$$S_0 = R \cdot \tau \cdot M^2 \quad (16)$$

Числовое значение p_0 и S_0 есть коэф. k ф-лы (13). Подставляя вместо $R\tau$ в формуле (15)

численную величину p_0 или S_0 , будем получать площадь или в натуральную ее величину (в $см^2$ или $мм^2$) или в земельной мере ($га$ или $м^2$).

Определение численной величины цены деления Π . Заменяя далее в ф-ле (15) $R\tau$ численным значением p_0 и S_0 , получим две ф-лы:

$$p = p_0(m_2 - m_1) \text{ и } P = S_0(m_2 - m_1)$$

Первая ф-ла выражает площадь в натуральной ее величине, вторая — в единицах земельной меры. Отсюда

$$p_0 = \frac{p}{m_2 - m_1} \text{ и } S_0 = \frac{P}{m_2 - m_1}$$

следовательно для определения цены деления Π надо знать площадь в соответствующих единицах (p и P) и соответствующее число делений Π , $(m_2 - m_1)$, т. е. число тысячных долей оборота счетного колеса. На этом основании цена деления Π проще всего определяется опытным путем: строят на бумаге квадрат со сторонами в несколько $см$ или $дм.$, смотря по тому, в каких квадратных единицах будет выражаться площадь. Затем этот квадрат обводят несколько раз Π . Из разностей отсчетов до и после обведения берут среднее, т. е. получают $m_2 - m_1$. Разделив площадь квадрата на среднюю разность отсчетов, получают цену одного деления планиметра в натуральных единицах, т. е. в $см^2$ или в $дм.^2$

Пример. Построен квадрат со сторонами в 5 см. Площадь квадрата равна 25 $см^2$ или 2500 $мм^2$. Средняя разность отсчетов, выведенная из 5 обведений, равна 266 тысячных, или делений Π .

$$p_0 = \frac{25}{266} \text{ см}^2 = 0,094 \text{ см}^2 = 9,4 \text{ мм}^2$$

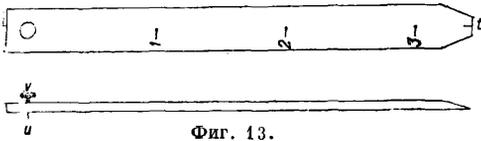
Для определения S_0 площадь квадрата надо выразить в земельной мере, принимая во внимание масштаб плана (ф-ла 16). Положим, что масштаб плана $\frac{1}{10000}$, т. е. 1 см соответствует 100 м, следовательно сторона квадрата будет равна 500 м, а его площадь 250000 $м^2$ или 25 га. Поэтому

$$S_0 = \frac{25}{266} \text{ га} = 0,094 \text{ га} \approx 0,1 \text{ га}; S_0 = \frac{250000}{266} \text{ м}^2 = 939,85 \text{ м}^2$$

Для увеличения точности обведение Π делают несколько раз. Отдельные результаты (разности отсчетов) не должны отличаться более, чем на $1-2$ деления. В таком случае за окончательный результат принимают среднее арифметическое. Самое обведение по сторонам квадрата следует делать по линейке (лучше по металлической), чтобы уменьшить сотрясение руки, искажающей отсчеты.

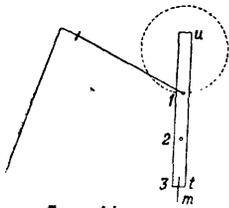
К о н т р о л ь н а я л и н е й к а. К каждому Π прилагается небольшая линейка, к-рая помещается в его ящике. Эта линейка называется к о н т р о л ь н о й и служит для определения цены деления Π и вообще для его исследования. Контрольная линейка исключает необходимость построения геометрич. фигур для определения цены делений и позволяет быстро определять эту цену, уничтожая при этом сотрясение руки. Здесь описана контрольная линейка, приложенная к Π сист. Коради с постоянным рычагом за № 22927 и рассчитанная для определения цены деления Π для масштабов с прежним основанием (дюймовым). Но зная цену деления для масштаба с одним основанием, ее легко определить и для всякого

другого. Контрольная линейка, изображенная на фиг. 13 в плане и в разрезе, — металлическая, хорошо отполированная пластинка, длиной ок. 3,5 дм. В одном ее конце вставлена тонкая игла *и*, прикрытая винтом *в*. Другой конец линейки сточен под острие, на котором нарезан штрих *t*. Место, где вставлена игла *и*, отмечено нулем. Начиная от него, через каждый дм. на поверхности линейки высверлены небольшие гнезда, отмеченные 1'', 2'', 3''. Во время работы линейку кладут на бумагу, в которую вдавливают иглу *и*. У другого конца линейки тонким карандашом проводят на бумаге черту



Фиг. 13.

м, с к-рой совмещают штрих линейки *t*. В гнездо, отстоящее от иглы на 1'', вставляют обводный шпиль, а П. примерно устанавливают так, как показано на фиг. 14, и делают отсчет, а затем, придерживая одной рукой обводный шпиль, чтобы он не вышел из гнезда, другой рукой осторожно двигают контрольную линейку по ходу часовой стрелки. Обведя полный круг, совмещают штрих *t* с чертой *м* и снова делают отсчет. Т. о. обводный шпиль пройдет по окружности круга с радиусом в 1''.



Фиг. 14.

Окончив обведение, его надо повторить, но двигая П. уже в обратном направлении, т. е. против движения часовой стрелки. Подобным образом обводят круги с установкой обводного шпиля на 2'' и на 3''. На основании изложенного будем иметь следующие формулы для определения цены деления с помощью контрольной линейки: если *S* — определяемая цена деления П., *m*₁ и *m*₁' — отсчеты до и после обведения круга с радиусом *r* = 1'', *m*₂ и *m*₂' — отсчеты для круга в 2*r*, *m*₃ и *m*₃' — отсчеты для круга в 3*r*, то

$$\begin{aligned} S(m'_1 - m_1) &= \pi r^2 = \pi r^2, \\ S(m'_2 - m_2) &= \pi(2r)^2 = 4\pi r^2, \\ S(m'_3 - m_3) &= \pi(3r)^2 = 9\pi r^2, \end{aligned}$$

откуда

$$S = \frac{\pi r^2}{m'_1 - m_1} = \frac{4\pi r^2}{m'_2 - m_2} = \frac{9\pi r^2}{m'_3 - m_3}. \quad (16')$$

В следующей таблице приведены результаты определения цены деления П. сист. Корди с постоянным рычагом № 22927 с установкой на контрольной линейке обводного шпиля на 1, 2 и 3 дм. Цена деления вычислена как для определения натуральной величины площади (в дм.²), так и в земельной мере, старой (в дес.) для масштаба $\frac{1}{8400}$ и новой (в га) для масштаба $\frac{1}{10000}$.

Определение цены деления П. для разных масштабов. Выше при-

Длина <i>r</i>	<i>m</i> ₁ ' - <i>m</i> ₁	πr^2	<i>S</i>
	<i>m</i> ₂ ' - <i>m</i> ₂	$4\pi r^2$	
	<i>m</i> ₃ ' - <i>m</i> ₃	$9\pi r^2$	
1 дм.	212	3,1416 дм. ²	0,0149 дм. ²
2 »	887	12,5664 »	0,0142 »
3 »	1 968	28,2744 »	0,0143 »
100 см.	212	13,09 дес.	0,061 дес.
200 »	887	52,35 »	0,058 »
300 »	1 968	117,79 »	0,059 »
254 м	212	20,27 га	0,095 га
508 »	887	81,07 »	0,091 »
762 »	1 968	182,41 »	0,093 »

Средняя *S*: *1 0,014 дм.²; *2 0,059 = 0,06 дес.; *3 0,093 = 0,09 га.

ведена ф-ла, выражающая цену деления П. в земельной мере (ф-ла 16): $S_0 = R \cdot \tau \cdot M^2$. Из нее видно, что *S*₀ изменяется пропорционально изменению длины обводного рычага *R* и пропорционально квадрату знаменателя численного масштаба (τ изменяться не может). Если измерять площади разных масштабов, но при одной и той же длине рычага *R*, то *S*₀ будет зависеть только от масштаба. Если новый масштаб $\frac{1}{N}$, то для него цена деления будет $S_1 = R \cdot \tau \cdot N^2$. Взяв отношение равенства, будем иметь $\frac{S_0}{S_1} = \frac{M^2}{N^2}$, откуда

$$S_1 = S_0 \frac{N^2}{M^2}. \quad (17)$$

Эта ф-ла позволяет цену деления, вычисленную для одного какого-либо масштаба, переписать для произвольного.

Пример 1. Для масштаба $\frac{1}{8400}$ *S*₀ = 0,06 дес. Вычислить *S*₁ и *S*₂ для масштабов $\frac{1}{4200}$ и $\frac{1}{42000}$.

$$S_1 = 0,06 \left(\frac{4200}{8400} \right)^2 = 0,015 \text{ дес.},$$

$$S_2 = 0,06 \left(\frac{42000}{8400} \right)^2 = 1,5 \text{ дес.}$$

Из этого примера видно, что знаменатель второго масштаба в 10 раз более знаменателя первого, а цена деления *S*₂ более *S*₁ в 100 раз (*M*²).

Пример 2. Для масштаба $\frac{1}{8400}$ *S*₀ = 0,06 дес.

Вычислить *S*₁ в метрич. мере для масштаба $\frac{1}{10000}$. Пользуясь соотношением 1 дес. = 1,09254 га, сначала надо перевести 0,06 дес. в га. Полученный результат 0,0655524 дает цену деления в га для масштаба $\frac{1}{8400}$.

Остается переписать ее для масштаба $\frac{1}{10000}$:

$$S_1 = 0,06555 \left(\frac{10000}{8400} \right)^2 = 0,093 \text{ га};$$

получилась та же цена, к-рая вычислена по контрольной линейке и помещена в предыдущей таблице.

Цена деления П. обыкновенно дается механиком для разных масштабов и при определенной длине обводного рычага. Результаты обычно пишутся на ярлыке, наклеенном внутри футляра П. Так, для П. № 22927 цены вычислены для *R* = 309,0 полумиллиметров. Цена деления м. б. вычислена непосредственно по ф-ле $S_0 = R \cdot \tau \cdot M^2$, если известны размеры П. Так, для планиметра № 22927 при *R* = 6,16 дм. *C* = 2,42 дм. и *M* = 8 400, τ = 0,00242 дм.; M^2 = 70 560 000 и S_0 = 6,16 × 0,00242 × 70 560 000 = 1 051 852 дм.² По обращению в дес. S_0 = 0,062 ≈ 0,06 дес.

Вычисление в е в с ь м а м а л ы х п л о щ а д е й. При вычислении малых площадей

большая цена деления дает и больший процент ошибки, поэтому выгоднее в таком случае, чтобы цена деления p , была возможно меньшей, а разность отсчетов $\mu_2 - \mu_1$ возможно большей. Но $p_0 = R\tau$, следовательно для уменьшения p_0 надо уменьшить R . Если для длины рычага R цена деления была p_0 , то для новой цены p_1 рычаг надо изменить в R_1 :

$$p_0 = R \cdot \tau, \quad p_1 = R_1 \cdot \tau;$$

взяв отношение, будем иметь $\frac{p_0}{p_1} = \frac{R}{R_1}$. Из этой пропорции получим

$$\frac{p_0 - p_1}{p_0} = \frac{R - R_1}{R},$$

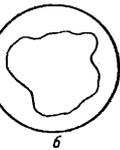
откуда $R - R_1 = R \cdot \frac{p_0 - p_1}{p_0}$. По этой ф-ле вычисляется изменение длины рычага при изменении цены деления в другое.

Вычисление постоянного числа. При постановке полюса внутри фигуры ее площадь вычисляется по ф-ле: $P = RU + Q$ или $P = S_0(m_2 - m_1) + Q$. Если q —число делений l ., соответствующее площади круга Q (S_0 —цена одного деления Π .), то предыдущая формула представится так: $P = S_0(m_2 - m_1) + S_0q$, откуда

$$q = \frac{P}{S_0} - (m_2 - m_1).$$

В этом выражении $\frac{P}{S_0}$ —площадь фигуры в делениях Π ., а $(m_2 - m_1)$ —разность отсчетов по Π ., когда его полюс внутри фигуры.

Пример. Для определения q взят квадрат со сторонами в 30 см; масштаб чертежа $\frac{1}{10000}$, следовательно сторона квадрата равна 3000 м, а его площадь 900 га. Цена деления Π . $S_0 = 0,09$ га, член $\frac{P}{S_0} = \frac{900}{0,09} = 10000$ делений. Разность отсчетов по Π . $m_2 - m_1$ до и после обведения квадрата в среднем из 4 обведений равна 9347, следовательно $q = 10000 - (-9347) = 19347$ делений. Появление отрицательного знака у разности $m_2 - m_1$ объясняется тем, что площадь вычисляемого квадрата P менее площади круга Q . В этом случае счетное колесо при обведении Π . будет вращаться в обратную сторону, мимо нуля верньера, подлисы колеса будет проходить убывая, и второй отсчет m_2 будет менее первого m_1 . Действительно, в ф-ле $P = RU + Q$, где все члены положительны, Q входит слагаемым. Разность $P - Q = RU$ будет положительна и соответствует пространству между кругом Q и контуром (фиг. 15, а) к-рое Π . обращает в прямоугольник RU . Если Q более P , то $P - Q = -RU$. Но R отрицательным быть не может, и отрицательным будет U , т. е. $m_2 - m_1$, и тогда $m_1 > m_2$. Отрицательное RU соответствует пространству между кругом и контуром на фиг. 15 б. Для получения численного значения $-RU$ надо обвести Π . против хода часовой стрелки; в этом случае счетное колесо будет вращаться по возрастающей подлисы, и второй отсчет m_2 будет более первого m_1 . Приведенную выше ф-лу $P = S_0(m_2 - m_1) + S_0q$ можно переписать так:

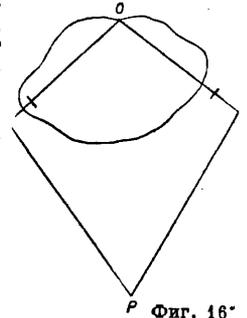


Фиг. 15.

$P = S_0[(m_2 + q) - m_1]$; из нее видно, что при вычислении площади с постановкой полюса внутри фигуры надо ко второму отсчету прибавить число делений, соответствующее постоянному числу. Постоянное число в делениях Π . также дается механиком для нек-рых масштабов и при определенной длине обводного рычага. Соответствующие числа написаны на ярлыке, наклеенном в футляре Π .

Условия, требуемые от Π ., и их проверка. Условия, требуемые от Π ., следующие: 1) счетное колесо должно свободно вращаться; 2) плоскость счетного колеса д. б. перпендикулярна к направлению обводного рычага; 3) длина обводного рычага

должна соответствовать цене деления Π ., к-рая дана механиком; 4) постоянное число д. б. вычислено правильно. При исследовании 1-го условия вращают счетное колесо около оси. Если вращение медленное, колесо будет останавливаться—оо слишком зажата. В этом случае положение оси надо изменить, действуя винтами при подшипниках. При вывинчивании подшипники будут раздвигаться, и вращение оси будет свободнее. При очень быстром вращении подшипники, наоборот, надо сдвинуть. При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы счетное колесо не задевало верньера. Проверка 2-го условия, самого важного, производится так: измеряется площадь фигуры при двух положениях Π ., к-рый устанавливают так, как показано на фиг. 16, т. е. счетное колесо в первый раз будет находиться влево, а во второй—вправо от линии, соединяющей полюс и обводный шпиль (линия PO). При обведении фигуры при обоих положениях Π . делаются отсчеты, а их разности сравниваются между собой. Если разности отсчетов будут значительно различаться, то условие перпендикулярности не выполнено. Для исправления этого недостатка в Π . системы Коранди не сделано приспособлений. Но так как при указанных положениях Π . счетное колесо будет занимать противоположные положения, то неправильность в положении колеса будет влиять на результат вычисления площади в разных направлениях и будет компенсироваться. Вследствие этого Π . сист. Коранди называют компенсационным. На этом основании можно рекомендовать производить вычисление площади при двух указанных положениях Π . Среднее из результатов будет почти свободно от влияния этой ошибки. Проверка 3-го условия производится так. обр.: при помощи контрольной линейки вычисляется площадь круга. При этом свободный рычаг Π . устанавливается на длину, указанную механиком. Обведение круга делается при двух положениях инструмента, указанных на фиг. 16. Для увеличения точности такое обведение следует повторить. Если разности отсчетов будут отличаться на 1—2 деления, то за окончательный результат принимают среднее. Умножив эту разность на цену деления Π . S_0 , данную механиком и соответствующую длине рычага, получают площадь круга по формуле $P = S_0(m_2 - m_1)$. Затем, вычислив площадь того же круга по ф-ле πr^2 , сравнивают с ней площадь, вычисленную Π . Если площадь по Π . будет более площади, вычисленной по формуле πr^2 , то рычаг надо удлинить; если менее, то надо уменьшить. Это следует из того, что для одной и той же площади $RU = R_1U_1$, т. е. длины обводного рычага обратно пропорциональны длинам дуг, на которые обернулось счетное колесо. Следовательно для уменьшения длины дуги или соответствующей ей площади надо уве-



П Фиг. 16.

...

личить рычаг и наоборот. Изменение длины рычага м. б. рассчитано по ф-ле

$$R_1 - R = R \frac{\mu - \mu_1}{\mu_1};$$

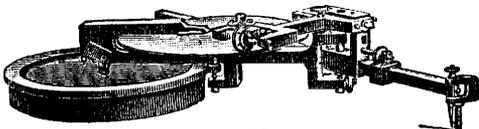
здесь μ —число делений, вычисленное для круга по ф-ле $\frac{\pi r^2}{S_0}$, а μ_1 —разность отсчетов по П. при установке его на длину рычага R .

Пример. $R = 332,1$ полумиллиметра, $\mu = \frac{\pi r^2}{S_0} = 2088$

делениям, $\mu_1 = 2108$ делениям, $R_1 - R = 332,1 \cdot \frac{1}{105} = 3,16 \approx 3,2$ полумиллиметра. Т. к. площадь по планиметру оказалась более геометрической, то рычаг надо увеличить, и $R_1 = 335,3$ полумиллиметра. Установив рычаг на новую длину, надо повторить испытание. Проверка постоянного, числа, вернее, числа делений q , соответствующего площади круга Q , производится так, как описано выше.

Некоторые замечания о пользовании П. 1) Надежные результаты П. дает, когда вычисляемая площадь начерчена на ровной, гладкой бумаге, без всяких шероховатостей. Неровная бумага влияет на обороты счетного колеса и искажает отсчеты. 2) Не следует делать начальный отсчет нулем, а лучше записать его так, как указывает инструмент. При установке на нуль можно не заметить 1—2 делений, на к-рые отойдет счетное колесо. 3) Когда указатель на циферблате находится близ какой-либо цифры, то надо обратить внимание на положение нуля верньера относительно штрихов счетного колеса, подписанных 9 (девятой), 0 (нулем) и 1 (единицей). Если нуль верньера находится между 9 и 0 колеса, то с циферблата надо взять меньшую цифру; если он находится между 0 и 1, то надо записать ту, на к-рую указывает индекс. 4) Обводный шпиль надо двигать по контуру осторожно, выбирая все извилины, следя в то же время за движением циферблата. Если при обведении контура по ходу часовой стрелки нуль циферблата прошел мимо указателя несколько раз, то столько же раз во втором отсчете прибавляется 10 000; при обратном движении эта цифра вычитается. 5) Обведение контура надо делать не менее двух раз в прямом и обратном направлениях и в двух положениях планиметра. 6) При вычислении малых площадей выгоднее брать рычаг короче.

Точность вычисления площади P зависит от многих условий. На нее влияет качество плана, форма контура, величина площади и пр. Изменение площадей по старым планам, бумага к-рых измята, менее надежно. Также невыгодно вычислять П. узкие и длинные полосы, дороги, просеки, канавы, лесные делянки и пр. Площади таких полос точнее вычислять по натуральным измерениям. Малые площади вычисляются с большей ошибкой. Практика показывает, что при наилучших условиях измерение площадей П. сист. Коради при двух положениях инструмента производится с ошибкой до 0,0025 или $(\frac{1}{400})$ измеряемой площади. Механик Коради ввел усовершенствование в своем компенсационном П., поместив счетное колесо на особую шайбу, сделанную из твердого каучука и

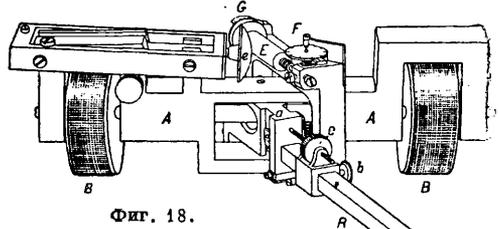


Фиг. 17.

гладко отполированную; благодаря этому на отсчетах по колесу не сказываются неровности бумаги (фиг. 17). С. Цветков.

Б. Наиболее совершенным из линейных П. является линейный П. с шаровым сегментом сист. Гомана—Коради (фиг. 18). Он состоит из рамы AA , в к-рой вращается

ось с наглухо приделанными к ней двумя тяжелыми валиками BB равных диаметров, так что при передвижении прибора по бумаге он сохраняет неизменное направление. Параллельно оси валиков BB в верхней части рамы расположена другая ось с зубчатым колесиком и тщательным выточенным шаровым сегментом e , прикасающимся к совершенно гладкому полированному цилинд-



Фиг. 18.

ру E , целые обороты которого отсчитываются на циферблате F , а части оборота по верньеру на барабане G . Наружные поверхности валиков BB нарезаны мелкими зубцами (насечками), так что валики могут только катиться, но не скользить по бумаге; зубцы левого валика B захватывают зубцы зубчатого колеса оси вращения сегмента e , и поэтому во время движения прибора на бумаге вращаются как валики BB , так и ось сегмента e ; соприкасаясь с поверхностью цилиндра E , шаровой сегмент e вращает цилиндр E . Если зубцы валиков и зубчатого колеса оси сегмента e одинаковы, то длина дуги, на к-рую обернется валик B , равна общей длине дуги всех одновременных оборотов оси сегмента e ; иначе говоря, линейное перемещение всего прибора по направлению, перпендикулярному к оси валиков BB , равно линейному перемещению какой-либо точки окружности оси сечения e . В середине рамы AA расположена вертикальная ось, около к-рой может поворачиваться вправо и влево в известных пределах обоймица a ; в верхней части этой обоймицы помещен упомянутый выше гладкий цилиндр E , а внизу вставлен длинный брусок R (рычаг) с ведущим острием M на конце. Брусок разделен по всей своей длине на m и при помощи небольшой обоймицы с верньером, зажимным винтом b и гайкой c м. б. поставлен и закреплен в любой части своей длины, для чего он вдвигается в обоймицу или выдвигается из нее. Ведущее острие M составляет третью точку опоры инструмента во время измерения площади; но две другие точки опоры (валики BB) расположены так, что ц. т. всей системы находится почти над ними и давление на ведущее острие M незначительно. Оси цилиндра E и бруска (рычага) R всегда параллельны, причем цилиндр E особой пружиной в обоймице постоянно нажимается на шаровой сегмент e и, смотря по положению обоймицы a , зависящей от движения ведущего острия вправо или влево, касается сегмента в разных точках. Когда ось рычага R перпендикулярна к оси валиков BB , тогда цилиндр E касается вершины сегмента и остается неподвижным, хотя бы П. двигался и сегмент вращался.

Если рычаг повернуть вправо, то цилиндр *E* касается сегмента в точке, расположенной ближе к барабану *G*, и при движении *П.* вперед вращается в сторону возрастающих надписей циферблата и барабана; наоборот, если рычаг *K* повернуть влево, то цилиндр *E* коснется сегмента в точке, более удаленной от барабана *G*, и при том же направлении движения *П.* будет вращаться в сторону уменьшающихся надписей. Чем больше повернуть рычаг и цилиндр, тем точка касания цилиндра к сегменту более удалена от вершины сегмента, и тем следовательно скорее вращается цилиндр при той же скорости поступательного движения *П.*

Теория этого *П.* дает следующую ф-лу:

$$P = C(N - n),$$

где *P*—измеряемая площадь, *C*—некое постоянное число, зависящее от размеров *П.*, *N*—отсчет по циферблату, барабану и верньеру после обвода фигуры, *n*—отсчет перед обводом этой фигуры. Постоянная величина *C* м. б. вычислена по измерению отдельных частей *П.*, но это не точно; точнее и скорее определить ее из опыта, обводом какой-нибудь простой геометрич. фигуры известной площади, напр. круга или квадрата. Зная площадь такой фигуры и отсчеты при начале и конце обвода, получим:

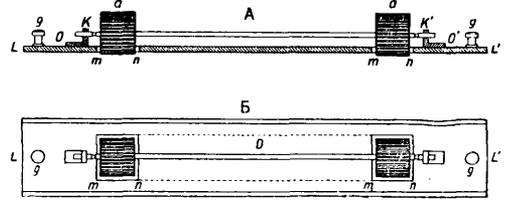
$$C = \frac{P}{N - n}.$$

Постоянную *C* можно изменить, вдвигая и выдвигая рычаг *R*. Для широких площадей можно вставить дополнительное колено. Т. к. рычаг и дополнительное его колено имеют мелкие деления, то, определив *C* при двух разных установках (длинах) рычага, можно вычислить по пропорции ту установку, при к-рой постоянная *C* будет круглым числом или числом, выражающим площадь в м² или в других мерах при данном масштабе плана (чертежа).

Для измерения площади описанным *П.* ставят его на чертеж так, чтобы ось валиков *ВВ* приняла направление, перпендикулярное к длинной средней линии обводимой фигуры, и чтобы отклонения рычага с ведущим острием в ту и другую стороны были достаточны для обвода по всем извилинам контура. Затем, установив острие *M* в любую точку контура, отмечаемую наколом тонкой иглы или же тонко очиненного карандаша, делают отсчет по циферблату, барабану и верньеру; после этого обводят контур острием в сторону вращения часовой стрелки, пока острие не вернется в начальную замеченную точку, и делают второй отсчет. Разность отсчетов, помноженная на постоянное число, даст площадь обведенной фигуры в мелких или земельных мерах.

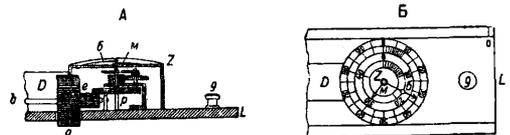
К линейным *П.* можно отнести л и н е й к у - п л а н и м е т р З а р у б и н а (фиг. 19: *A*—профиль, *B*—план). Она состоит из двух частей: линейки и счетного механизма. Линейка *LL'* имеет на обоих своих концах по прямоугольному вырезу *mn*, в которых вращаются на общей оси *OO'* два одинакового диаметра валика *a* с рубчатой поверхностью. Концы оси помещаются в стойках *K* и *K'*, к-рые привинчены к линейке; для уменьшения трения в концы оси *OO'* (в ко-

нические в них углубления) входят конические острия, вделанные в стойки *K* и *K'* и составляющие с ними одно целое. Для удобства прокатывания линейки по бумаге, на к-рой начерчен контур, на ее концах сделаны две рукоятки *g, g*. Сверху ось и валик



Фиг. 19.

прикрыты полым медным полуцилиндром *D*. Счетный механизм (фиг. 20: *A*—вертикальный разрез, *B*—план) устроен след. образом: конец *b* оси валиков *aa* снабжен шестерней *e*, передающей своими зубцами вращательное движение зубчатому коронному колесу *p*, соединенному наглухо с его вертикальной осью вращения, утвержденного нижним концом в линейке, а в средней части в стойке-скобе, снизу привинченной к линейке. На верхний конец оси коронного колеса насажена большая стрелка *б*, вращающаяся по большому внешнему кругу



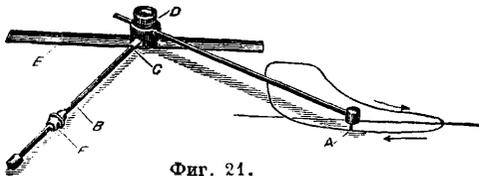
Фиг. 20.

циферблата *Z*. Для подсчета полных оборотов большой стрелки *б* над циферблатом имеется другая, малая стрелка *м*, движущаяся по внутреннему кругу, concentрическому с первым. Внешний круг разделен на 100 частей, подпись идет слева направо через каждые 10 делений; внутренний круг имеет 50 делений. Малая стрелка движется в 50 раз медленней большой, что достигается системою зубчатых колес, передающей движение большой стрелки *б* малой стрелке *м*. Вследствие равенства диаметров валиков скошенный край линейки *L* при движении планиметра перемещается параллельно самому себе. Из устройства *П.* ясно, что число оборотов валика, помноженное на длину окружности валика, выражает длину пути, пройденного *П.* по бумаге.

Применение *П.* состоит в том, что фигуру, площадь к-рой надо измерить, превращают известными геометрич. приемами в равнобедренный треугольник (или трапецию); затем прикладывают скошенный край линейки *П.* к основанию тр-ка и делают отсчет *n*; затем прокатывают *П.* настолько, чтобы вершина тр-ка находилась на скошенном крае, делают второй отсчет *n'*; разность отсчетов *n' - n*, помноженная на длину окружности валика, выраженную в тех или иных мерах длины, даст длину высоты тр-ка, следовательно и половину ее длины; помножив половину высоты на длину основания, получим площадь тр-ка, равновеликого площади фигуры. Для

удобства применения П. на скошенном краю линейки наносят единичное основание. Полученный равновеликий тр-к с произвольным основанием приводят (геометрия. приемом) к тр-ку с единичным основанием. Если прокатить П. от единичного основания тр-ка до его вершины, то полуразность отсчетов, помноженная на длину окружности валика дает площадь тр-ка в соответствующих мелких или земельных мерах. Вместо первого отсчета можно перед прокатыванием П. ставить стрелки на нули: тогда отсчет после прокатывания определит длину высоты тр-ка с единичным основанием. Площади измеряются линейкой-П. системы Зарубина с точностью $\pm 0,01$ измеряемой площади.

К оригинальным по мысли П. можно отнести: 1) П. Вебера-Керна и 2) П.-топорик Притца. П. Вебера-Керна (фиг. 21) состоит из двух рычагов—переменного по длине, обводного рычага с острием А и счетного рычага В; рычаги скреплены под прямым углом и имеют цилиндрич. поверхность.



Фиг. 21.

В вершине прямого угла помещена тяжесть D с острием (иглой), скользящим в продольном прямолинейном жлобе неподвижной линейки E. На счетном рычаге нанесены миллиметровые деления и на него надета колесо-муфта F с зубчатым лезвием (краем) и небольшим верньером, скользящим вместе с колесом вдоль по счетному рычагу; точность верньера 0,2 мм. Неподвижная линейка имеет на нижней поверхности две иглы, которыми она прикалывается к столу. Теория этого П. дает ф-лу $P = R \cdot a$, где P—измеряемая площадь, R—длина обводного рычага, a—путь, пройденный колесо-муфтой по счетному рычагу. Применение этого П. состоит в следующем: устанавливают обводный рычаг AD на какую-либо заранее намеченную длину, напр. 20 см, отмеченную на рычаге штрихом с надписью, двигая и выдвигая его в отверстие тяжести в вершине угла; вставляют счетный рычаг B его расчепленным концом C в отверстие тяжести D делениями вверх; укладывают линейку на чертеж так, чтобы контур измеряемой площади можно было удобно обвести вокруг, т. е. без того чтобы игла тяжести D могла выскакивать из паза (желобка) линейки E; затем обводят по контуру счетный рычаг сухой тряпкой, чтобы колесо-муфта скользило свободно. По окончании обвода отсчитывают длину a пути, к-рый проскользила муфта по рычагу; произведение длины a на длину R обводного рычага дает искомую площадь в мелких или земельных единицах.

П.-топорик Притца—см. *Интегрирующие приборы.*

Т. Э. т. XVI.

Лит.: Соловьев С. М., Курс высшей геодезии, М., 1914; Витковский В. В., Топография, 3 изд., М., 1929; Бик А. Н. и Чеботарев А. С., Учебник высшей геодезии, 9 изд., М.—Л., 1928; Холсон О. Д., Курс физики, т. 1, стр. 250—252, Берлин, 1923.

М. Бонч-Бруевич.

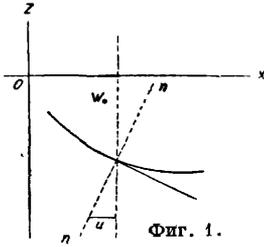
ПЛАНШЕТ, квадратная доска 38—64 см в стороне и 2,5 см толщиной, являющаяся существенной частью *мензулы* (см.) и служащая для наклейки на нее бумаги, на к-рой вычерчивается план снимаемой местности. В целях возможного облегчения П. и во избежание искривлений его от сырости П. изготовляют в виде квадратной деревянной рамы с двумя крест-накрест скрепленными перекладинами внутри рамы. Пространство между рамой и перекладинами заполняют дощечками с укладкой их таким образом, чтобы волокна древесины шли вдоль и поперек. Сверху и снизу на рамы наклеиваются чистые без сучков тонкие доски (фанерные) липового дерева, поверхности которых обделываются в возможно совершенные плоскости. В нижней стороне вделаны одна или несколько медных плашек с нарезанными винтовыми гнездами для прикрепления П. к штативу мензулы при помощи винтов. Для мензульных П. употребляются наилучшие сорта толстой ватманской бумаги, так как бумага должна выдержать продолжительную работу, все перемены погоды и исправления неверно вычерченного. Часто план, полученный мензульной съемкой, также называют П.

Лит.: см. *Геодезические приборы и Мензула.*

ПЛАСТИНЫ, пластины и плиты, имеющие форму прямого цилиндра или призмы с малой по сравнению с размерами основания высотой; в строительной технике—главным образом тонкая плита, подверженная изгибу.

Дифференциальное уравнение равновесия П. постоянной толщины. Плоскость, параллельную основаниям цилиндра или призмы и делящую высоту пополам, называют срединной плоскостью П. Относим П. к прямоугольной декартовой системе координат. Располагаем оси x -ов и y -ов в срединной плоскости; ось z направляем перпендикулярно к этой плоскости. Через w обозначаем прогиб срединной плоскости (w называют упругой поверхностью П.), а через u и v —перемещение, соответственно параллельные осям x -ов и y -ов. При выводе ур-ия поверхности, вид к-рой принимает срединная плоскость, принимают, что последняя не испытывает растяжений, что линейные элементы, перпендикулярные к срединной плоскости, после изгиба нормальны к срединной поверхности, что при изгибе П. точки срединной плоскости перемещаются только параллельно оси z -ов, т. е. для точек этой плоскости перемещения $u = v = 0$, что толщина П. h бесконечно мала по сравнению с ее размерами, а прогиб w мал по сравнению с h . Удлинениями линейных элементов срединной плоскости пренебрегают как бесконечно малыми высшего порядка по сравнению с такими удлинениями для слоев П., удаленных от срединной плоскости. При вычислении нормальных напряжений X_x , Y_y и касательных Y_x для данного напряженного состоя-

ния пренебрегают величиной нормальных напряжений Z_x , вызываемых непосредственным действием нагрузки на П., как величиной малой по сравнению с напряжениями X_x и Y_y в удаленных от срединной плоскости слоях П. Кривая на фиг. 1 представляет след от пересечения срединной



Фиг. 1.

плоскости в изогнутой П. с нек-рой плоскостью, параллельной осям x -ов и z -ов; w —перемещение нек-рой точки срединной плоскости. Перемещение u нек-рого элемента, отстоящего от срединной плоскости на расстоянии z , выражается аналитически первым из следующих двух равенств:

$$u = -z \frac{\partial w}{\partial x}, \quad v = -z \frac{\partial w}{\partial y};$$

таким же образом получается перемещение v из сечения пластины параллельно плоскости осей y -ов и z -ов.

Деформации:

$$e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x} = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad e_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y} = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}.$$

Пренебрегая влиянием Z_x по сравнению с напряжениями X_x и Y_y , можно написать:

$$-z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{1}{E} (X_x - \sigma Y_y),$$

$$-z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{1}{E} (Y_y - \sigma X_x);$$

откуда:

$$X_x = -\frac{Ez}{1-\sigma^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$Y_y = -\frac{Ez}{1-\sigma^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right). \quad (2)$$

Через σ обозначен коэф. Пуассона. Касательное напряжение:

$$Y_x = G \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) = -2Gz \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = -\frac{Ez}{1+\sigma} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}.$$

Из ур-ий равновесия

$$\frac{\partial X_x}{\partial x} + \frac{\partial Y_x}{\partial y} + \frac{\partial Z_x}{\partial z} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{\partial Y_y}{\partial x} + \frac{\partial X_x}{\partial y} + \frac{\partial Z_y}{\partial z} = 0$$

получим:

$$\frac{\partial X_x}{\partial z} = \frac{Ez}{1-\sigma^2} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right),$$

$$\frac{\partial Z_y}{\partial z} = \frac{Ez}{1-\sigma^2} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \right).$$

Т. к. при $z = \pm \frac{h}{2}$ (h —толщина П.) $X_x = Z_y = 0$, из последней ф-лы путем интегрирования по z получим (удовлетворяя поставленным условиям):

$$X_x = -\frac{E(h^2 - 4z^2)}{8(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right),$$

$$Z_y = -\frac{E(h^2 - 4z^2)}{8(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} \right).$$

Если обозначим сумму перерезывающих сил на единицу длины в сечении, перпендикулярном оси x -ов, через V_{xz} и такую же сумму в сечении, перпендикулярном оси y -ов, через V_{yz} , то

$$V_{xz} = \int_{-h/2}^{+h/2} X_x dz = -\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} \right), \quad (3)$$

$$V_{yz} = \int_{-h/2}^{+h/2} Y_y dz = -\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial y \partial x^2} \right). \quad (4)$$

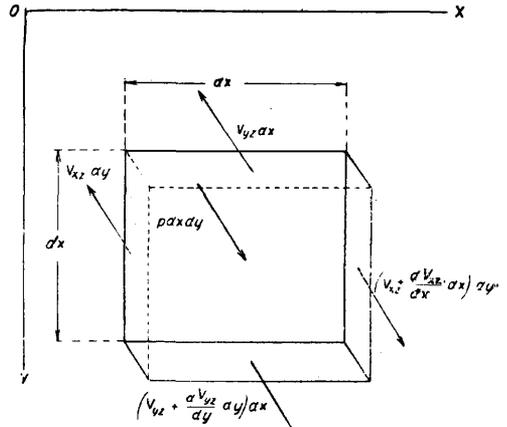
Вырежем элемент П. плоскостями $x, x + dx, y, y + dy$; приложим действующие на этот элемент напряжения; элемент д. б. в равновесии. Проектируя силы на ось z -ов (фиг. 2), получим:

$$\frac{\partial V_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial V_{yz}}{\partial y} + p = 0$$

или (по Лагранжу):

$$\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = p, \quad (5)$$

где p —нагрузка на единицу площади, зависящая от x и y и действующая нормально к срединной плоскости П., и должно удовлетворять ур-ию (5) и пограничным усло-



Фиг. 2.

виям. Изгибающий момент на единицу длины в сечении плоскостью, перпендикулярной к оси x -ов (вращает около оси y -ов):

$$M_y = \int_{-h/2}^{+h/2} X_x z dz = -\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right). \quad (6)$$

Изгибающий момент на единицу длины в сечении плоскостью, перпендикулярной к оси y -ов (вращает около оси x -ов):

$$M_x = \int_{-h/2}^{+h/2} Y_y z dz = -\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right). \quad (7)$$

Свободно опертая прямоугольная П. При равномерно распределенной нагрузке выражение для w может быть взято (по Галеркину) в сл. виде (фиг. 3):

$$w = \frac{p(1-\sigma^2)}{32Eh^3} \left\{ 16x^4 - 24a^2x^2 + 5a^4 - \frac{1536a^4}{\pi^5} \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^{k+1} \operatorname{ch} \frac{(2k-1)\pi y}{a} \operatorname{cs} \frac{(2k-1)\pi x}{a}}{(2k-1)^5 \operatorname{ch} \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} - \frac{192(b-2y)a^3}{\pi^4} \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^{k+1} \operatorname{sh} \frac{(2k-1)\pi(b+2y)}{2a} \operatorname{cs} \frac{(2k-1)\pi x}{a}}{(2k-1)^4 \operatorname{ch}^2 \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} - \frac{192(b+2y)a^3}{\pi^4} \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^{k+1} \operatorname{sh} \frac{(2k-1)\pi(b-2y)}{2a} \operatorname{cs} \frac{(2k-1)\pi x}{a}}{(2k-1)^4 \operatorname{ch}^2 \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} \right\}, \quad (8)$$

где a — ширина, b — длина П. По ф-лам (6) и (7) могут быть определены изгибающие моменты. Приводим в табл. 1 значения для M_y и M_x при $\sigma = 0,25$.

Табл. 1.—Изгибающие моменты при $\sigma = 0,25$.

1	2	3			4			5			6			7			8			
		M_y (в pa^4) в точках:			M_x (в pa^2) в точках:			M_y (в pa^4) в точках:			M_x (в pa^2) в точках:			M_y (в pa^4) в точках:			M_x (в pa^2) в точках:			
$\frac{b}{a}$	$\left(\frac{pa^4}{Eh^3}\right)$ в центре	$x=0;$ $y=0$	$x=0;$ $y=\frac{a}{4}$	$x=\frac{a}{4};$ $y=0$																
1	0,0457	0,0460	0,0340	0,0378	0,0460	0,0378	0,0340	0,0460	0,0378	0,0340	0,0460	0,0378	0,0340	0,0460	0,0378	0,0340	0,0460	0,0378	0,0340	0,0460
1,1	0,0546	0,0535	0,0399	0,0432	0,0472	0,0395	0,0347	0,0472	0,0395	0,0347	0,0472	0,0395	0,0347	0,0472	0,0395	0,0347	0,0472	0,0395	0,0347	0,0472
1,2	0,0635	0,0609	0,0458	0,0484	0,0515	0,0403	0,0349	0,0515	0,0403	0,0349	0,0515	0,0403	0,0349	0,0515	0,0403	0,0349	0,0515	0,0403	0,0349	0,0515
1,3	0,0718	0,0677	0,0508	0,0532	0,0577	0,0417	0,0349	0,0577	0,0417	0,0349	0,0577	0,0417	0,0349	0,0577	0,0417	0,0349	0,0577	0,0417	0,0349	0,0577
1,4	0,0793	0,0738	0,0557	0,0577	0,0617	0,0421	0,0349	0,0617	0,0421	0,0349	0,0617	0,0421	0,0349	0,0617	0,0421	0,0349	0,0617	0,0421	0,0349	0,0617
1,5	0,0868	0,0798	0,0606	0,0617	0,0654	0,0422	0,0349	0,0654	0,0422	0,0349	0,0654	0,0422	0,0349	0,0654	0,0422	0,0349	0,0654	0,0422	0,0349	0,0654
1,6	0,0934	0,0849	0,0650	0,0654	0,0692	0,0423	0,0349	0,0692	0,0423	0,0349	0,0692	0,0423	0,0349	0,0692	0,0423	0,0349	0,0692	0,0423	0,0349	0,0692
1,7	0,0994	0,0896	0,0692	0,0687	0,0725	0,0423	0,0349	0,0725	0,0423	0,0349	0,0725	0,0423	0,0349	0,0725	0,0423	0,0349	0,0725	0,0423	0,0349	0,0725
1,8	0,1047	0,0938	0,0726	0,0717	0,0743	0,0415	0,0349	0,0743	0,0415	0,0349	0,0743	0,0415	0,0349	0,0743	0,0415	0,0349	0,0743	0,0415	0,0349	0,0743
1,9	0,1096	0,0975	0,0763	0,0743	0,0766	0,0415	0,0349	0,0766	0,0415	0,0349	0,0766	0,0415	0,0349	0,0766	0,0415	0,0349	0,0766	0,0415	0,0349	0,0766
2,0	0,1139	0,1008	0,0795	0,0766	0,0789	0,0415	0,0349	0,0789	0,0415	0,0349	0,0789	0,0415	0,0349	0,0789	0,0415	0,0349	0,0789	0,0415	0,0349	0,0789
3,0	0,1376	0,1186	0,1016	0,0892	0,0845	0,0392	0,0259	0,0845	0,0392	0,0259	0,0845	0,0392	0,0259	0,0845	0,0392	0,0259	0,0845	0,0392	0,0259	0,0845
4,0	0,1442	0,1234	0,1128	0,0926	0,0822	0,0365	0,0242	0,0822	0,0365	0,0242	0,0822	0,0365	0,0242	0,0822	0,0365	0,0242	0,0822	0,0365	0,0242	0,0822
5,0	0,1459	0,1246	0,1187	0,0935	0,0815	0,0344	0,0236	0,0815	0,0344	0,0236	0,0815	0,0344	0,0236	0,0815	0,0344	0,0236	0,0815	0,0344	0,0236	0,0815
∞	0,1465	0,1250	0,1250	0,0937	0,0812	0,0312	0,0234	0,0812	0,0312	0,0234	0,0812	0,0312	0,0234	0,0812	0,0312	0,0234	0,0812	0,0312	0,0234	0,0812

$y = \pm \frac{b}{2}$ должны обратиться в нуль. Решение значительно сложнее, чем для свободно опертой П. В табл. 2 приведены значения изгибающих моментов для равномерно распределенной нагрузки при $\sigma = 0,25$.

Безбалочные покрытия. Под этим названием понимается обыкновенно плита, опертая на колонны, центры которых расположены в вершинах прямоугольников (все покрытие таким образом разбито как бы на прямоугольники).

Треугольные П. Точное решение для П. в виде равнокатетного прямоугольного треугольника (фиг. 4) получено для случая, когда П. свободно оперта, т. е. когда прогиб на контуре и нормальные напряжения X_x при $x=0, Y_y$ при $y=0, a$ равно X'_x при $x + y - a = 0$ обращаются внутрь.

Для равномерно распределенной нагрузки

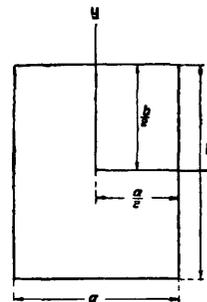
$$w = \frac{pa^4(1-\sigma^2)}{8Eh^3} \left\{ \frac{(x+y-a)^4 + 2\sigma(x+y-a)^3 - a^3(x+y-a)}{a^4} - \frac{96}{\pi^4} \sum \left[\frac{1}{(2k-1)^4} + \frac{1}{2} \frac{\text{cth} \frac{(2k-1)\pi}{2}}{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi}{2}} \right] \left(\frac{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi(a-2y)}{2a}}{a} \cdot \text{sn} \frac{(2k-1)\pi x}{a} + \frac{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi(a-2x)}{2a}}{a} \cdot \text{sn} \frac{(2k-1)\pi y}{a} \right) \right. \\ \left. + \frac{48}{\pi^4} \sum \left[\frac{1}{(2k-1)^4} \frac{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi}{2}}{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi}{2}} \left(\frac{a-2y}{a} \text{ch} \frac{(2k-1)\pi(a-2y)}{2a} \cdot \text{sn} \frac{(2k-1)\pi x}{a} + \frac{a-2x}{a} \text{ch} \frac{(2k-1)\pi(a-2x)}{2a} \cdot \text{sn} \frac{(2k-1)\pi y}{a} \right) \right] \right\} \quad (10)$$

Табл. 2.—Изгибающие моменты для равномерно распределенной нагрузки при $\sigma = 0,25$.

$\frac{b}{a}$	Прогиб w в центре ($x=0, y=0$)	Изгибающие моменты в центре ($x=y=0$)		Изгибающие моменты на опорах	
		M_y	M_x	M_y при $x=\frac{a}{2}, y=0$	M_x при $x=0, y=\frac{b}{2}$
	$\frac{pa^4}{Eh^3}$	pa^2	pa^2	pa^2	pa^2
1	0,0143	0,0220	0,0220	-0,0517	-0,0517
1,1	0,0170	0,0258	0,0223	-0,0551	-0,0491
1,2	0,0200	0,0293	0,0219	-0,0612	-0,0504
1,3	0,0218	0,0321	0,0210	-0,0668	-0,0508
1,4	0,0234	0,0344	0,0199	-0,0714	-0,0511
1,5	0,0248	0,0363	0,0187	-0,0753	-0,0515

В табл. 3 приведены прогибы и моменты M_y и M_x по оси симметрии (при $x=y$).

Табл. 3.—Прогибы и моменты M_y и M_x по оси симметрии.



Фиг. 3.

Ряды, входящие в ф-лу (8), быстро сходящиеся, и для составления таблицы прогиба, как равно и изгибающих моментов, достаточно взять один член каждого ряда (со значением $k=1$).

Отметим здесь, что w по ф-ле (8) удовлетворяет ур-нию (5) и на контуре (при $x = \pm \frac{a}{2}, y = \pm \frac{b}{2}$) обращается в нуль, кроме того изгибающие моменты M_y и M_x на контуре обращаются в нуль. Для груза P , сосредоточенного в центре, величина w определяется следующим выражением:

$$w = \frac{6Pa^2(1-\sigma^2)}{Eh^3\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\text{cs} \frac{(2k-1)\pi x}{a}}{(2k-1)^2} \left(\frac{\text{sh} \frac{(2k-1)\pi(b-2y)}{2a}}{(2k-1)\pi \text{ch} \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} - \frac{b}{2a} \frac{\text{ch} \frac{(2k-1)\pi y}{a}}{\text{ch}^2 \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} + \frac{y}{a} \frac{\text{ch} \frac{(2k-1)\pi(b-2y)}{2a}}{\text{ch} \frac{(2k-1)\pi b}{2a}} \right) \quad (9)$$

Ф-ла справедлива для $y \geq 0$.

П. прямоугольная, закреплённая по всему контуру. Если начало координат взять в центре, w должно обратиться в нуль при $x = \pm \frac{a}{2}, y = \pm \frac{b}{2}$, кроме того $\frac{\partial w}{\partial x}$ при $x = \pm \frac{a}{2}$ и $\frac{\partial w}{\partial y}$ при

	$y=x=0$	$y=x=\frac{a}{8}$	$y=x=\frac{a}{4}$	$y=x=\frac{3}{8}a$
w	0	$0,0055 \frac{pa^4(1-\sigma^2)}{Eh^3}$	$0,0104 \frac{pa^4(1-\sigma^2)}{Eh^3}$	$0,0085 \frac{pa^4(1-\sigma^2)}{Eh^3}$
M_y	$(-0,0191+0,0191\sigma)pa^2$	$(-0,0039+0,0177\sigma)pa^2$	$(0,0140+0,0138\sigma)pa^2$	$(0,0186+0,0074\sigma)pa^2$
M_x	$(0,0191-0,0191\sigma)pa^2$	$(0,0177-0,0039\sigma)pa^2$	$(0,0138+0,0140\sigma)pa^2$	$(0,0074+0,0186\sigma)pa^2$

На фиг. 5 приведена эпюра изгибающих моментов M_y (кривая I) и M_x (кривая II) по сечению $x-y=0$ при $\sigma=0,3$.

Кривые II. Ур-ние (5) в полярных цилиндрических координатах м. б. представлено в виде:

$$\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) = p. \quad (11)$$

Когда w не зависит от угла θ (при симметричной относительно центра нагрузке),

$$w = \frac{3p(1-\sigma^2)}{16Eh^3} (r^4 + Ar^2 + B \ln r + Cr^2 \ln r + D). \quad (12)$$

Произвольные коэффициенты A, B, C и D определяются из пограничных условий. Для П. с закрепленным краем

$$w = \frac{3p(1-\sigma^2)}{16Eh^3} (a^2 - r^2)^2. \quad (13)$$

Для П. свободно опертой

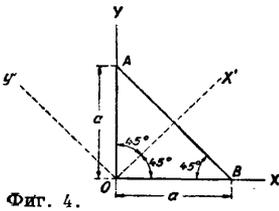
$$w = \frac{3p(1-\sigma^2)}{16Eh^3} \left[(a^2 - r^2)^2 + \frac{4a^2(a^2 - r^2)}{1+\sigma} \right]. \quad (14)$$

В формулах (13) и (14) через a обозначен радиус окружности контура. Изгибающие моменты вычисляются для общего случая по формулам:

$$M_\theta = - \frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left[\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \sigma \left(\frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) \right], \quad (15)$$

$$M_r = - \frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} + \sigma \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} \right). \quad (16)$$

П. в виде кругового сектора. Общее решение П., ограниченной дугами двух концентрических кругов ($r = a_0$ и $r = a$) и двумя радиусами ($\theta = \alpha$ и $\theta = -\alpha$), для случая, когда по радиальным опорам пластина свободно оперта, дуговые же



Фиг. 4.

опоры какие угодно, будет следующее (по Галеркину, фиг. 6):

$$w = f(r, \theta) + \sum_1^\infty \left(A_n r^{\frac{n\pi}{2\alpha}} + B_n r^{-\frac{n\pi}{2\alpha}} + C_n r^{\frac{n\pi+4\alpha}{2\alpha}} + D_n r^{-\frac{n\pi-4\alpha}{2\alpha}} \right) \sin \frac{n\pi(\alpha+\theta)}{2\alpha}, \quad (17)$$

где $f(r, \theta)$ удовлетворяет ур-ию

$$\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \cdot \left(\frac{\partial^2 f}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 f}{\partial \theta^2} \right) = p;$$

здесь p — нагрузка на единицу площади. Ф-ию $f(r, \theta)$ надо подобрать так, чтобы на опорах $\theta = \alpha$ и $\theta = -\alpha$ ф-ия $f(r, \theta)$ и $\frac{\partial^2 f}{\partial \theta^2}$ обращались в нуль. Коэффициенты A_n, B_n, C_n и D_n определяются из условий на дуговых опорах.

Эллиптическая П. Для эллиптической П., равномерно нагруженной и закрепленной по контуру (по Бриану),

$$w = \frac{3pa^4b^4}{2Eh^3(3a^4+2a^2b^2+3b^4)} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right)^2. \quad (18)$$

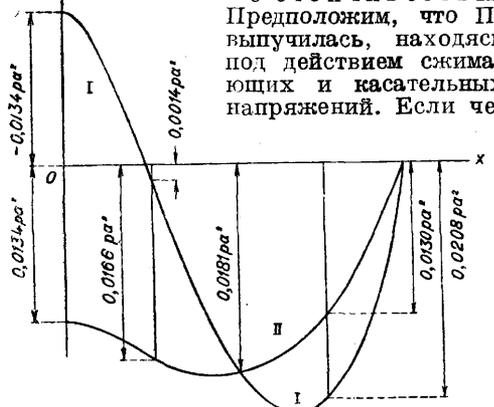
Колебания П. Дифференциальное уравнение для поперечных колебаний П.:

$$\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = - \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}; \quad (19)$$

здесь ρ — плотность, h — толщина пластины.

Устойчивость П.

Предположим, что П. выпучилась, находясь под действием сжимающих и касательных напряжений. Если че-

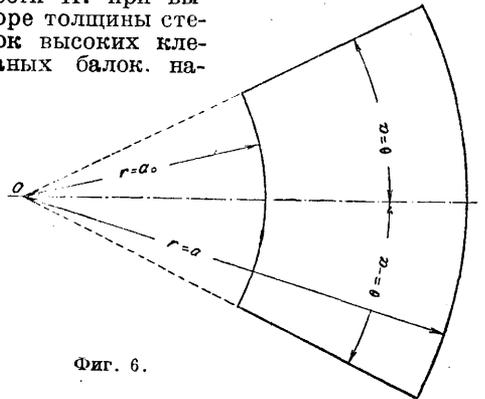


Фиг. 5.

рез $\frac{P_1}{h}$ обозначим нормальное напряжение по площадкам, перпендикулярным к оси x -ов, через $\frac{P_2}{h}$ — такое же напряжение по площадкам, перпендикулярным к оси y -ов и через $\frac{S}{h}$ — напряжение касательное, ур-ие упругой (срединной) поверхности м. б. написано в следующем виде:

$$\frac{Eh^3}{12(1-\sigma^2)} \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) + P_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + P_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2S \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = 0. \quad (20)$$

Особое значение имеют вопросы устойчивости П. при выборе толщины стенок высоких клепаных балок. на-



Фиг. 6.

ходящихся под действием сжимающих и касательных напряжений, для проверки стенок трубчатых колонн и стенок и ребер двутавровых и швеллерных балок, применяемых в клепаных колоннах.

П. с большим прогибом. При исследовании П. с большим прогибом нельзя пренебрегать растягивающими напряжениями срединной плоскости.

Лит.: Бу б н о в И. Г., Строительная механика корабля, стр. 395—640, ССП, 1914; е г о ж е, Напряжения в обшивке судов, ССП, 1914; Т и м о ш е н к о С. П., Курс теории упругости, ч. 1, стр. 243—316,

П., 1916; е г о ж е, Устойчивость сжатых пластинок, «Известия Киевского политехн. ин-та», Киев, 1907; е г о ж е, Об устойчивости упругих систем, 1910, стр. 149—182, Киев, 1910; К о л о в и ч В. М., Об одном ур-ии с частными производными четвертого порядка, ССПБ, 1902; Д и н и н А. Н., Круглая пластинка на упругом основании, «Известия Киевского политехнич. ин-та», Киев, 1910, стр. 287—306; е г о ж е, Об устойчивости сжатой круглой пластинки, там же, 1911, стр. 53—63; е г о ж е, Устойчивость круглой и прямоугольной пластинок в упругой среде, там же, стр. 305—316; П и с т р я н о в Д., Изгиб тонкой пластинки, там же, 1910, стр. 309—373; Ч а л ы ш е в К., К вопросу о расчете пластинок, лежащих на упругом контуре, «Сборник Ин-та инженеров путей сообщения», ССПБ, 1914, вып. 87; Г а л е р к и н Б. Г., Стержни и пластинки, «ВИ», 1915, стр. 384—388; е г о ж е, Прямоугольные пластинки, опертые по краям, «Изв. Петроградского политехн. ин-та», П., 1915, т. 24, стр. 219—282; е г о ж е, К расчету тонких свободно опертых плит, «ВИ», 1917, 2; е г о ж е, Изгиб прямоугольных пластинок и стенок, «Изв. Петроградского политехнич. ин-та», 1916, т. 26, стр. 124—254; 1918, т. 27, стр. 187—319; е г о ж е, Исследование треугольных пластинок, «Известия Российской академии наук», П., 1919, стр. 223—238; е г о ж е, Изгиб треугольных пластинок, «Известия Петроградского политехнич. ин-та», 1919, т. 28, стр. 41—51; е г о ж е, Равновесие упругих пластинок, ограниченных двумя дугами концентрич. кругов и двумя радиусами, «Известия Российской академии наук», П., 1919, стр. 415—426; е г о ж е, Пластинки в виде кругового сектора, «Известия Ленинградск. политехнич. ин-та», Л., 1925, т. 29, стр. 271—334; 1927, т. 30, стр. 461—485; 1928, т. 31, стр. 229—246; е г о ж е, Деформации и напряжения в прямоугольных пластинках под действием сосредоточенных сил. Инженерные сооружения и строительная механика, сборник, Л., 1924, стр. 3—23; е г о ж е, Термич. напряжения в упругих пластинках, там же, стр. 131—148; е г о ж е, Упругая пластинка в виде равнобедренного прямоугольного т-на под действием силы, сосредоточенной в точке, «Сборник Ленинградского ин-та инж. путей сообщения», Л., 1927, вып. 94; е г о ж е, К теории неразрезных пластинок, «ВИ», 1927, стр. 238—244; С у р в и л л о В., Изгиб двухпролетной неразрезной пластинки, «Морской сборник», Л., 1926, 7; N a v i e r, «Bulletin de la Société philomathique», 1823, p. 95; P o i s s o n, Mémoires sur l'équilibre et le mouvement des corps élastiques, «Mémoires de l'Acad. des sciences», P., 1829, t. 8, p. 237; C l e b s c h A., Theorie d. Elastizität fester Körper, Lpz., 1862; C l e b s c h A., Theorie d'élasticité des corps solides, traduite par Barré de Saint-Venant et Flamant, P., 1883; K i r c h h o f G., Vorlesungen über mathem. Physik—Mechanik, 4 Aufl., Lpz., 1897; K e l v i n a. T a i t P. G., Element of Natural Philosophy, 2 ed., Cambridge, 1912; F ö p p l A., Vorlesungen über technische Mechanik, B. 5, 4 Aufl., B.—Lpz., 1922; L o v e A. E., A Treatise on the Materials Theory of Elasticity, 2 ed., Cambridge, 1927; R a y l e i g h, The Theory of Sound, 3 ed., v. 1, L., 1929; F ö p p l A. u. L., Drang u. Zwang, B. 1—2, 2 Aufl., B.—Lpz., 1924—28; F ö p p l L., Neuere Fortschritte d. techn. Elastizitätstheorie, «Z. für angew. Mathematik und Mechanik», B., 1924; H e r t z H., Gesamte Werke, B. 1, p. 288, Lpz., 1895; L é v y M., Sur l'équilibre d'une plaque rectangulaire, «CR», 1899, t. 129, p. 535; E s t a n a v e, Contribution à l'étude d'équilibre élast. d'une plaque mince, P., 1900; R i t z W., Theorie d. Transversalschwingungen einer quadratischen Platte mit freien Rändern, «Ann. d. Phys.», Lpz., 1909, B. 28, p. 737; H e n c k y H., Ueber den Spannungszustand in rechteckigen Platten, Mech., 1913; H e n c k y H., «Z. f. Math. u. Physik», B., 1915, B. 63, p. 311; 1921, B. 1, p. 81; N á d a i A., Die Formänderung u. die Spannungen von rechteckigen elastischen Platten, Forschungsarb. auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, B., 1915, H. 170/171; «Z. d. VDI», 1914; N á d a i A., Die elastischen Platten, B., 1925; M e s n a g e r, «Ann. des ponts et chaussées», P., 1916; H u b e r M. T., Teorya plyt, Lwow, 1922; W e s t e r g a r d H. M., Moments a. Strasses in Slabs, «Proc. of the Amer. Concrete Institute», 1921, v. 17; W e s t e r g a r d H. M., «Ingeniören», Kjöbenhavn, 1923, v. 32, p. 513—524; F i e z e n o C. B., e n K o c h J. J., «De Ingenieur», Delft, 1923, 2, p. 25; M a r c u s H., Die Theorie elastischer Gewebe u. ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, B., 1924; L e w e, Pilzdecken, B., 1926; S c h l e i c h e r F., Kreisplatten auf elastischer Unterlage, Berlin, 1926; S o u t h w e l l R. V., On the Stability a. Shearing Forces of a Flat Elastic Strip, «Proc. of the First Intern. Congress for Appl. Mech.», Delft, 1924, p. 266—274; K á r m á n Th., «Enzykl. d. mathematischen Wissenschaften», B. 4, T. 2, H. 3, Lpz., 1910; G e c k e l e r J., Handbuch der Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 6, p. 210—231, B., 1928; G a l e r k i n B., Adapt

of Curvilinear Isoth. Coordinates to Integrate the Equat. of Elast. Plates, «The Messenger of Mathematics», L.—Cambridge, 1922, p. 99—109 (Изв. Росс. акад. наук», Л., 1924, стр. 55—66); G a l e r k i n B., Berechnung d. freigelagerten elliptischen Platte auf Biegung, «Z. f. angew. Math. u. Mech.», Berlin, 1923, p. 113—117; G a l e r k i n B., Plaque minces limitées par deux arcs de cercles concentriques et deux rayons sous l'action des forces concentrées, «CR», P., 1924, t. 178, p. 919; G a l e r k i n B., ibid., 1924, t. 179, p. 1392; G a l e r k i n B., Equilibrium of Thin Rectangular Elast. Plates under the Action of Continuous a. Concentrated Loads, «The Messenger of Mathematics», L.—Cambridge, 1925, p. 26—39; G a l e r k i n B., Contribution à la théorie des plaques continues, «GC», 1928, t. 92, p. 181—184; F l ü g g e W., Die strenge Berechnung von Kreisplatten unter Einzellasten, B., 1928. Б. Галеркин.

ПЛАСТИФИКАТОРЫ, мягчители, желатинизаторы, вещества, вводимые в различные составы с целью устранить их хрупкость и обеспечить в той или другой степени пластическое и упругое состояние. Применяются П. гл. обр. в производстве резиновых составов, пластич. масс из сложных эфиров (эстеров) целлюлозы, альдегиднофенольных смол, лаков эфирноцеллюлозных, альдегиднофенольных, глицталевых и т. д. Большинство исходных веществ, идущих на производство пластических масс и лаковых пленок, присуща жесткость и хрупкость. без устранения к-рых технич. функция соответственных материалов не м. б. осуществлена. Но пластичность и гибкость появляются при сочетании указанных исходных веществ с нек-рыми другими, в одних случаях твердыми, в других—жидкими, причем сами по себе они тоже не обладают свойством пластичности. Различные термины: П., мягчители и т. д. в одних случаях применяются в качестве синонимов, в других же случаях между ними проводится некоторое тонкое различие. Иностранная терминология тоже не установилась (так, в англосаксонских странах они называются plastizing agents, plasticizer, softening agents, softeners, fluxes, во Франции—plastifiants, adoucisants, gelatinisants, assouplissants, в Германии—Weichmachungsmittel, Gelatiniermittel). Физико-химич. механизм действия П. недостаточно выяснен и у разных П. вероятно не единообразен; однако в общих чертах он состоит в создании достаточно тонкой дисперсной системы, твердая фаза которой обволакивается мезофазой—промежуточным соединением обеих фаз [1].

П. в резиновой промышленности. Резиновые смеси из каучука, серы и наполнителя представляются при дальнейшей работе над ними известными затруднения. Чтобы облегчить разминание этой смеси и прессовку резиновых изделий, применяются П., делающие невулканизованную смесь мягкой, пластичной и легко подаваемой при работе с нею. Действие этих пластификаторов скорее физическое, чем химическое, и потому в качестве мягчителей могут применяться вещества весьма разнообразные, преимущественно же битуминозные, асфальтовые или восковые. Содержание их в резиновой смеси зависит от природы вещества и колеблется в пределах от 2—3% (в случае парафина) до 15—20% (в случае минеральной резины), причем тогда мягчитель несет вместе с тем функцию наполнителя и служит для удешевления резиновой смеси. Мягчи-

телями резины служат след.: *регенерат* (см.), белый и черный *фактис* (см.), битумыны и *теки* (см.), парафиновые углеводороды—минеральные масла (машинное, вазелиновое, соляровое), вазелин и парафин и в малой мере также масла растительные. Кроме этих обычно применяемых мягчителей запатентовано большое число других, например терпентин, креозот, фенолы и другие жидкости с высокой $t_{\text{кип.}}$, клей, бычье сало, каменноугольная смола, гудрон, канифоль, шеллак и др. Однако эти мягчители представляют меньшее практич. значение. Битуминозные мягчители в резиновой промышленности часто, хотя неправильно, обозначаются М. Р., т. е. начальными буквами названия: Mineral Rubber—минеральный каучук, причем под М. Р. разумеются естественные асфальты вроде гильсонита и пиробитуминозные вещества вроде остатков от перегонки нефти. Первоначально минеральный каучуком назывался дербишайский элатерит, к-рый рассматривался тогда как вид каучука и назывался также асфальтовым каучуком и упругим асфальтовым пеком. В настоящее время в качестве мягчителя добавляется к резиновым смесям элатерит (с плоскогогорья Ута), а также минерал куронгит, находящийся в Ю. Австралии (64,73% С, 11,63% Н, 20,38% О, 1,00% связ. С, 0,47% H_2O , 1,79% золь). Как показали исследования Г. Л. Кертиса и А. Т. Мак-Ферсона (1925 г.), электрические константы составов, изготовляемых с мягчителем, не очень отличаются от таковых же, когда мягчители отсутству-

разнообразно, как предполагают исследователи в связи с выпотеванием (цветением) воска на поверхности.

Бакелитовая промышленность. При наличии ряда ценных технич. свойств бакелит (см.) и другие альдегиднофенольные смолы отличаются в стадии С значительно хрупкостью; поэтому при производстве из них формуемых композиций, идущих в качестве пластических масс, а также при производстве лаков, эта хрупкость д. б. устранена введением соответственных П. Условие применимости их—это образование твердых растворов с основным веществом, т. к. в противном случае при понижении t° состав получается неоднородный, а поверхность—пятнистая. Один из способов получения таких П. основан на гораздо меньшей активности *о*- и *п*-крезолов в отношении альдегидов, чем *м*-крезол. Пара- и в особенности орто-крезол образуют при конденсации устойчивые, плавкие и растворимые смолы, не переходящие в стадию С, и потому могут применяться как П., согласно патенту Бекеленда [2]. Названные крезолы добавляют либо прямо к фенольноформальдегидной смоле либо после предварительной конденсации с телами, содержащими метиленовую группу. Количественное соотношение *п*- или *о*-крезола с другим компонентом при этой предварительной конденсации может весьма варьироваться. Пример: в открытом баке нагревается 100 частей *п*-крезола с 45 частями гексаметилентетрамина (гекса) до 180—200°, после чего прогревается в течение 24 ч. при 165° под давлением [3].

Подобными добавлениями могут быть получены по Эйльсворту (Aylsworth) фенольноформальдегидные массы, пригодные для типографск. стереотипа [4]. По предложению того же изобретателя [5] в лаки из спиртовых растворов фенольноформальдегидной смолы и гексаметилентетрамина в качестве П. добавляют нафталин и его нитро- и хлоропроизводные.

Битуменовая промышленность. Тех-

Табл. 1.—Действие мягчителей на электрические свойства резины при оптимальной обработке.

Основной состав, %	Прибавленный мягчитель	Вулканизация		Диэлектр. коэф. при 1000 пер/см.	Коэф. мощности при 1000 пер/см.	Уд. сопротивление, 9-см x 10 ¹⁴
		время, мин.	t°			
1) Каучука — 90 ³ / ₄ , окиси цинка—5, серы—4, тиурама—1/4	Отсутствует	20	126	2,67	0,27	90
	Озокерит 3%	20	126	2,63	25	170
	Вазелин 10%	20	126	2,71	50	20—215
	Пчелиный воск 10%	20	126	2,65	61	2—6,400
	Пальмовое масло 5%	15	126	2,76	40	3—30
	Стеариновая к-та 2%	20	126	2,78	45	40—90
2) Каучука — 87 ³ / ₄ , окиси цинка—9, серы—1/4 и тиурама—3	Отсутствует	10	132	2,58	42	180
	Озокерит 10%	10	132	2,57	42	14
	Кумароновая смола 10%	10	132	2,80	81	3
	Минеральн. каучук 32%	12	132	2,80	59	5

ют, как это видно из данных табл. 1. Таким образом прибавление озокерита, вазелина, пчелиного воска, пальмового масла и стеариновой кислоты почти не изменяет диэлектрич. коэф-та смеси, тогда как рыночная кумароновая смола и минеральный каучук в больших количествах (от содержания аморфного угля) повышают диэлектрический коэффициент.

Коэффициент мощности, характеризующий диэлектрич. потери, увеличивается от введения всех мягчителей, кроме озокерита, вероятно в связи с увеличением неоднородности, каковое и служит причиной пластичности смеси; при этом значение коэф-та мощности примерно удваивается для всех мягчителей, а для кумароновой смолы утраивается. Электросопротивление резины от участия в ней мягчителей меняется довольно

качество различных битуминозных продуктов основано на удачном сочетании битуминозных составных частей, дающем массам пластичность. Действие битуминозных П. состоит в гомогенизации битуминозных смесей и в набухании более твердой дисперсной фазы. В известных случаях таким П. битуменов служит каучук. Способствует однородности битуминозных смесей также канифоль. Для многих случаев прекрасным П. оказывается сланцевый пек. Парафинистые вещества, напротив, в большинстве случаев ведут к хрупкости и большой неоднородности смеси. См. *Битуминозные изоляционные материалы*.

Лаковая промышленность. В чистом виде сложные эфиры (эстеры) целлюлозы весьма хрупки и неспособны давать надежное и стойкое в механич. отношении по-

крытие. Еще более хрупким становится такой слой, если соответственный лак введенным пигмента (5—25% от веса твердого вещества лака) превращен в краску. Растворители с высокой $t^{\circ}_{кип.}$ обеспечивают целостность лаковой пленки, но лишь до последних стадий просыхания. Камфора в качестве П. в лаковом производстве не применима, т. к. при весьма развитой удельной поверхности улетучивается и издает значительный запах, а кроме того пластифицирующая функция обнаруживается гл. обр. лишь при t° выше 100° . Другое вещество, вводимое как мягчитель нитроцеллюлозы, гл. обр. в производстве искусственной кожи — касторовое масло, — тоже мало полезно в производстве лаков, т. к. слишком размягчает слой и само с течением времени горькнет. Поэтому лаковая промышленность прибегает к специальным П., вводя их до 50—60% от веса нитроцеллюлозы, причем последняя составляет 40—50% от веса всех твердых веществ, а твердые вещества вместе составляют 15—25% от веса лака.

Т. у. на П. для нитроцеллюлозных лаков состоят в следующем: 1) нелетучесть или почти нелетучесть; 2) полная смешиваемость с растворителями, применяемыми в лаках; 3) химич. нейтральность; 4) неизменяемость в процессе старения лаковой пленки; 5) способность растворять нитроцеллюлозу; 6) способность пластифицировать нитроцеллюлозу или же смесь ее со смолою, не уменьшая заметно твердости пленки. Этим т. у. удовлетворяет ряд жидкостей с $t^{\circ}_{кип.}$ выше 300° , гл. обр. различные эстеры (сложные эфиры) различных спиртов; при этом отмечается, что эстеры первичных спиртов менее летучи и более стойки, чем эстеры вторичных и третичных спиртов. В отличие от растворителей с высокой $t^{\circ}_{кип.}$ П. должны навсегда или по крайней мере на весьма долгое время оставаться в лаковой пленке после полного просыхания ее, тогда как все растворители считаются к этому времени уже удаленными. Список веществ, применяемых в качестве П. нитроцеллюлозных лаков, представлен в табл. 2.

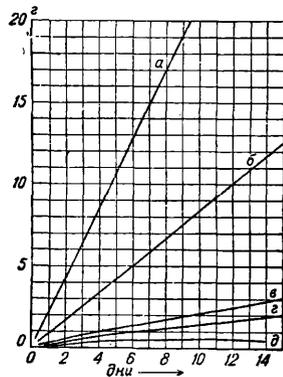
Табл. 2.—Пластификаторы нитроцеллюлозных лаков (по М. Дешену).

Пластификатор	$t^{\circ}_{кип.}$ при атм. давлении	Испаряемость при комнатной t° за сутки, %
о-трикрезилфосфат	350	Вес не изменяется (вероятно из-за поглощения воды и последующей потери ее)
о-трифенилфосфат	325	
Этилфталат	290	0,01
Дибутилфталат	340	Незаметна
Диамилфталат	340	Незаметна
Диэтилтарtrate	280	
Бутилтарtrate	380	0,01
Амилтарtrate	—	0,9
Триацетия	267	0,3

Кроме того как П. для нитроцеллюлозных лаков употребляю: бутилстеарат, этилстеариат, циклогенсанолфталат и дифенолэтилен.

Перечисленные в табл. 2 продукты замещают в лаках растительные масла—ка-

сторовое, древесное, китайское и льняное. На фиг. 1 дана (по Г. Е. Гофману и Б. В. Рейду) диаграмма испаряемости различных наполнителей; на оси абсцисс отложено время в сутках, а на оси ординат—количество (в г) испарившегося при $55—60^{\circ}$ с поверхности в 25 см^2 П. Кривая *a* соответствует триацетину, *b*—диэтилфталату, *c*—ацетату этилового эфира пентаэтилена гликоля, *d*—дибутилтарtrate и *e*—фталату метилцеллюлозы. Существует еще целый ряд различных П. Список некоторых из них, выпускаемых I. G. Farben-Industrie под фирменными названиями, приведен в табл. 3. В табл. 4 сопоставлены данные опытов Г. Э. Гарднера о зависимости механической прочности различных нитроцеллюлозных лаковых пленок от вида мягчителя, причем к данным о механической прочности присоединены данные о защитном действии лаковых пленок против погоды, полученные на железных пластинках $15 \times 25\text{ см}$, покрытых соответственными лаками, выставленных на открытый воздух и ежедневно обдававшихся волюю. Лаки, применявшиеся для этих испытаний, были без смолы и состояли из 100 частей 26%-ного раствора нитроклетчатки в бутилацетате, 70 ч. толуола и 10 ч. мягчителя. Из сопоставления тех и других следует: лаковые пленки с очень значительной прочностью при малой вытяжке или с очень малой прочностью при значительной вытяжке обладают сравнительно малым защитным действием от погоды, тогда как сочетание средней вытяжки со средней прочностью на разрыв оказывается весьма благоприятным для хорошего защитного действия от погоды. При другом способе испытания П., предлагаемом М. Дешену, 1 г П. смешивается с раствором 480 г смолы в 1 л безводного этилового спирта. Полученный лак наливают на стеклянные пластины, причем один образец просушивается на воздухе в течение 24 ч., а другой при 77° столько же времени; затем оба образца выдерживаются в воде, и пленки испытываются в отношении прочности, твердости, связности и приставаемости. Первое место в качестве П. нитроцеллюлозы занимает диамилфталат, а затем хорошими П. признаются этил- и бутилфталаты, амил- и бутилтарtrate.



Фиг. 1.

Нахождение рационального состава нитроцеллюлозных продуктов, и в частности лаков, м. б. облегчено при помощи диаграммы тройной системы: нитроцеллюлоза—смола—мягчитель в трилинейных координатах, разработанной Г. Е. Гофманом и Б. В. Рейдом (фиг. 2). Линии, соединяющие точки с равным значением того или другого свой-

створое, древесное, китайское и льняное. На фиг. 1 дана (по Г. Е. Гофману и Б. В. Рейду) диаграмма испаряемости различных наполнителей; на оси абсцисс отложено время в сутках, а на оси ординат—количество (в г) испарившегося при $55—60^{\circ}$ с поверхности в 25 см^2 П. Кривая *a* соответствует триацетину, *b*—диэтилфталату, *c*—ацетату этилового эфира пентаэтилена гликоля, *d*—дибутилтарtrate и *e*—фталату метилцеллюлозы. Существует еще целый ряд различных П. Список некоторых из них, выпускаемых I. G. Farben-Industrie под фирменными названиями, приведен в табл. 3. В табл. 4 сопоставлены данные опытов Г. Э. Гарднера о зависимости механической прочности различных нитроцеллюлозных лаковых пленок от вида мягчителя, причем к данным о механической прочности присоединены данные о защитном действии лаковых пленок против погоды, полученные на железных пластинках $15 \times 25\text{ см}$, покрытых соответственными лаками, выставленных на открытый воздух и ежедневно обдававшихся волюю. Лаки, применявшиеся для этих испытаний, были без смолы и состояли из 100 частей 26%-ного раствора нитроклетчатки в бутилацетате, 70 ч. толуола и 10 ч. мягчителя. Из сопоставления тех и других следует: лаковые пленки с очень значительной прочностью при малой вытяжке или с очень малой прочностью при значительной вытяжке обладают сравнительно малым защитным действием от погоды, тогда как сочетание средней вытяжки со средней прочностью на разрыв оказывается весьма благоприятным для хорошего защитного действия от погоды. При другом способе испытания П., предлагаемом М. Дешену, 1 г П. смешивается с раствором 480 г смолы в 1 л безводного этилового спирта. Полученный лак наливают на стеклянные пластины, причем один образец просушивается на воздухе в течение 24 ч., а другой при 77° столько же времени; затем оба образца выдерживаются в воде, и пленки испытываются в отношении прочности, твердости, связности и приставаемости. Первое место в качестве П. нитроцеллюлозы занимает диамилфталат, а затем хорошими П. признаются этил- и бутилфталаты, амил- и бутилтарtrate.

Табл. 3.—Мягчители и желатинизаторы, выпускаемые I. G. Farben-Industrie.

Торговое название П.	Уд. в.	Пределы t° кип.	Давление, мм Нг	t° воспламенения	t° отвердевания	Свойства	Применение
Палатинол А . . .	1,112	176—179	20	1 0	—	Бесцветная, безводная, с водой не смешивающаяся, почти без запаха, нейтральная жидкость	Желатинизатор нитроцеллюлозы для пластич. масс; мягчитель лаков из коллоидия
Палатинол М . . .	1,186	164—169	20	132	—	Близок по свойствам к палатинолу А	Желатинизатор нитро- и ацетицеллюлозы
Палатинол С . . .	1,045	200—216	20	160,5	—	Светлая, как вода, безводная, с водой не смешивающаяся, нейтральн. жидкость	Желатинизатор нитроцеллюлозы для пластич. масс; мягчитель для цапновых лаков, искусственной кожи
Палатинол	1,038	191—200	20	161	—	Подобен палатинолу С	Мягчитель и желатинизатор нитроцеллюлозы
Элаол	1,045 при 22°	315	760	—	—	Бесцветное, не пахучее маслянистое тело, растворимое во всех отношениях в обычных растворителях	Желатинизатор только нитроцеллюлозы; дает чрезвычайно гибкую пленку, не утрачивающую своих свойств при $30-50^{\circ}$
Пластол Va . . .	0,822 при 25°	200—220	7	—	41,2	Твердые, светочувствительные камфороподобные тела, придающие сложным эфирам целлюлозы твердость в сочетании с упругостью; растворяются в обычных растворителях, в частности в спирте	Желатинизаторы нитроцеллюлозы, подобные камфоре; дают прочные, твердые и упругие пленки
Пластол Vb . . .	0,874 при 25°	195—210	7	—	34,6		
Пластол СП . . .	1,305 при 25°	216	7	—	85		
Пластол М	0,826 при 25°	200—210	7	—	40,8		
Пластомол Р . . .	1,178 при 22°	300 188—192	760 10	—	—	Растворим в обычных растворителях во всех отношениях	Желатинизатор и мягчитель нитро- и ацетицеллюлозы; применяется для искусствен. кожи. Продукты сохраняют свою гибкость при $30-50^{\circ}$

ства, выделяют области технич. значения, напр. по гибкости лаковой пленки. С. Ланге дает ту же диаграмму в виде более наглядной пространственной модели (фиг. 3), причем треугольная диаграмма Гофмана—Рейда лежит в основании прямоугольной призмы $A_1B_1C_1 A_2B_2C_2$, а на нормалях



к этому основанию откладываются значения того или другого механич. свойства, например гибкости. Поверхность ABC , названная

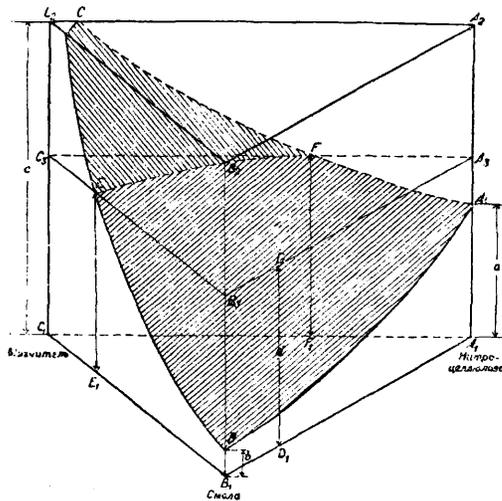
Гофманом поверхностью гибкости, наглядно показывает распределение гибкости лаковой пленки в зависимости от состава, причем засекаемые ею отрезки на ребрах a , b и c выражают соответственное механич. свойство (гибкость) составных частей. Рассекая призму Ланге плоскостью $A_2B_2C_2$, параллельно основанию и проходящей от него на расстоянии $DD_1 = d$, получаем линии EF , EE_1 , FF_1 , определяющие все варианты состава с заданным значением гибкости d .

Эфирно-целлюлозная промышленность. В пластич. массах сложные эфиры целлюлозы (нитро-, ацето-, формилцеллюлоза и др.) служат началом твердости и упругости, но соответственно—жесткости и хрупкости. Другое начало—пластичности, особенно при некроме нагреве, некрой мягкости, вязкости и неломкости, дает П., причем их принято рассматривать как пластификаторы сложных эфиров целлюлозы, дающие с этими последними твердые растворы. В отношении нитроцеллюлозы наиболее совершенным П. оказалась до сих пор естественная камфора. Чем больше содержится камфоры целлюлоид, тем он мягче и тем более понижается его точка размягчения. Чем больше содержится в нем нитроцеллю-

Табл. 4.—Данные испытаний нитроцеллюлозных лаков с различными мягчителями (по Г. Э. Гарднеру).

Мягчитель	Данные испытаний лаковых пленок на растяжение								Данные испыт. на погодостойкость с различн. мягчителями		Результат испытаний
	Через 24 ч.		Через 48 ч.		Через 168 ч.		Оценка		Ржавчина под лаком, через неделю	Ржавчина, проросшая сквозь лак, через неделю	
	Вытяж-ка, %	Прочн. на разрыв, кг/см ²	Вытяж-ка, %	Прочн. на разрыв, кг/см ²	Вытяж-ка, %	Прочн. на разрыв, кг/см ²	Через 43 дни	Через 89 дней			
Мягчитель отсутствует	0	675	0	725	0	725	5	0	< 4	12	Непригоден
Апетанилид	3	408	3	405	7	385	4	0	4	5	
Бензилалкоголь	3	600	3	480	3	650	3	0	—	4	Непригоден
Бензилбензоат	3	303	2	333	2	361	10	4	9	12	Проржавление местами
Бутилбутират	4	440	4	540	2	540	4	3	4	12	—
Бутилфталат	6	323	6	308	6	344	10	9	> 12	—	Лишь отдельные места; высокий блеск
Бутилпропионат	2	380	2	480	2	600	4	4	> 4	9	—
Бутилтарtrat	4	393	4	385	2	373	8	4	> 4	12	Проржавление местами
Камфора	4	550	4	400	3	333	7	3	4	4	—
Камфорное масло	4	330	3	500	1	400	6	3	4	4	—
Диамилфталат	3	300	3	250	1	300	9	9	> 12	—	Очень слабая ржавчина; хороший блеск
Дибутилфталат	3	384	2	240	2	341	9	9	> 12	—	Слабая ржавчина местами; хороший блеск
Диэтилфталат	2	353	2	360	2	373	9	8	> 12	—	Хороший блеск
Этилглицоль-ацетат	3	440	1	420	1	500	5	3	< 4	8	Сильное проржавление
Гексалин	2	480	2	380	1	420	4	3	4	4	Сильное проржавление
Льняное масло	10	250	8	250	5	350	6	6	4	—	Сильная ржавчина, но пленка цела
Сосновое масло (К)	6	373	3	418	3	380	2	0	—	> 5	Пленка отскочила, непригоден
Тетралин	3	550	3	560	1	400	0	0	—	> 4	Непригоден
Тимол	7	466	4	420	3	470	0	0	—	> 4	Пленка отскочила, непригоден
Трикрезилфосфат	5	400	5	327	5	400	10	7	—	—	Растрескивается в 12 недель
Древесное масло	7	505	6	300	5	360	9	7	> 5	> 12	Сильная ржавчина, но пленка цела
Касторовое масло	6	320	3	390	3	460	9	7	> 5	> 12	Сильная ржавчина, но пленка цела

лозы, тем более увеличивается его упругость и твердость. Обычно целлюлоид содержит около 65 ч. нитроцеллюлозы, 33 ч. камфоры и 2 ч. красящего пигмента; часто для



Фиг. 3.

повышения мягкости целлюлоида в него вводят небольшое количество касторового масла. При t° 80—90° начинается размягчение целлюлоида, а при несколько более высокой t° он получает способность формоваться, вновь приобретая первоначальную жест-

кость и упругость при охлаждении. При горячей формовке с поверхности целлюлоида испаряется часть камфоры, так что поверхностные слои становятся более твердыми, нежели внутренние. Кинематографич. ленты из целлюлоида в силу своих высоких технич. свойств—гибкости, прочности, прозрачности и стойкости в отношении воды—применяются до сих пор несмотря на огнеопасность. Состав их: нитроцеллюлоза с 11—12% азота, касторовое масло в количестве 3—6% от веса нитроцеллюлозы, камфора. Делались многочисленные предложения заменить естественную камфору при производстве целлюлоида разными другими П., например синтетической камфорой, апетанилидом и этилацетанилидом, целлюлоидом или крезилсульфамидом $C_6H_4 \begin{matrix} < CH_3 \\ SO_2NH_2 \end{matrix}$, трифенил- и трикрезилфосфатами, триацетином и др. Однако эти вещества, за исключением синтетич. камфоры, не могут вполне заменить естественной камфоры, и, как указывает К. Мюллер, все усилия найти заменитель повели к убеждению о незаменимости камфоры. Ацетатцеллюлоза в камфоре, напротив, нерастворима, а с заменителями ее дает продукты пластические и мягкие, в противоположность нитроцеллюлозе, соответственные продукты к-рой тверды. При изготовлении кинематографич. лент из ацетилцеллюлозы (триацетата) в качестве П. применяют бензиловый спирт, триацетин, эвгенол, фурфурол и др. Водится также

и трифенилфосфат, но уже в качестве огнегасителя. Примерный состав раствора для кинематографич. лент по Клеману и Ривьеру таков: ацетатцеллюлозы 15 кг, ацетона 80 кг, П. (триацетин и др.) 2 кг, огнегасителя (трифенилфосфата) 3 кг. При производстве формилцеллюлозных масс тоже вводятся П., но состав их держится в секрете. Данные о П. эфирноцеллюлозных масс сопоставлены в табл. 4. Кроме того в табл. 5

Табл. 5.—Некоторые данные о камфоре и ее заместителях в эфирноцеллюлозных пластич. массах.

Название	Химич. природа	t°пл.	t°кип.	Давление, мм Hg	Уд. в.
Камфора . . .	—	175	204	760	0,985
Трифенилфосфат . . .	—	47,8	204	8	
Трикрезилфосфат . . .	—	—	245	8	
Маннол	Этилацетанилид	50	250		
Целлюлол . . .	Паратолуолсульфамид	135,8	307		
Метацеллюлол		115			
Эластол	Моноэтилтолуолсульфамид	45*1	63*2		
Ацетанилид . .		112	295	760	
Триацетин . . .	Трехуксусный эфир глицерина	138		15	1,178

*1 Технический. *2 Чистый.

дан список и приведены характерные свойства различных П., выпускаемых I. G. Farben-Industrie для лаков, искусственной кожи, пластик, масс и кинематографич. лент.

Лит.: 1) Hess K., «Z. ang. Ch.», 1930, В. 43, р. 471; 2) Ам. П. 1401953 от 3 янв. 1922; 3) Ам. П. 1306681 от 17 июня 1919; 4) Ам. П. 1098610 от 2 июня 1914; 5) 1144338 от 22 июня 1915.—Глазурь о в Г. И., Каучук и резиновое производство, Москва, 1927; Luff B. D., Die Chemie des Kautschuks, Berlin, 1925; Ellis C., Synthetic Resins and Their Plastics, N. Y., 1923; Gardner H. A., Untersuchungsmethoden d. Lack- u. Farben-Industrie, 4 Auflage, p. 637, Berlin, 1929; Deschiens M., Les vernis et peintures cellulose pour automobiles, «Chimie et Industrie», P., 1928, v. 19, 4 bis, p. 678; Curtis H. L., a. McPherson A. T., Dielectric Constant, Power Factor and Resistivity of Rubber a. Gutta-Percha, «Technol. Papers of the Bureau of Standards», Wash., 1925, 229; Noll A., «Farbenzeitung», В., 1928, В. 33, p. 1166; Brown B. K. a. Crawford Fr. M., A Survey of Nitrocellulose Lacquer, N. Y., 1928; Hoffmann H. E. a. Reid E. W., «I. Eng. Chem.», 1928, v. 20, p. 431 (применение графических методов при производстве целлюлозы); I. G. Farben; Lange S., «Farbenzeitung», В., 1929, В. 34, p. 1245; Hoffmann H. E. a. Reid E. W., «I. Eng. Chem.», 1929, v. 21, p. 955; Norris W., «Ind. Rubber World», N. Y., 1927, v. 76, 6, p. 307; Jacobs, «Revue générale du caoutchouc», P., 1930, t. 65, n. 15—22; t. 66, p. 6, t. 67, p. 19; Vaugy P., «Le caoutchouc et la gutta-percha», P., 1930, t. 320, p. 15214; «Revue générale des matières plastiques», P., 1931, t. 6, 1, p. 38; Münzinger W. M., Melland's Textilberichte, Mannheim, 1930, В. 2, p. 117. П. Флоренский.

ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ, пластики (Plastics), класс материалов, обнимающий все промышленные вещества или смеси веществ, способные при тех или других условиях подвергаться пластическим деформациям для выделки изделий требуемой формы и в дальнейшем обладающие в большей или меньшей степени жесткостью, достаточной для сохранения полученной ими формы. Это широкое определение П. м. ведет к некой расплывчатости понятия о П. м., так как оно распространяется тогда на ряд технических материалов [стекло, переплавленный кварц,

фарфор, различные керамич. массы, переплавленные горные породы (напр. базальт), резиновые составы, битуминозные составы, бумага и другие подобные волокнистые материалы, искусственные камни, цементные, бетонные и т. п. массы], производство которых получило самостоятельное значение. Однако попытки сузить это широкое понятие о П. м., распространив его на тот или другой более узкий класс веществ, пока не оказались состоятельными—отчасти и потому, что значение и число П. м. быстро возрастает и объем понятия П. м. по существу не может считаться определенным, так что единственным общим признаком всех П. м. остается только лишь пластичность их при процессе выделки изделий. Вытекающая отсюда известная общность технологических процессов производства изделий из ряда П. м., не получивших крупного промышленного значения, повела к применению термина «Пластические массы» в более специальном смысле, однако сколько-нибудь четких границ соответственного специального объема понятия П. м. наметить невозможно, тем более, что отдельные отрасли промышленности П. м. постепенно завоевывают себе крупную технич. и экономич. значение и начинают рассматриваться как обособленные. Так, стекольная, керамическая, цементная, асфальтовая, резиновая и бумажная промышленности обычно рассматриваются как самостоятельные; промышленности, производящие продукты из фенольных смол, сложных эфиров (эстеров) целлюлозы и казеина, уже почти дошли до положения самостоятельного и, можно думать, скоро обособятся. Но взамен разрозненных и отделившихся отраслей в промышленности пластических масс возникают новые виды пластических масс, которые развиваются в среде других родственных производств.

Первоначально под названием П. м. разумели массы из гипса и глины. Чтобы повысить твердость этих П. м., замедлить их затвердевание и уменьшить хрупкость, в гипсовое или глиняное тесто вводились различные волокнистые наполнители (лен, хлопок, бумага и т. д.); массы этого рода пропитывали растворимым стеклом, добавляли к их составу животный клей. В 90-х гг. 19 в. успехом пользовались П. м. из бумаги или бумажной массы, содержащие животный клей. Затем стали добавлять к наполнителям естественные смолы и далее—синтетич. смолы; однако качество получаемых продуктов было недостаточно высокое. Введение различных новых связующих веществ, особенно при большом содержании их, дало П. м. с гораздо более ценными технич. свойствами и притом многих вполне новых типов. Так возник целый ряд П. м., не содержащих особо вводимых наполнителей. Термин П. м. пытались ограничить, используя экономич. характеристики, по признаку промыш-

шленной ценности исходного сырья, а именно под П. м. в некоторых кругах разумеют продукты, получаемые из отбросов каких-либо производств и следовательно не обладающие или почти не обладающие рыночной стоимостью. Основанием для такого ограничения области П. м. послужило то обстоятельство, что поводом к изобретению большинства П. м. действительно бывало наличие тех или других промышленных отходов, не находивших себе применения. Однако закрепить такое ограничение толкования термина П. м. практически было бы невозможно, так как неиспользованность и соответствующая ей малоценность того или другого отхода зависят не столько от природы данного отхода, сколько от технич. и экономического состояния промышленности данной страны, и потому не характеризуют сколько-нибудь устойчиво данный вид сырья. Кроме того необходимо иметь в виду, что отход производства перестает считаться таковым и приобретает рыночную цену, как только разработана удачная П. м. с применением данного отхода; мало того, во многих случаях изобретение удачной П. м. широкого применения нередко ведет к перестановке экономич. показателей основного продукта и отходов при его производстве, так что отход делается главным продуктом того же производства, а первоначально главный продукт — побочным. Существует еще направление в понимании термина П. м., ограничивающее объем этого термина и м и т а ц и я м и различных естественных продуктов. Действительно многие П. м. были первоначально изобретены в качестве имитаций тех или других естественных продуктов, напр. слоновой кости, рога, черепахи, янтаря, поделочных камней и т. д. Однако технология П. м. давно переросла задачу простой имитации и позволяет производить, с одной стороны, П. м. по красивому виду, способности принимать отделку, механич. свойствам и другим признакам превосходящие те естественные продукты, на подражание которым была первоначально направлена мысль изобретателя (напр. иризирующие П. м. разных поделок вроде пуговиц), а с другой стороны, — П. м. с совершенно новым сочетанием свойств, не встречавшимся ранее ни у естественных ни у искусственных материалов, так что соответственная П. м. никак не может считаться подражанием или заменяющей какой-либо из известных ранее материалов (таковы напр. поллопас, сочетающий прозрачность стекла с упругостью и гибкостью при наличии механич. прочности, карболиты, обладающие одновременно свойствами дерева и металла и способные отливаться, прессоваться и механически обрабатываться самыми разнообразными способами). Т. о. имитация тоже должна считаться устарелой и технически отсталой, если видеть в ней признак, характеризующий П. м. Иногда выдвигается в качестве признака, ограничивающего объем П. м., их способность быть твердыми при комнатной t° , но переходить в пластич. состояния (один раз — необратимо или много раз — обратимо) при том или другом нагреве. Действительно значительная часть П. м. по-

лучает форму изделий при повышенной t° ; кроме того большинство П. м. при подъеме t° в той или другой мере утрачивают свои механич. свойства. Однако видеть в термопластичности необходимый признак П. м. — это значит исключить из числа П. м. все массы холодной обработки, твердеющие от подъема t° , и в частности искусственные камни, напр. к с и л о л и т; кроме того упор на тепловое размягчение (т. н. термопластичность) вводит в число П. м. металлы и их сплавы, к П. м. обычно не относимые. Т. о. и это ограничение П. м. не может быть признано состоятельным. Необходимо учитывать при построении понятия П. м., что область П. м. быстро развивается и несомненно стремится к решению огромной промышленной задачи — о замене естественных материалов искусственными, т. к. лишь из П. м. можно получить изделия любого размера и любой формы, причем форма придается материалу в самом процессе его производства, т. е. в его легкообрабатываемом состоянии. Примеры синтетических смол, в значительной мере уже вытеснивших естественные и во всяком случае чрезвычайно расширивших самые области применения смолистых веществ, искусственных камней, создавших совершенно новые возможности в области строительной техники, искусственной древесины, прессованного дерева, баркалайта, маизолита, мезонита (см. *Древесные отпки*), открывающих вполне новые возможности деревообделочной и древесностроительной промышленности, многочисленных материалов керамического характера и т. д., уже в настоящее время намечают то огромное значение, которое предстоит П. м. уже не в поделочной только промышленности, а во всех отраслях крупной промышленности. Необходимо также иметь в виду, что технология П. м. открывает почти безграничные возможности в комбинировании различных свойств, и что промышленности будущего можно будет не столько отправляться от наличных (и притом нередко весьма неудобных) сочетаний, свойств, сколько задаваться комбинациями, к-рые для данной цели особенно целесообразны. Если многие П. м. первоначально возникли в качестве суррогатов естественных продуктов, а затем стали разрабатываться в качестве заместителей, то в настоящее время промышленность П. м. в целом уже переросла ту ступень, на к-рой она задается производством заместителей и тем более суррогатов, и несомненно восходит на ступень самостоятельного и творческого производства материалов. Применение П. м., если разуметь их в широком смысле, распространяется на все существующие виды промышленности, но даже в узком смысле (синтетич. смолы, сложные эфиры целлюлозы и казеиновые массы) промышленность П. м. внедрилась во все другие отрасли промышленности, хотя более непосредственно ее продукция направляется в промышленность электрическую и поделочную. Размер мировой промышленности П. м. в указанном узком смысле может быть охарактеризован за 1930 г. годового мощностью примерно в 150 000 *т*, причем на первом месте стоят США (более 80 000 *т*), на

втором Германия (30 000 т) и на третьем Франция (10 000 т). Мощность производства П. м. быстро растет; так например, за 5 лет, с 1921 по 1926 г., мировая выработка искусственных смол возросла с 9 000 до 13 000 т, т. е. почти в полтора раза.

Классификация П. м. В связи с неустановившимся объемом понятия П. м. естественно не могло быть дано и общепризнанной устойчивой классификации их. Принципиально говоря, наиболее ценны были бы классификации химическая—по роду исходного сырья, технологическая—по способу применяемых процессов работы с П. м., физическая—по физическим свойствам получаемых продуктов и функциональная—по технической функции этих продуктов и областям их применения. Практически же бесполезно классифицировать объекты, пока не очерчены хотя бы приблизительно границы их области. Как примеры предлагавшихся классификаций приводим классификации Г. Блюхера (табл. 1) и Э. Гем-

рот, т. е. деление масс на термопластические, хемопластические и т. д.; однако эти процессы изучены еще не настолько хорошо, чтобы можно было дать такую классификацию надежно. Наконец следует отметить еще технологическую классификацию пласт-

Табл. 3.—Распределение П. м. по типу пластифицирующего процесса (по О. Манфреду и И. Обристу).

Родпластической массы	Тип пластифицирующего процесса		
	вытяжка	валяцовка	отливка
Белковые массы (искусств. рог)	1	2	3
Целлюлозные массы	1	1	2
Искусств. смолы	3	3	1
Каучук	1	1	4
Искусств. волоно	1	4	4
Керамич. массы	1	4	1
Стекла	2	1	1
Массы строительного назначения	2	3	1
Металлы	1	1	1

Табл. 1.—Классификация наиболее важных П. м. по Г. Блюхеру.

Пластические массы:	
Из клея и желатины	
» древесины и пробки	
» целлюлозы (папье-маше)	
» нитроцеллюлозы (целлюлоид и др.)	
» ацетицеллюлозы (ацетатцеллюлоза, целлон и др.)	
» других эстеров целлюлозы: вискозы, формилцеллюлозы и пр.	
» крахмала	
» крови и подобных альбуминоидов	
» казеина (галалит и т. п.)	
» прожжей	
» смол—естественных и искусственных	
» неорганич. исходных материалов—искусственные камни	
Специальные имитации	

минга (табл. 2), причем необходимо учитывать явную неполноту этих классификаций. Наиболее существенной, как соответ-

Табл. 2.—Классификация П. м. по Э. Геммингу.

Пластические массы неорганич. или минеральные		Пластические массы органические		
изделия горячей обработки	изделия холодной обработки	растительные	животные	синтетические
Керамиковые	Известковый раствор (Mortar)	Бумага	Рог	Феноловые
Огнеупорные	Цемент	Древесная масса	Желатина	Из синтетического каучука
Стекланные	Бетон	Фибра	Животный клей	
Кварцевые	Штукатурка (Plaster)	Целлюлоид	Казеин (галалит)	
	Известково-кремнистый кирпич	Каучук	Шеллак	
	Специальные цементы (зубной, кислотостойкий и т. д.)	Асфальты		

ствующей основному признаку П. м., могла бы быть классификация их по физико-химическому процессу, переводящему данную пластическую массу из непластического состояния в пластическое или наобо-

тических масс О. Манфреда и И. Обриста по типу пластифицирующего процесса, объяснение которой дается в дальнейшем. Выше в табл. 3 приведено распределение пластических масс по типу пластифицирующего процесса, где 1—нормальный способ работы; 2—способ работы, составляющий относительно малое количество общего производства; 3—весьма редкий способ работы, составляющий только предложение патентной литературы; 4—способ работы, не применяемый к данному материалу.

Общие физические свойства. П. м. не составляют химически единого класса тел, даже если брать понятие П. м. в довольно узком смысле; но и при широком объеме термина П. м. все пластические массы обладают общим физич. признаком—пластичностью, к-рый необходимо предполагает общность целого ряда общих физич. свойств, составляющих прямое следствие тех особенностей строения П. м., которыми и обуславливается их *пластичность* (см.). Изучение П. м. как единого класса материалов должно поставить себе задачей разработку феноменологии их физич. свойств. Пока таковой еще не имеется, и поэтому в

настоящей статье излагаются лишь некоторые отрывки ее, касающиеся механических, электрических и оптических свойств П. м.

Механические свойства П. м. Пластичность как основное свойство П. м. предполагает наличие в них дисперсной фазы, у элементов которой по крайней мере одно пространственное измерение мало развито сравнительно с прочими. Эта пластичность или нитевидность элементов дисперсной фазы ведет при всякой пластич. деформации рассматриваемых систем к такому их расположению, при котором некое определенное направление нормали к пластинчатым элементам (чешуйкам) или к оси нитевидных элементов (нитечек) оказывается наиболее вероятным, так что эти элементы, если говорить статистически, определенным образом ориентируются в пространстве. Между тем вся технология П. м. внутренне и необходимо связана с применением пространственно-направленных воздействий на соответственные тела. Направленность этого воздействия видна например в процессах прессовки и отливки, причем в последних определяющим условием служит сила тяжести; затем сюда же относятся воздействия полей электрического и магнитного, когда П. м. обрабатывается и затвердевает в электрическом поле (напр. при изготовлении *электретта*) или в магнитном поле (напр. при изготовлении П. м. со свободно подвижными ферромагнитными частицами: железные массы с весьма пониженными потерями в переменном магнитном поле). Как известно, под действием сильных давлений глина и другие пластич. материалы получают *сланцеватость*, характерную напр. для динамометаморфич. горных пород. При давлении с продвижением пластич. материала пластические деформации скольжения получают особенно благоприятные условия для своего развития и вызывают соответственно с этим особенно ярко выраженные свойства *анизотропии* и (см. *Анизотропный проводник*). Это в особенности относится к листовым материалам и к искусственным волокнистым, каковы например волокна вискозы и др. видов искусственного шелка. В силу молекулярной анизотропии пластич. веществ как таковых, независимо от введения специального наполнителя, эти вещества получают анизотропное строение при всех процессах механич. обработки, сопровождающихся пластич. деформацией. Введение волокнистых и чешуйчатых наполнителей весьма повышает эту анизотропию конечного продукта. Т. о. можно утверждать, что всякая П. м. в большей или меньшей степени анизотропна и не может быть иною, причем повышение давления при процессе ведет и к увеличению эффекта, к-рый выражается в частности в повышении или понижении некоего свойства по определенному направлению. Таким направлением бывает т. наз. *направление потока*, т. е. направление оси вытягиваемого тела—при процессе вытяжки или выдавливания через мундштук, или *фильера*, и направление, по которому движется плоскость—если применяется вальцовка (каландрирование). При действии давлений и других направлен-

ных факторов (сила тяжести, электрич. или магнитное поле и т. д.) осью анизотропии оказывается направление действующих сил. Так, при вальцовке чешуйчатая дисперсная фаза ориентируется параллельно плоскости вальцевания, а нитевидная—тоже параллельно той же плоскости и кроме того в направлении потока. При волочении и выдавливании через фильер нитевидная фаза получает преобладающую ориентировку, параллельную оси вытягиваемого тела, чешуйчатая же располагается в плоскостях, параллельных касательным плоскостям к вытягиваемому телу, лежащих на концах соответственных радиусов (в том же азимуте). При давлении чешуйчатая фаза располагается нормально к давлению; поэтому всестороннее давление при прессовке ведет к появлению скорлуповатости, в каждом месте нормальной к силам давления, и в случае сфер получается скорлуповатость концентрическая. Электрич. и магнитные поля вызывают ориентацию дисперсной фазы либо нормальную к силовым линиям либо, наоборот,—по силовым линиям, в зависимости от соотношений диэлектрических коэффициентов (или, соответственно, магнитных проницаемостей) дисперсной фазы и окружающей среды: если диэлектрический коэф. (соответственно, магнитная проницаемость) частиц больше, чем таковой же у среды, то наибольшее измерение их располагается по силовым линиям, если же диэлектрич. коэф. (и соответственно магнитная проницаемость) меньше частиц, то по силовым линиям располагается наименьшее измерение. Частичная ориентировка дисперсной фазы в П. м. влечет за собою не только количественную анизотропию различных свойств данного тела, но в некоторых случаях ведет и к качественному изменению соответственного свойства и к скачку в значении обсуждаемого свойства; так напр., у тела с электропроводностью одного характера может появиться электропроводность другого характера; точно так же теплопроводность и т. д. Это объясняется тем, что при значительном содержании дисперсной фазы, когда размеры частиц уже нельзя пренебрегать сравнительно с их взаимными расстояниями, частицы в ориентированном положении могут приходиться в соприкосновение между собою, так что в известных направлениях образуются сплошные нитевидные образования или известные листоватые образования по нек-рым поверхностям.

В промышленности П. м. прежде всего приходится учитывать механич. свойства этих тел и присущую им анизотропию. Так напр., Де-Виссер (De Visser, 1925 г.) показал, что прочность на разрыв у пленок из казеинового геля, при одном и том же состоянии влажности, в направлении каландрирования составляет $44,6 \text{ кг/см}^2$, а в перпендикулярном—только $35,6 \text{ кг/см}^2$, так что разница равна 25%. При отверждении казеина формалином анизотропия прочности у вальцованной пленки естественно должна сохраниться. При выдавливании П. м. из горизонтального пресса ориентированность осей частиц (например мицелл) как линейная должна быть большей, чем при прессовке, дающей только плоскостную ориентировку.

В соответствии с этим, как показали опыты О. Манфреда и И. Обриста (1927 г.), и модуль упругости у галалитовых папок равняется 30 000 кг/см², а у пластинок только 25 000 кг/см², т. е. на 15% меньше; в обоих случаях казеиновый гель после механич. обработки подвергался отверждению формалином. Ориентированность мицелл, дающая наибольшую прочность на разрыв в направлении осей частиц, должна тем самым в обратном смысле изменять прочность на изгиб. Так например, по опытам О. Манфреда и И. Обриста (1927 г.) у пластинок искусственного рога (галалит) марки «Глорит» прочность на изгиб по направлению каландрованного рога (галалит) марки «Глорит» составляет (средняя линия пластины) составляет 170 кг/см², а перпендикулярно к нему 970 кг/см², так что разница доходит до 500%. Анизотропия свойств ярко выражается у волокнистых материалов. Так, по Р. Герцбергу (1915 г.) разрывная длина и вытяжка различных сортов бумаги характеризуются данными табл. 4. Как видно из приведенных

Табл. 6.—Сводка данных по тензорной диаграмме разрывного усилия и вытяжки.

Направление испытания	Угол между направлением полоски и проката бумаги	Механич. свойства			
		Разрывное усилие норм. полоски, кг		Вытяжка при разрыве норм. полоски, %	
		среднее значение из 10 частейных	рассеяние	среднее значение из 10 частейных	рассеяние
I	0°	12,43	0,66	1,68	0,46
II	22,5°	11,07	0,33	2,09	0,37
III	45°	8,67	0,36	4,01	0,64
IV	67,5°	7,21	0,58	6,27	0,71
V	90°	6,34	0,54	7,06	1,19

усилие и вытяжка при разрыве. Результаты измерений представлены также тензорной диаграммой (фиг. 1). Как видно из этой последней, каждое из свойств выражается характерным графиком бисвитообразной формы, причем длинные оси обоих графиков взаимно перпендикулярны.

Табл. 4.—Разрывная длина и вытяжка разных сортов бумаги (по Р. Герцбергу).

Сорт бумаги	Разрывная длина, км			Вытяжка, %		
	⊥ к длине	∥ к длине	разница, %	⊥ к длине	∥ к длине	разница, %
Писчая бумага . . .	2,21	5,46	147	2,4	1,9	27
Konzertpapier . . .	3,57	7,01	96	4,1	1,4	193
Оберточная бумага .	4,25	9,06	113	6,7	2,8	139

чисел, наибольшее значение вытяжки соответствует наименьшему значению разрывной длины. В особых случаях отношение прочности на разрыв по длине и в направлении перпендикулярном падает до 18/100, тогда как отношение вытяжек поднимается до 435/100. Вальцовка вискозы, как установлено опытами Р. О. Герцога и Г. Зелле (1924 г.), тоже ведет к упрочнению и соответственно к уменьшению вытяжки, причем оба свойства не меняются со степенью созревания вискозы, но заметно изменяются от механич. обработки, как это видно из табл. 5. Особенно

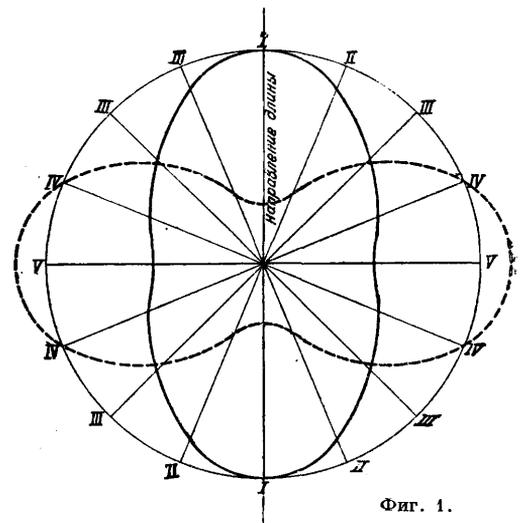
Табл. 5.—Прочность на разрыв и вытяжка вискозы разных степеней зрелости до и после вальцовки (по Р. О. Герцогу и Г. Зелле).

Вискоза %	Прочность на разрыв, кг/мм ²			Вытяжка, %		
	до вальцовки	после вальцовки	разница, %	до вальцовки	после вальцовки	разница, %
1	10,3	12,0	15	15	12,0	25
2	10,0	12,5	25	23	11,0	109
3	10,0	13,0	30	23	13,5	70,4
4	10,5	16,9	61	20	13,3	50,4

явно выступает анизотропия П. м. при изменении какого-либо свойства не по двум только взаимно перпендикулярным направлениям, а под различными углами к некоторому основному, служащему осью данной пластич. среды. На основании подобных измерений м. б. построена наглядная тензорная диаграмма данного свойства. В табл. 6 приводятся результаты подобных измерений для кабельной бумаги, сделанных П. А. Флоренским; измерению подвергалось разрывное

усилие и вытяжка при разрыве. Результаты измерений представлены также тензорной диаграммой (фиг. 1). Как видно из этой последней, каждое из свойств выражается характерным графиком бисвитообразной формы, причем длинные оси обоих графиков взаимно перпендикулярны.

Упрочная П. м., механич. обработка вместе с тем понижает ее набухаемость, как это показано напр. Де-Виссером на казеиновых пленках. Подобно казеиновым гелям ведут себя и нитроцеллюлозные; так, по опытам О. Манфреда и И. Обриста (1927 г.) нитроцеллюлозные нити (искусственный шелк) упрочняются примерно на 15%, а пленки на 50%. Различные виды каучука обнаруживают по данным Де-Виссера при каландровании ту же анизотропию свойств в



Фиг. 1.

продольном и поперечном направлениях, как и прочие П. м. Данные о прочности на разрыв и вытяжке сопоставлены в табл. 7. Упорядочивая распределение частиц, процесс вальцевания доводит распределение их до некоторого наибольшего значения, после чего начинается уменьшение прочности, заканчивающееся вальцовкой намертво;

Табл. 7.—Прочность на разрыв и вытяжка различных видов каландрированного каучука.

Вид каучука	Прочность на разрыв, кг/см ²			Вытяжка, %		
	⊥ к длине	|| к длине	разница, %	⊥ к длине	|| к длине	разница, %
От Nevea Brasilien-sis	2,17	11,5	430	138	573	315
От Ficus elastica	1,09	5,48	402,7	200	350	75
Кастиллоа	1,35	12,0	790	127	1 023	705
Бадата	68	148	117	24	314	1 333
Гуттаперча	295	306	3,6	316	410	29
Синтетический каучук	9	10,7	3,4	359	500	39

при проведении этой вальцовки анизотропия постепенно ослабевает. В табл. 8 сопоставлены данные, к-рые показывают процесс этого уменьшения прочности для сырого каучука при слишком длительном вальцевании. Если таким образом свойства механически обрабатываемых П. м. чрезвычайно зависят от процесса и условий обработки, то при отливке масс должна возникать зависимость от процесса течения вязкого вещества, и потому даже вполне однородные по составу П. м., будучи отлиты, могут давать материал механически неоднородный. О. Манфред и И. Обри-рист наглядно показали это, измерив прочность на излом усеченно-конической отливки из синтетич. фенольной смолы ювелита в пяти равно отстоящих местах по высоте. Результаты измерения таковы (в кг/см²):

Табл. 8.—Зависимость прочности и вытяжки сырого каучука от длительности вальцевания (по Де-Виссеру).

Длительность вальцевания, мин.	Прочность на разрыв, кг/см ²			Вытяжка, %		
	⊥ к длине	|| к длине	разница, %	⊥ к длине	|| к длине	разница, %
10	1,89	7,75	310	490	172	185
15	1,32	4,37	231	552	306	80
20	1,20	2,29	91	614	382	61
30	1,10	1,59	45	503	509	1,2

Верхнее основание болванки 90
Середина верхней половины 210
Середина болванки 350

Середина нижней половины 270
Нижнее основание болванки 100

Подобным образом палка литого ювелита в 40 см длиной показала у концов и в середине значения прочности на излом 350, 530, 330 кг/см². Наивысшие значения прочности для средних участков литья объясняются наиболее выгодным расположением частиц в этом участке в соответствии с длительностью течения до него, тогда как длительность течения до верхних слишком мала, чтобы частицы успели ориентироваться, а до нижних—слишком велика, и возникающая упорядоченность вновь нарушается. Из этого значения процессов обработки следует, что для каждого вещества существует своя наиболее выгодная обработка, дающая наибольшее упрочнение. Сопоставление в табл. 9 данных о механич. прочности ювелита и поллопаса в виде палок и в виде

пластин может служить примером сказанному. Механич. прочность стекол тоже зависит не только от состава стекольной массы, но и от способа ее обработки. Это может быть пояснено данными табл. 10. Подобная же зависимость механических свойств от способа работы с П. м. наблюдается и в керамике, где отливки превосходят по прочности вылепленные изделия. По измерениям Г. Коля (H. Kohl, 1926 г.) отливка из глиняного или каолиновогошликерадает палки с примерно удвоенным против вылепленных масс того же состава значением прочности на излом, как это видно из данных табл. 11. По наблюдению

Табл. 9.—Механич. прочность (в кг/см²) различных П. м. после различной механич. обработки.

Вещество	Прочность палки на разрыв	Модуль упругости пластины
Ювелит	400	27 500
Поллопас	850	38 000

О. Бартша прочность на излом глиняного черепа при предварительном колочении влажной глиняной массы сперва повышается на 10—20%, а затем, пройдя через максимум, снова падает. Как общее, чрезвычайно важное в технологии П. м. правило, может быть выставлено то положение, что всевозможные виды механич. обработки, ведущие к дезагрегации частиц ее, до известного предела повышают механич. свойства, но после

Табл. 10.—Зависимость механич. прочности стекол от способа обработки массы.

Род стекла	Род обработки	Ширина образца, см	Прочность на излом, кг/см ²		
			нижний предел	верхний предел	средняя
Оконное	Дутое	10	306	849	577
»	Тянутое	10	680	853	742
Зеркальное	Литое	10	239	740	456

Табл. 11.—Зависимость механических свойств фарфора и каменной массы от рода механической обработки.

Табл. 11.—Зависимость механических свойств фарфора и каменной массы от рода механической обработки.

Материал	Прочность черепа на излом, кг/см ²		
	размятая масса	литая масса	разница, %
Каолин			
Из Кемлица	9,24	17,6	90
» Галле	2,53	4,8	89
» Петлица	8,58	16,7	98
» Гиршау	1,21	3,0	148
Каменная масса			
139В	9,6	14,8	363
139С	10,2	20,1	97

этого предела соответственные механические свойства идут на убыль.

Электромагнитные свойства П. м. При помощи формального рассматривания П. м. как дисперсных сред могут быть выведены некоторые общие соотношения между свойствами

составных частей этих смесей и получающегося из них продукта. При этом известное соотношение может быть с соответственными изменениями в значениях констант распространено на ряд свойств, поскольку вывод его ведется из формальных предпосылок. Так, все скалярные характеристики пластических масс могут быть получены по правилу смешения:

$$x_m = \vartheta_1 x_1 + \vartheta_2 x_2, \quad (1)$$

где ϑ_1 —объемное содержание дисперсной фазы и ϑ_2 —объемное содержание вмещающей среды, x_1 —рассматриваемая характеристика дисперсной фазы, отнесенная к единице объема, x_2 —та же характеристика для вмещающей среды, а x_m —та же характеристика для смеси тел, образующих вместе со средой П. м. Этому правилу смешения подлежат теплоемкость, плотность и т. д. Зависимости x_m от формы и распределения частиц смеси в среде для скалярных характеристик очевидно не должно быть. Напротив, тензорные и векторные характеристики П. м. очевидно должны зависеть не только от характеристик составных частей и среды и содержания составных частей в П. м., но также и от формы частиц введенных в П. м. наполнителей, распределения этих частиц по всему объему П. м. и рода их ориентировки. Но будучи найдено для одной тензорной или векторной характеристики, известное соотношение может быть далее распространено также и на прочие. Диэлектрич. коэффициент, электропроводность, магнитная проницаемость, теплопроводность и т. д.—эти и подобные характеристики составляют группу, которая подлежит одним и тем же формальным соотношениям. В дальнейшем здесь будут изложены гл. обр. соотношения, касающиеся диэлектрич. коэф-та и оптич. показателя преломления. Будем обозначать индексами 1 и 2 принадлежность соответственных характеристик к первому и ко второму дисперсному слагающему смеси соответственно, индексом u —принадлежность индекса к среде, которая содержит эти дисперсные компоненты, а индексом m —принадлежность к самой смеси. Пусть, далее, ϑ будет обозначать объемное содержание компонента в смеси, p —массу компонента или же массу самой смеси, ρ —их плотность, ϵ —электрический коэффициент (или соответственно квадрат показателя преломления) и наконец U —особый параметр, зависящий от формы, положения и ориентировки дисперсных фаз смеси, а также их диэлектрических коэффициентов и объемных содержаний и называемый у Винера мерой u и x проницаемости (Durchlasstellung); в специальном случае—изотропного расположения— U не зависит от положения частиц, но определяется формой их самих и их распределения и может рассматриваться как коэффициент формы. Простейшее соотношение характеризующее обсуждаемые смеси, сводится к ф-ле Ньютона:

$$\epsilon_m = \vartheta_1 \epsilon_1 + \vartheta_2 \epsilon_2, \quad (2)$$

$$\sqrt{\epsilon_m} = \vartheta_1 \sqrt{\epsilon_1} + \vartheta_2 \sqrt{\epsilon_2}. \quad (3)$$

Другие соотношения приведены А. Беером (1853 г.), Дж. Г. Гладстоном и Дэлем (1863 г.).

Соотношения обсуждаемого рода обычно выводятся согласно теории С. Д. Пуассона (1821—1822 г.) и О. Ф. Мосотти (1850 г.), развитой затем К. Клаузиусом (1879 г.) и А. Лампоу (1895 г.). Эта теория основана на предположении равномерного распределения в непроводящей среде электропроводных шариков, размеры к-рых весьма малы сравнительно с их взаимными расстояниями, и приводит к общеизвестному соотношению:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\epsilon_m - 1}{\epsilon_m + 2} = \text{Const.} \quad (4)$$

Л. Лоренц (1869, 1875 и 1880 гг.) и затем Г. А. Лорентц (1880 г.) вывели ту же формулу иным путем, придав ей вид:

$$\frac{p_m \epsilon_m - 1}{\epsilon_m \epsilon_m + 2} = \frac{p_1 \epsilon_1 - 1}{\epsilon_1 \epsilon_2 + 2} + \frac{p_2 \epsilon_2 - 1}{\epsilon_2 \epsilon_2 + 2}. \quad (5)$$

К. Лихтенкером (1918 г.) указано логарифмич. правило смешения:

$$\epsilon_m = \epsilon_1^{\vartheta_1} \cdot \epsilon_2^{\vartheta_2} \quad (6)$$

или

$$\lg \epsilon_m = \vartheta_1 \lg \epsilon_1 + \vartheta_2 \lg \epsilon_2. \quad (7)$$

Релей рассматривал два случая: во-первых, двухмерный—когда среда содержит конгруэнтные цилиндры с правильно распределенными параллельными осями, перпендикулярными к направлению поля, и, во-вторых, трехмерный—когда среда содержит параллелепипедально расположенные конгруэнтные шары. Для первого случая диэлектрич. коэф-т ϵ_m сложного тела определяется соотношением:

$$\epsilon_m = 1 - \frac{2\vartheta_1}{\vartheta_1 + \frac{1+V}{1-V} - \frac{1-V}{1+V} (c_1\vartheta_1^4 + c_2\vartheta_1^8 + \dots)} \quad (8)$$

где $c_1 = 0,30584$ и $c_2 = 0,013363$; ϑ_1 —объемное содержание цилиндров в среде, а

$$V = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}.$$

В случае $\vartheta_1 = 1/2$ соотношение (8) дает

$$\epsilon_m = \frac{-2 + \frac{1+V}{1-V} - \frac{1-V}{1+V} k}{\frac{1}{2} + \frac{1+V}{1-V} - \frac{1-V}{1+V} k}, \quad (9)$$

где

$$k = \frac{0,30584}{16} + \frac{0,013363}{256} + \dots$$

Если взять тело обратного строения (негатив предыдущего), т. е. у которого вещество цилиндров и вещество окружающей среды обменены местами, то диэлектрический коэффициент его ϵ_m определится очевидно следующим соотношением

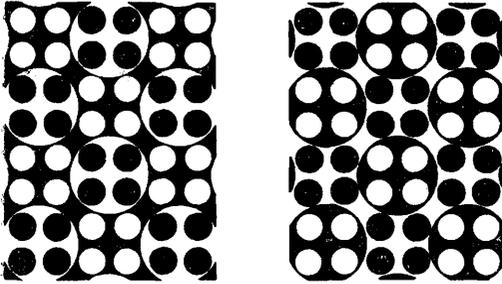
$$\epsilon_m = V \frac{\frac{1}{2} - \frac{1+V}{1-V} + \frac{1-V}{1+V} k}{\frac{1}{2} - \frac{1+V}{1-V} + \frac{1-V}{1+V} k}, \quad (10)$$

так что вполне точно

$$\epsilon_m \cdot \epsilon_m = 1 \cdot V. \quad (11)$$

Т. о. геометрическое среднее двух взаимно обратных построенных тел представляет геометрич. среднее диэлектрич. коэф-тов обеих составных частей; чем ближе между собой их диэлектрич. коэф-ты, тем ближе друг к другу и диэлектрич. коэф-ты взаимно обратных тел (например при $\epsilon_1 = 2$ и $\epsilon_2 = 1$ это будут 1,400 и 1,428). Можно далее построить тела второй ступени, в которых одно из взаимно

обратных тел служит средою, а другое—дисперсной цилиндрич. фазой (фиг. 2*), причем



Фиг. 2.

тут возможны опять два взаимно обратных видоизменения, с диэлектрич. коэффициентами $\epsilon_m^{(2)}$ и $\epsilon_m^{(1)}$ соответственно. Эти последние тоже удовлетворяют соотношению

$$\epsilon_m' \cdot \epsilon_m'' = \epsilon_m \cdot \epsilon_m = 1 \cdot V. \quad (12)$$

Продолжая процесс построения подобных сложных тел все далее и далее, получаем на n -й ступени тела с $\epsilon_m^{(n)}$ и $\epsilon_m^{(n)}$, опять-таки удовлетворяющими соотношению

$$\epsilon_m^{(n)} \cdot \epsilon_m^{(n)} = 1 \cdot V. \quad (13)$$

В пределе обе составные части участвуют в строении тела равноправно, так что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \epsilon_m^{(n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \epsilon_m^{(n)} = \sqrt{1 \cdot V}. \quad (14)$$

Наиболее общие соотношения, устанавливающие зависимость диэлектрич. коэф-та смеси от значений той же характеристики двух слагающих и среды, а также от формы и расположения частиц смеси, даны О. Винером (1902—1912 гг.). Основная формула смешения представлена О. Винером в следующих пяти видах:

$$\frac{\epsilon - U}{\epsilon + U} = \vartheta_1 \cdot \frac{\epsilon_1 - U}{\epsilon_1 + U} + \vartheta_2 \cdot \frac{\epsilon_2 - U}{\epsilon_2 + U}; \quad (15)$$

$$\frac{\epsilon - \epsilon_u}{\epsilon + U} = \vartheta_1 \cdot \frac{\epsilon_1 - \epsilon_u}{\epsilon_1 + U} + \vartheta_2 \cdot \frac{\epsilon_2 - \epsilon_u}{\epsilon_2 + U}; \quad (16)$$

$$\frac{1}{\epsilon + U} = \frac{\vartheta_1}{\epsilon_1 + U} + \frac{\vartheta_2}{\epsilon_2 + U}; \quad (17)$$

$$\frac{\epsilon}{\epsilon + U} = \frac{\vartheta_1 \epsilon_1}{\epsilon_1 + U} + \frac{\vartheta_2 \epsilon_2}{\epsilon_2 + U}; \quad (18)$$

$$\frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon + U} = \vartheta_1 \cdot \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + U}. \quad (19)$$

Соотношение (16) получается из (15) путем замены параметра $U/2$ другою величиною ϵ_u , остающеюся вполне неопределенной. Однако эта величина присутствует в ф-ле (16) лишь как вспомогательная и исчезает, если только принять во внимание, что $\vartheta_1 + \vartheta_2 = 1$. Кроме того все соотношения (15), (16), (17) и (18) могут быть приведены к виду (19). В раскрытом относительно ϵ_m виде формула Винера имеет вид

$$\epsilon_m = \epsilon_s \cdot \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 + U \epsilon_p}{\epsilon_1 \epsilon_2 + U \epsilon_s}, \quad (20)$$

где

$$\epsilon_p = \epsilon_1 \vartheta_1 + \epsilon_2 \vartheta_2$$

* Фиг. 2. Релеевое смешанное тело второй ступени первого и второго типа при равном объемном содержании фаз (по К. Лихтенекеру).

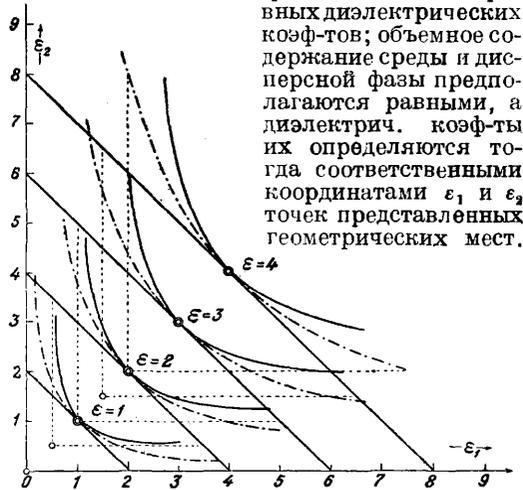
(т. е. арифметическое среднее),

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_2 \vartheta_1 + \epsilon_1 \vartheta_2}$$

(т. е. гармоническое среднее).

В табл. 12 приведены частные виды, к-рые получает ф-ла Винера в отдельных случаях строения тела, содержащего в среде дисперсную фазу в виде плоскопараллельных слоев, призм или шаров. Эти частные случаи строения как предельные позволяют примерно учесть свойства тела во всех прочих случаях, к-рые неизбежно окажутся промежуточными. Сопоставление результатов, получаемых при пользовании вышеприведенными соотношениями, наглядно представлено на фиг. 3, 4, 5 и 6.

На фиг. 3* даны геометрич. места смесей равных диэлектрических коэф-тов; объемное содержание среды и дисперсной фазы предполагаются равными, а диэлектрич. коэф-ты их определяются тогда соответственными координатами ϵ_1 и ϵ_2 точек представленных геометрических мест.



Фиг. 3.

Два крайних случая позволяют установить границы колебания всех прочих: параллельное включение фаз в смеси отвечает арифметическому среднему, так что

$$\epsilon_m = \frac{1}{2} (\epsilon_1 + \epsilon_2) \quad (21)$$

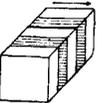
и графически выражается семейством прямых; последовательное включение фаз смеси отвечает гармонич. среднему, и тогда

$$\frac{1}{\epsilon_m} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right), \quad (22)$$

а ϵ_m выражается графически семейством равносторонних гипербол. Вполне беспорядочное расположение фаз должно дать диэлектрический коэффициент смеси, графики к-рого лежат между соответственной прямой и соответственной гиперболой. Начерченные графики соответствуют геометрическому среднему, получаемому на основании логарифмич. правила смешения Лихтенекера (фиг. 3). Сопоставление геометрич. мест равных диэлектрич. коэф-тов, полученных по формуле смешения с таковыми же, вычерчен-

* Фиг. 3. Номограмма диэлектрич. коэф-та ϵ смеси в зависимости от диэлектрич. коэф-тов составных частей ϵ_1 и ϵ_2 , при равном пространственном содержании дисперсной фазы и среды, — семейство прямых, отвечающее параллельному включению фаз, — семейство гипербол, отвечающее последовательному включению фаз, — графики беспорядочных включений, соответствующие логарифмическому правилу смешения (по К. Лихтенекеру).

Табл. 12.—Различные смеси тел с диэлектрич. коэфтами ϵ_1 и ϵ_2 , входящими в объемных отношениях ϑ_1 и ϑ_2 по О. Винеру.

Тип смеси	В и д с м е с и		ϵ_u *2	U *3	Ф-ла смещения (19)	Ф-ла смещения (16)	Значение ϵ_m *4
	Общая формула		ϵ_u	$2\epsilon_u$	$\frac{\epsilon_m - \epsilon_2}{\epsilon_m + U} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + U}$	$\frac{\epsilon_m - \epsilon_u}{\epsilon_m + 2\epsilon_u} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_u}{\epsilon_1 + 2\epsilon_u} + \vartheta_2 \frac{\epsilon_2 - \epsilon_u}{\epsilon_2 + 2\epsilon_u}$	$\epsilon_m = \epsilon_s \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 + U \epsilon_p}{\epsilon_1 \epsilon_2 + U \epsilon_s}$
I		Слои, перпендикулярные к линиям силы	0	0		$\frac{1}{\epsilon} = \frac{\vartheta_1}{\epsilon_1} + \frac{\vartheta_2}{\epsilon_2} = \frac{1}{\epsilon_s}$	$\epsilon_m = \epsilon_s$
II		Круглые цилиндры из вещества 1 в веществе 2, перпендикулярные к линиям силы	$\frac{\epsilon_2}{2}$	ϵ_2		$\frac{\epsilon_m - \epsilon_2}{\epsilon_m + \epsilon_2} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$	$\epsilon_m = \epsilon_s \frac{\epsilon_1 + \epsilon_p}{\epsilon_1 + \epsilon_s}$
III		Шары из вещества 1 в веществе 2	ϵ_2	$2\epsilon_2$		$\frac{\epsilon_m - \epsilon_2}{\epsilon_m + 2\epsilon_2} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_2}$	$\epsilon_m = \epsilon_s \frac{\epsilon_1 + 2\epsilon_p}{\epsilon_1 + 2\epsilon_s}$
IV		Круглые цилиндры из вещества 2 в веществе 1, перпендикулярные к линиям силы	$\frac{\epsilon_1}{2}$	ϵ_1		$\frac{\epsilon_m - \epsilon_1}{\epsilon_m + \epsilon_1} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$	$\epsilon_m = \epsilon_s \frac{\epsilon_2 + \epsilon_p}{\epsilon_2 + \epsilon_s}$
V		Шары из вещества 2 в веществе 1	ϵ_1	$2\epsilon_1$		$\frac{\epsilon_m - \epsilon_1}{\epsilon_m + 2\epsilon_1} = \vartheta_1 \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + 2\epsilon_1}$	$\epsilon_m = \epsilon_s \frac{\epsilon_2 + 2\epsilon_p}{\epsilon_2 + 2\epsilon_s}$
VI		Слои, параллельные линиям силы Призмы, параллельные линиям силы	∞	∞		$\epsilon_m = \vartheta_1 \epsilon_1 + \vartheta_2 \epsilon_2 = \epsilon_p$	$\epsilon_m = \epsilon_p$
VII							

*1 Вещество 1 показано штрихами, вещество 2 — белым цветом. Диэлектрический коэффициент смеси в явном виде [формула (20)].

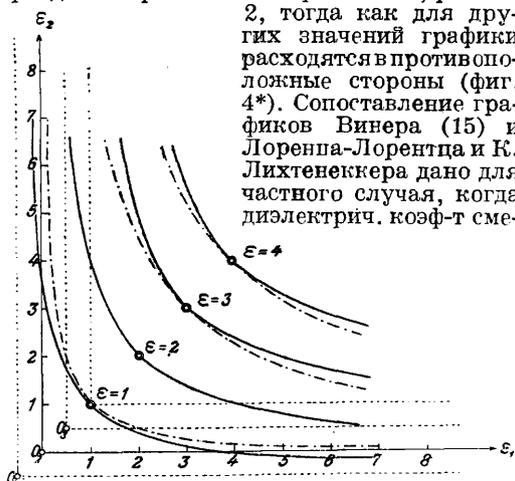
*2 Диэлектрический коэффициент основной среды.

*3 Мера проницаемости.

*4 Диэлектрический коэффициент смеси в явном виде [формула (20)].

ними по ф-ле Лоренца-Лорентца, для частного случая равных объемных соотношений фаз, показывает тождество обоих семейств только при диэлектрическом коэф-те смеси, равном 2, тогда как для других значений графики расходятся в противоположные стороны (фиг. 4*).

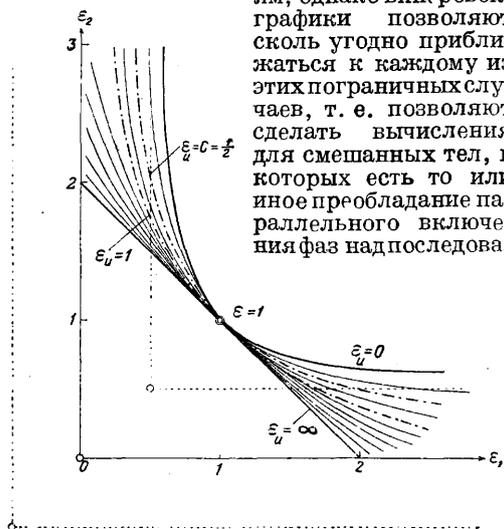
Сопоставление графиков Винера (15) и Лоренца-Лорентца и К. Лихтенеккера дано для частного случая, когда диэлектрич. коэф-т сме-



Фиг. 4.

си $\epsilon_m = 1$. Как видно по фиг. 5, весь пучок винеровских гипербол, равно как и прочие графики, содержится между графиками крайних случаев, соответствующих параллельному и последовательному включению;

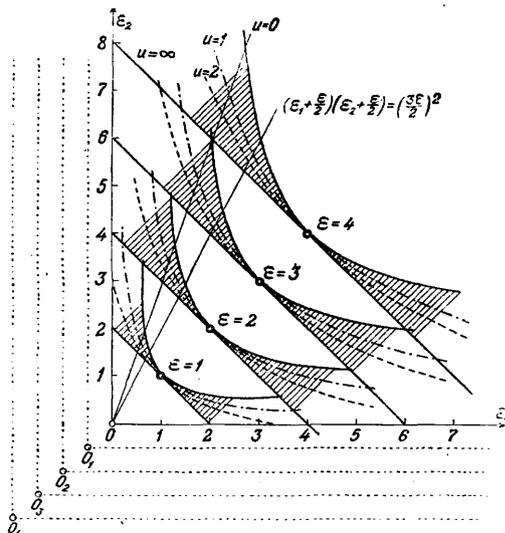
однако винеровск. графики позволяют сколь угодно приближаться к каждому из этих пограничных случаев, т. е. позволяют сделать вычисления для смешанных тел, в которых есть то или иное преобладание параллельного включения фаз над последова-



Фиг. 5.

тельным или обратно. Формула Винера обращается в формулу Лоренца-Лорентца при частном значении проницаемости $U = 2$. Положение соответственных графиков в пучке всех прочих для разных значений диэлектрического коэффициента смеси показано на фиг. 6. На основании проведенных, при помощи частного случая равнообъемности, фаз

явствует, что соотношение Винера как более общее наиболее точно может характеризовать П. м. Опыт показал, что соотношения (2), (4) и (5) вообще не удовлетворяют опытным данным. Кроме того против них, как и против соотношения (3), выставлены принципиальные возражения. Прежде всего ф-ла Ньютона (2) неприемлема, потому что не может быть одновременно применена к некоторой характеристике обсуждаемого рода и к соответственно обратной характеристике (например диэлектрич. коэф-ту ϵ и к диэлектрич. жесткости ϵ^{-1} , к электропроводности κ и к электросопротивлению κ^{-1} , к теплопроводности k и к теплоизоляционной способности k^{-1} и т. д.), тогда как эти парные характеристики должны для данной смеси выражаться одним и тем же формальным соотношением. Это последнее наглядно показано В. Гюртлером (1908 г.) на примере смеси с равнообъемными фазами, расположенными на поверхности в шахматном порядке, а



Фиг. 6.

в пространстве—в виде шахматной пространственной решетки: в силу полной равноправности обеих фаз любая из них может считаться средою и любая—рассеянной фазой. Если к такого рода решетке применить правило смещения электропроводностей, то это было бы равносильно истолкованию тела, как состоящего из параллельно включенных фаз; напротив, правило смещения электросопротивлений, будучи применено к данному телу, указывало бы на его строение из фаз, включенных последовательно. Но и параллельность и последовательность включений в данном случае могут быть утверждаемы с совершенно равными основаниями, и следовательно ни одно из правил смещения не может быть здесь принято. Так обр. правило

* Фиг. 6. Пучок смешанных тел проницаемости $U = 2$ в винеровской связке, — — — гиперболы для вполне беспорядочного расположения фаз в соответствии с логарифмич. правилом смещения, — — — гиперболы для смешанных тел проницаемости $U = 2$, соответствующих равенству $(\epsilon_1 + 2)(\epsilon_2 + 2) = (2)^2$ (по К. Лихтенеккеру).

* Фиг. 4. Номограмма диэлектрич. коэф-та ϵ смеси в зависимости от диэлектрич. коэф-тов составных частей ϵ_1 и ϵ_2 , при равном пространственном содержании дисперсной фазы и среды, — — — семейство графиков Лоренца-Лорентца (5), — — — семейство графиков Лихтенеккера (6) (по К. Лихтенеккеру).

смешения вообще не может быть применимо к рассматриваемым характеристикам смесей. Напротив, логарифмич. правило смешения, равно как и ф-лы Релея и Винера, удовлетворяет требованию взаимнообратности для взаимобратных характеристик. О. Винером установлен способ, позволяющий отбрасывать заведомо негодные соотношения, касающиеся смесей, на основании постулата пропорциональности. Он основан на том, что распределение поля внутри такого тела зависит не от абсолютных значений веществен. характеристик фаз (в данном случае диэлектрич. коэф-та), а от отношения между этими характеристиками; поэтому при q -кратном увеличении этих веществен. характеристик соответственная характеристика смеси возрастает тоже в q раз. Формулы Клаузиуса-Мосотти и Лоренца-Лорентца не удовлетворяют винеровскому постулату пропорциональности и потому в общем случае не могут быть правильны. В исправленном виде они д. б. написаны:

$$\frac{1}{\epsilon_m} \frac{\epsilon_m - \epsilon_{\infty}}{\epsilon_m + U} = \text{Const} \quad (23)$$

и т. п., где ϵ_{∞} —диэлектрич. коэф-т основной среды, а U —параметр, меняющийся от 0 до ∞ . В таком виде соотношение удовлетворяет постулату пропорциональности, причем U д. б. пропорционально ϵ_m . Удовлетворяет ему также и логарифмич. правило смешения; в самом деле, если

$$\epsilon_m = \epsilon_1^{\theta_1} \cdot \epsilon_2^{\theta_2},$$

то

$$\epsilon'_m = (q\epsilon_1)^{\theta_1} \cdot (q\epsilon_2)^{\theta_2};$$

а так как

$$\theta_1 + \theta_2 = 1,$$

то

$$\epsilon'_m = q\epsilon_m.$$

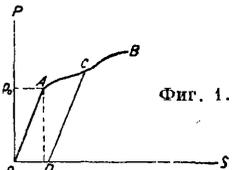
Логарифмич. правило смешения обладает также выгодным свойством выражать взаимобратные вещественные характеристики смеси одним и тем же формальным соотношением. Но это правило относится только к вполне беспорядочному распределению, т. е. соответствует частному случаю Винера, когда параметр $U = 1$. Кроме постулата пропорциональности Винером установлено еще важное общее положение, касающееся смесей и представляющее ценность при различных расчетах. Оно состоит в том, что среднее значение силы поляризации (смещения) и энергии в простом теле, к-рое по своему действию на внешнее поле должно заменить смешанное тело, остается тем же, что и в самом смешанном теле. Теория, развитая Винером, при распространении ее на оптические свойства анизотропных смешанных тел, объясняет ряд явлений в области двойного лучепреломления, наблюдаемых в П. м. Явления эти позволяют судить о строении П. м., как это показано А. Фреем (1924—1926 гг.). Дальнейшие подробности о П. м. см. в статьях *Пластичность, Наполнители, Пластификаторы, Смолы, Каучук, Казеин, Галалит, Бакелит, Карболит, Целлюлоид, Поллопас, Изоляционные материалы, Диэлектрики*.

Лит.: Ушаков С. Н., Искусственные смолы и их применение в лаковой промышленности, Л., 1929; Флоренский П. А., Диэлектрики и их техническое применение, М., 1924; Зоммерфельд А.,

Современные электроизолирующие материалы, М., 1930; Флоренский П. А., Карболит, «Труды ГЭИ», М., 1928, вып. 21; Ушаков С. Н., Обзор современного состояния промышленности пластических масс, «Химия и хозяйств», Л., 1930, т. 8—9 и 10—11; Петров Г. С., Продукты конденсации фенолов сальдегидами и их диэлектрические свойства. «Труды Хим. ин-та им. Карпова», М., 1923; Кузмин А. И., Промышленность пластических масс и перспективы ее развития в СССР, «Пути индустриализации», М., 1931, 12; Ушаков С. Н., Обзор иностранной журнальной и патентной литературы в области пластических масс, «Бюллетень Пластмассстрой», М., 1931, 1—2; Ellis C., Synthetic Resins as Their Plastics, N. Y., 1923; Scheiber J. u. Sändig K., Die künstlichen Harze, Stg., 1929; Hemming E., Plastics a. Molded Electrical Insulation, N. Y., 1923; Böttler M., Über Herstellung u. Eigenschaften von Kunstharzen, Mch., 1919; Clément et Rivière, Les matières plastiques et les soies artificielles, P., 1924; Sommerfeld A., Gummifreie Isolierstoffe, Berlin, 1927; Petroff G. S., Karbolit, ein Kondensationsprodukt von Phenole u. Aldehyden, «Kunststoffe», München, 1926, Jg. 16, 4; «British Plastics», London, 1931; «Plastics», New York, 1930—31; «Kunststoffe», München. П. Флоренский.

ПЛАСТИЧНОСТЬ, способность вещества принимать под давлением любую форму, не подвергаясь при этом разрушению, и неопределенно долго сохраняя в дальнейшем эту форму, сопротивляясь до известной степени действию причин, стремящихся изменить ее; П. представляет необходимое условие обработки многих материалов и потому должна считаться одним из наиболее важных технич. свойств твердого вещества. Т. о. пластичным называют тело, в котором сочетается два признака, на первый взгляд исключаящих друг друга: мягкость, когда мы хотим придать форму телу, и жесткость, когда требуется, чтобы приданная ему форма сохранялась. Пластичное тело отличается: 1) от деформируемой, но не сохраняющей формы жидкости; 2) от недеформируемого или разрушающегося при напряжении твердого тела; 3) от деформируемого, но восстанавливающего прежнюю форму упругого тела; 4) наконец от твердого и хрупкого в отношении быстро возникающих усилий, но текучего под действием длительных слабых усилий варообразного тела. Типич. примером и наглядным доказательством существования пластика, тел может служить лепной воск или глина. Феноменологически место пластик. тел среди прочих м. б. охарактеризовано особым ходом соответствующего им графика зависимости между деформацией и усилием, ее вызывающим.

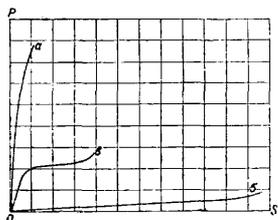
На фиг. 1 показана графиком $OACB$ зависимость между деформирующим усилием P и деформацией S в общем случае. На круто поднимающемся прямолинейном участке OA соблюдается пропорциональность между P и S согласно закону Гука, и тело обладает упругостью. На пологом участке AC эта пропорциональность резко нарушается, и после предела упругости p_0 (точка A) даже весьма небольшие приросты усилия P ведут к значительным деформациям S . Если деформирующее усилие на этом участке, напр. в точке C , будет постепенно снято, то деформация тела начинает убывать, но уже не по пути CAO , а по пути CD , параллельному AO , причем с полным удалением усилия P исчезнет не вся



Фиг. 1.

деформация, а лишь часть ее, т. н. у п р у г а я д е ф о р м а ц и я, тогда как деформация, соответствующая отрезку OD , останется; эта деформация носит название о с т а т о ч н о й. Новое приращение усилия P вызовет упругую деформацию, характеризующую теперь уже не путем OA , а путем DC , причем точка C будет новым пределом упругости. Параллельность линий OA и DC для первоначального и деформированного состояний вещества указывает на сохранение телом модуля упругости. Следовательно пластич. деформация OD , изменив форму тела, не изменила тем его механич. свойств, его упругости, но повысила предел упругости. Наконец, если деформация будет доведена до предела прочности (точка B), то она приведет к разрушению тела. Пока тело подвергается только упругой деформации, затрачиваемая на нее энергия обратима. Сдвиг же хода деформации при пластич. деформации и наличие остаточной деформации OD указывают на необратимость энергии, затраченной на остаточную деформацию OD ; энергия идет на нагревание деформируемого тела.

Отличие пластич. тел от хрупких—в значительной длине участка AB при короткости участка OA , тогда как у тел хрупких соотношения этих участков обратное. На фиг. 2



Фиг. 2.

сопоставлены для сравнения графики «усилие—деформация» трех главных видов: a —твердого металла, обладающего малой деформируемостью, но при усилиях за пределами пропорциональности обнаруживающего большую податливость; b —каучука, весьма легко деформируемого, но в противоположность металлу постепенно уменьшающего свою податливость, и $в$ —пластичного тела, способного к весьма большим деформациям при незначительных добавочных за пределом упругости усилиях. Т. о. пластичные тела за сравнительно низким пределом упругости обладают способностью течь и в этом отношении нередко сравнивались с жидкостями, причем самая пластичность рассматривалась как внутреннее трение η жидкостей, с тем однако отличием, что в случае пластичных тел оно в 10—18 раз (олово, и значительно более многие другие металлы) превосходит способность течь обычных жидкостей. Это сведение П. к вязкости высокого порядка, какая напр. у вароподобных тел, не может однако быть удержано по ряду соображений. Вязкость жидкостей есть постоянная, не зависящая ни от скорости течения, ни от полученной уже деформации, тогда как при попытке измерить коэф. внутреннего трения пластичных тел, причем П. сводится к вязкости, этот коэффициент зависит от скорости деформации v ; для монокристаллов он обратно пропорционален ей, так что $\eta v = \text{Const}$ (В. Д. Кузнецов и Л. А. Швирк). Далее течение жидкости, хотя бы и весьма вязкой, начинается при самом малом усилии (на фиг. 1 участок AB у жид-

кости был бы равен нулю и график начинался бы непосредственно с предела упругости); в телах же пластичных имеется определенный порог деформирующего усилия, до которого они обладают характером твердых упругих тел. Этот порог не зависит от скорости деформации, т. е. от скорости течения пластич. тела. Далее вязкая жидкость совершенно не меняет своих свойств после деформации, тогда как в пластичных телах наблюдается упрочнение, постепенно повышающее указанный порог скольжений.

Весьма важным различием течения жидкостей и течения пластичных тел может служить также монотонность жидкого течения и скачкообразность или волнистость течения пластического, что связано с местными упрочнениями областей, в которых протекала деформация, и переходом процесса деформации к новым, еще не упрочненным областям. У монокристаллич. тел пластич. течение отличается от жидкого еще и анизотропией его, в силу к-рой в кристалле имеются определенные направления возможных скольжений, тогда как в жидкости ни одно направление не обладает никакими преимуществами перед любым другим. Т. о. при желании формально объединить вязкое и пластичное течения по меньшей мере необходимо вводить в соответственные ф-лы не просто действующее усилие, а избыток его над порогом пластич. деформации. Следовательно П. тел не м. б. охарактеризована одной константой, но характеризуется по меньшей мере двумя независимыми, из которых одна—это вязкость μ или обратная ей величина—подвижность M (Mobility , $\frac{1}{M} = \mu$) и другая—предел упругости p , у жидкостей принимаемый равным нулю. В соответствии с известной ф-лой вязкого истечения из капилляра, данной Пуазейлем, Бингам (Е. С. Bingham, 1916 г.) первый дал приближенную ф-лу для пластич. истечения из капилляра, а именно:

$$\frac{1}{M} = \frac{\pi g d^4 \tau (P - p)}{128 Q I},$$

где Q —объем истекшего тела в см^3 , τ —время, d —диам. капилляра в см , g —ускорение силы тяжести в $\text{см}/\text{сек}^2$, p —средняя разность давлений в $\text{г}/\text{см}^2$ между двумя концами капилляра; $\frac{1}{M}$ измеряется в пуазах. При $p = 0$ ф-ла Бингама переходит в известную ф-лу Пуазейля. Изучая микроскопически истечение пластичных тел вроде красок (см. ниже пластоиды), Грин (1920 г.) нашел, что подобное тело течет в капилляре как одно целое и что скольжение происходит в тонком прилегающем к капилляру слое, причем жидкая смазка пристаёт как к стенке капилляра, так и к пластичному телу. Основываясь на этом наблюдении, Бекингам (1920 г.) исправил ур-ие Бингама, придав ему вид:

$$\frac{Q}{\tau} = \frac{\pi g d^4 M}{128 l} \left(P - \frac{4}{3} p + \frac{p^4}{3 P^3} \right) + \frac{\pi d^3 h \varphi}{16 l},$$

где φ —текущее этой смазывающей жидкости, h —толщина ее слоя; остальные буквенные обозначения имеют прежнее значение. Опытю найдены также другие соотношения, но едва ли всегда применимые, напр. предложена ф-ла $\frac{Q}{\tau} = k P^n$ или, в более общем виде,

$\frac{Q}{\tau} = k(P - A)^n$, где n — постоянная вещества, большая единицы, а k — неизвестная функция постоянной величины и геометрии размеров капилляра. Фарроу (F. D. Farrow, 1923 г.) и Лёве (1923 г.) на основании опытов с крахмальными пастами нашли, что

$$k = \frac{\pi g n d^4}{128 l (\mu)},$$

где (μ) — вторая постоянная вещества, причем она, как и n , возрастает с концентрацией. Драйден полагает, что

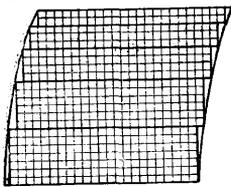
$$k = \frac{\pi}{(n+3) \cdot 2^{2n+3} (\mu)} \left(\frac{g}{l}\right)^n d^{n+3};$$

при $n = 1$ получается из этого соотношения ϕ -ла Фарроу и Лёве. Из комбинации двух ур-ий получается еще, что

$$(\mu) = \frac{\pi g n d^4 (P - A)^n \tau}{128 l \frac{dQ}{d\tau}};$$

формула содержит две опытных постоянных пластич. вещества, (μ) и n .

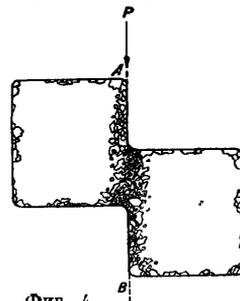
П. одиночных кристаллов (монокристаллов). Монокристаллы не обнаруживают упругого последствия и упругой усталости, но пластическая деформация в них несомненно происходит, если только соблюдены определенные для каждого кристалла температурные условия, напр. опытно доказана П. монокристаллов каменной соли, гипса, цинка, алюминия, латуни, кадмия и др. При $t^\circ 600$ кристаллы каменной соли подвергаются изгибу или кручению, как если бы они были из воска, причем сохраняется прозрачность, прочность и видимая цельность монокристалла. Естественно было бы предполагать в пластич. деформации монокристаллов простейший случай проявления П. тел и, отправляясь от него, построить дальнейшее представление о пластич. деформации других более сложных систем. Однако опытное исследование пластич. деформации монокристаллов показало ошибочность таких расчетов и выяснило, что пластич. деформация монокристаллов сама происходит подобно тому, как в поликристаллических системах. В самом деле возникновение изогнутых поверхностей деформации у монокристалла можно было бы считать либо результатом скольжения по плоскостям спайности, с сохранением цельности кристаллич. решетки, либо результатом искривления этой решетки. В первом случае деформация кристалла относилась бы только к его сво-



Фиг. 3.

бодным поверхностям и не затрагивала бы внутреннего объема, во втором же случае она выводила бы механич. систему решетки из равновесия и, увеличивая тем потенциальную энергию системы, вела бы к натяжениям внутри кристалла. Оба эти случая не могут считаться невозможными, но опыт показывает, что на самом деле в пластич. деформации не осуществляется ни один из них. Скольжение по плоскостям спайности с сохранением цельности решетки (фиг. 3) дало бы плоские поверхности скольжения и

возможность восстанавливать первоначальный кристалл при помощи обратной деформации, а искривление решетки вело бы к восстановлению первоначального кристалла при отпуске его. Но поверхности скольжения при пластич. деформации оказываются не плоскими, и следовательно правильность решетки д. б. нарушена. Ни обратная деформация ни отпуск не восстанавливают монокристалла. Т. о. остается лишь третье предположение, а именно, что при пластич. деформации кристалл только кажется сохранившим свою одиночность, но на самом деле дробится на отдельные кристаллы, хотя и очень плотно уложенные, и что пластич. деформация происходит вследствие вращения

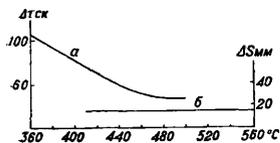


Фиг. 4.

этих обломков и дальнейшего их дробления. Это предположение подтверждено лауэграммами. Кроме того раздробленность монокристалла в смежности с плоскостью скольжения подтверждается и прямым металлографич. анализом. На фиг. 4 показан шлиф монокристалла латуни, подвергшегося деформации сдвига при $t^\circ 450$. Вдоль плоскости среза AB образовалась поликристаллическая зона, тогда как основной объем каждой из половинок монокристалла остался без изменения. В местах первичного разрыва, где образуются более крупные кристаллы, зернистая структура проникла в монокристалл на 0,075—0,1 мм, тогда как в шейке, где действие деформирующего усилия продолжалось более всего, кристаллич. обломки особенно мелкие и внедряются в монокристалл на 0,5 мм в каждую половину монокристалла; монокристаллики по периферии образовались при механической обработке монокристалла.

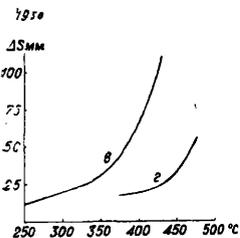
Т. о. пластич. деформация одиночных кристаллов происходит вследствие раздробления кристалла на более мелкие кристаллики, скольжения их друг по другу, например у каменной соли вдоль плоскости ромбич. додекаэдра (110), и одновременного вращения их. Этот процесс раздробления сопровождается характерным звуком, напоминающим тиканье часов. Как удалось установить регистрацией этого процесса с увеличением до 10 000 раз при помощи зеркальной системы, кривая течения пластич. материала за пределами упругости перестает быть плавной и складывается из элементарных ступенек, соответствующих перемежающимся состояниям упрочнения и расслабления деформируемого тела. Скачки эти ΔS не статистичны, но вполне закономерны, т. е. возникают через равные промежутки времени и дают равные подъемы. Промежутков времени $\Delta \tau$ между отдельными скачками зависит от испытываемого тела, значения деформирующего усилия, t° испытания и наконец его длительности; наблюдавшееся значение этого промежутка $\Delta \tau$ колебалось в пределах от $1/4$ сек. до нескольких десятков мин., причем по мере протекания деформации промежуток времени постепенно возрастал. На-

против, значение скачка деформации ΔS мало зависит от указанных условий и может считаться характерным для данного вещества; в нек-рых случаях (напр. для латуни) скачок от t° не зависит. Во всяком случае кривые $\Delta \tau = f(t)$ спадают в область высоких t° более круто, чем поднимаются кривые $\Delta S = F(t)$.

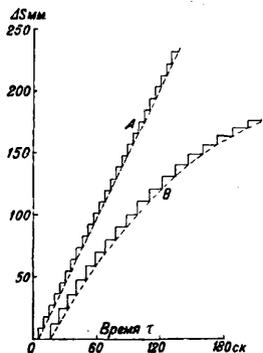


Фиг. 5.

Примеры даны для латуни (фиг. 5) и для каменной соли (фиг. 6). На фиг. 5 кривая *a* выражает зависимость $\Delta \tau = f(t)$, а кривая *b* — зависимость $\Delta S = F(t)$ для латуни. На фиг. 6 кривые *в* и *г* представляют наблюдавшиеся в разных случаях зависимости $\Delta S = F(t)$ для каменной соли. Порядок величины его определяется в несколько μ . На фиг. 7а по-



Фиг. 6.



Фиг. 7а.

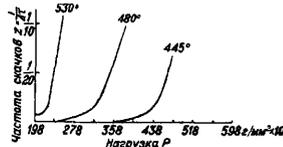
казаны по данным М. В. Классен-Неклюдовой начальный (кривая *A*) и конечный (кривая *B*) ход пластической деформации монокристалла латуни. В части *A* ступенчатая запись расположена вдоль прямой, что обусловлено равенством промежутков времени между отдельными скачками при вышеуказанном равенстве самых скачков; кривая же *B* обращена выпуклостью к оси абсцисс, т. к. промежутки времени между скачками постепенно возрастают. Это указывает на постепенное упрочнение кристалла и стремление процесса деформации остановиться, если только деформирующее усилие не будет увеличено. Прерывистый характер деформации монокристалла связан для каждого вещества с определенными t° -ными условиями, примеры к-рых приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Температурные пределы прерывистой пластич. деформации.

Вещество монокристалла	Предел деформации	
	нижний	верхний
Каменная соль (NaCl)	230°	500°
Алюминий	450°	550°
Латунь (30% Zn, 70% Cu)	410°	550°

На фиг. 7б показаны для монокристалльной латуни кривые спадания частоты в зависимости от нагрузки *P*. При кривых написаны соответствующие им t° опыта. Как

видно из хода этих кривых, с повышением t° частота при той же нагрузке весьма быстро возрастает, как равным образом возрастает она при той же температуре с повышением нагрузки. При t° за этими пределами скачки сливаются, и деформация напоминает плавное течение. При t° , не достигающих нижнего предела, происходит или медленное течение или деформация отсутствует, а за верхним температурным пределом течение идет очень быстро.

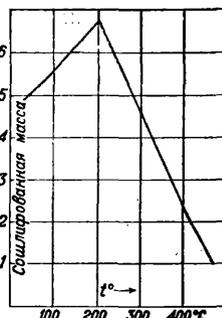


Фиг. 7б.

Частота скачков z м. б. выражена как функция *F* разности приложенного усилия *P* и наличного в данный момент предела упругости p_0 : $z = F(P - p_0)$. Но предел упругости возрастает с числом сдвигов *N*, уже произведенных на единицу длины *L*, а скачок возрастает с t° . Поэтому скорость пластической деформации *m*. б. выражена отношением:

$$v_p = \frac{\Delta S}{\Delta t} = zS = \Phi(P, N) \cdot \varphi(t).$$

Эта скорость принципиально отличается от аналогичной скорости v_v вязкой жидкости, и потому течение твердых тел по существу отлично от течения жидкостей, — в частности своей прерывистостью и упрочнением деформируемого тела. Эти особенности пластич. деформации монокристаллов до сих пор не получили общепризнанного объяснения; но из предложенных (а именно: изгиб атомных поверхностей, местное разрушение правильности решетки — атомная шероховатость — и возникновение новых поверхностей с повышенной потенциальной энергией) последнее по видимому наиболее соответствует прямому опыту. Это объяснение в частности хорошо согласуется и с существованием определенного максимума истираемости монокристаллов при t° перехода от упругого состояния к пластическому, как установлено Кузнецовым на каменной соли (фиг. 8, сошлифованная масса в мг): с повышением t° поверхностная энергия тела убывает, и потому истираемость возрастает. Но как показывает опыт, после температуры



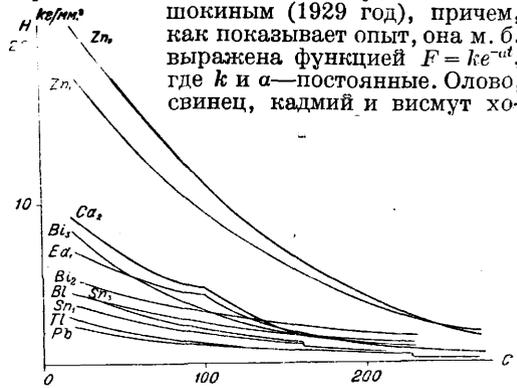
Фиг. 8.

перехода к пластич. состоянию истираемость снова убывает, а т. к. удельная поверхностная энергия тоже должна убывать, то следовательно необходимо предположить, что уменьшение истираемости объясняется увеличением поверхности, что действительно возможно при раздроблении монокристалла пластич. деформацией, т. е. при образовании мелкокристаллич. прослойки. Если же поверхностный мелкозернистый слой с кристалла удаляется, то истираемость начинает возрастать. Т. о. пластич. деформация тел монокристаллических приводит к таковой же тел поликристаллических.

П. поликристаллических тел. Пластичность поликристаллич. тел изучалась преимущественно на металлах. Такие тела состоят из кристаллич. многогранников, разделенных между собою тонкой прослойкой эвтектического сплава основного металла с примесями. Очевидно пластич. деформация тела в целом будет итти различно в зависимости от того, разрушается ли легче кристаллич. зерно или междукристаллич. прослойка. По данным О. Фауста и Г. Тамманна (1911 г.) действительно в одних металлах пластич. деформации подвергаются самые кристаллиты и при этом разрушаются, в других же, начиная с нек-рой деформации, происходит взаимное смещение их относительно друг друга, но без нарушения их целости, и лишь при дальнейшей деформации металла происходят внутренние скольжения в кристаллитах—раздробление кристаллитов на части. К металлам второго рода относится напр. олово—в нем кристаллиты меняют при деформации свое место, сами не деформируясь. Поэтому в олове, как это доказано опытами В. Д. Кузнецова и Л. А. Швирка, модуль сдвига возрастает вместе с величиной его кристаллитов, причем всякий процесс, увеличивающий размеры кристаллитов, ведет также к возрастанию и модуля сдвига (N); таково напр. воздействие на олово длительного отжига и медленного закручивания. Смещение кристаллитов при пластич. деформации сказывается появлением шероховатости на поверхности деформированных образцов, причем степень этой шероховатости может служить столь же надежным основанием для оценки величины кристаллитов, как и микрофотографич. снимок. Если обратиться к металлам первой группы, то тут при действии некоторого усилия происходят скольжения внутри отдельных кристаллитов, направленных особенно невыгодно. Очевидно в каждом из кристаллитов процесс пластич. деформации при скольжении происходит так же, как и в более крупных отдельных кристаллах, т. е. с постепенным раздроблением кристаллита на более мелкие, которые поворачиваются и ориентируются уже неблагоприятно для легкости деформации. Т. о. по мере деформации в зоне скольжения образуется все более и более мелких кристаллитов, не так легко деформируемых (зона скольжения преобразуется в слой твердо непластичного металла). Неопределенно далеко идущая измельченность кристаллитов в этой зоне приводит к представлению об аморфности ее вещества, выдвинутому Бэйлби и развитому Розенгеймом. Такой же затвердевший и аморфный слой возникает и на поверхности отполированного металла.

Согласно т. н. аморфной теории пластичности пластич. деформация происходит путем скольжения одной части металла по другой, причем между скользящими слоями

образуется как бы смазка из аморфного металла, которую можно уподобить шарикам-подшипникам между трущимися поверхностями или скорее подобным же телам, но граненным. Ее сравнивают с цементом, т. к. она с течением времени отвердевает. Поэтому при вторичной деформации текучесть металла может обнаружиться лишь при больших напряжениях. Кроме того затвердение этого цемента должно весьма зависеть от t° деформации. Как показано де-Форестом (1916 г.), при t° , превышающих нормальные, этот цемент в силу уменьшения своей вязкости, отвердевает быстрее, и диаграмма деформация-нагрузка становится волнистой, тогда как при нормальной t° металл течет спокойно. Зависимость между давлением истечения F различных металлов и t° изучена В. Шишкиным (1929 год), причем, как показывает опыт, она м. б. выражена функцией $F = ke^{-at}$, где k и a —постоянные. Олово, свинец, кадмий и висмут хо-



Фиг. 10.

рошо подчиняются этой зависимости, хотя при разном производстве и составе одного и того же металла эти коэф-ты могут оказаться нетождественными. Соответственный график для таллия м. б. выражен подобным же ур-нем, но с одним значением коэф-тов до 226—230° и другим—после этого промежутка; этот скачок в давлении истечения соответствует известному аллотропич. превращению таллия при 228°. Как показано К. Ито (1925 г.) и затем В. П. Шишкиным (1929 г.), зависимость бринелевской твердости H от t° тоже выражается экспоненциальной функцией вида $R = qe^{-\beta t}$, где q и β —постоянные. При этом оказывается, как видно например из данных табл. 2, что t° -ный коэф. давления истечения a и бринелевской твердости весьма близки между собою.

Табл. 2. — Значения температурных коэффициентов давления истечения F и бринелевской твердости H (по В. П. Шишкину).

Род металла	t° -ный коэф.	
	a	β
Олово	37—38	38
Свинец	34—36	35
Таллий: нижняя модификация	37	42
» верхняя	52	67
Кадмий военного производства	42	39
Висмут	69	52
» довоенного	32	28

На фиг. 9 дан график зависимости между давлением F истечения и t° , а на фиг. 10—график той же зависимости для бринелев-

ской твердости *H*. При кривых поставлены обозначения соответственных металлов, причем на фиг. 9 индекс 1 относится к истечению из матрицы диам. 8,85 мм с выпускным отверстием 2,86 мм, а индекс 2—к значениям тех же величин 9,75 мм, 2,5 мм соответственно; скорость опускания шпинделя в первом случае была 0,2 мм/мин, а во втором—0,133 мм/мин.

П. глины. Глина, так же как и мелкоизмельченные слюда и глауконит, относится к числу немногих минеральных веществ, способных при замешивании с водою давать массу высокой пластичности. Степень П. полученного теста зависит от многих факторов, из к-рых наиболее важны: количество воды при затворении; величина и форма зерен исходного твердого вещества; химич. природа и количественное содержание веществ, растворенных в воде, взятой для затворения; содержание в глине особых агентов П. и др. **К о л и ч е с т в о** воды, введенной в глиняную массу, особенно важно. При очень малом содержании воды П. еще отсутствует вследствие неспособности теста к деформации, тогда как при слишком большом содержании П. уже отсутствует из-за отсутствия сопротивления. Если увеличивать содержание воды, то произведение из деформации на сопротивление сперва растет, проходит через максимум, а затем убывает. На примере глины из Дрэ (Dreux) в табл. 3

Табл. 3.—Зависимость механических свойств глины из Дрэ от содержания воды.

Содержание воды, %	Характер теста	Поведение теста
15	Сухое	Формуется только под давлением 100 кг
20	Крутое	Чтобы быть вязким, требует механич. усилия
25	Полукрутое	Становится вязким при разминании пальцами
30	Нормально мягкое	Формуется под давлением руки, от собственного веса не сгибается
35	Полужидкое	Прилипает к пальцу и сгибается от собственного веса
40	Жидкое	Дает горизонтальный уровень под действием силы тягости

поставлены по А. Ле-Шателье последовательные состояния этого материала при различном содержании воды. Глиноу в рабочем состоянии считают так называемое нормальное тесто, наиболее богатое водою и пригодное к работе, но не очень сильно пристающее к рукам. Содержание воды в нормальном тесте у практиков считается характеристикой данной глины. Несмотря на кажущуюся субъективность такого способа охарактеризования числовые определения различных исследователей одной и той же глины расходятся только на 1%. О физическом состоянии воды в глиняном тесте можно составить известное представление, сопоставляя электросопротивление глиняно-водных смесей с таковым же смесей песчано-водных (табл. 4). Как видно из приведенных данных, электросопротивление песка *R* достаточно хорошо удовлетворяется гипербо-

Табл. 4.—Связь между содержанием воды *p* в чистом кварцевом песке и в глине и их электросопротивлением *R* (по данным Г. Лундберга).

<i>p</i>	0,86	1,52	2,37	3,30	5,80	7,40	9,5	—
Чистый кварцевый песок								
<i>R</i> _{набл.}	830	380	230	170	120	100	95	—
<i>R</i> _{выч.} = $\frac{675}{p}$	785	443	285	205	116	91	71	—
<i>p</i>	4,4	6,8	9,2	13,4	16,1	28,0	45,0	58,6
Глина								
<i>R</i> _{набл.}	1 410	341	150	73	50	16	14,5	14,1
<i>R</i> _{выч.} = $\frac{675}{p-4}$	1 688	241	130	72	55	28	16	12

лической зависимостью $R = \frac{675}{p}$, тогда как соответственная зависимость для глины будет $R = \frac{675}{p-4}$. Таким образом в песке электросопротивность κ оказывается связанной с объемом *p* содержащейся в смеси воды соотношением $\kappa = ap$ (где *a*—некий коэффициент пропорциональности), и следовательно при незначительных толщинах слоя воды, окружающей отдельное зерно, электропроводность пропорциональна толщине этого слоя. В глине же лишь часть содержания воды, а именно превышающая 4%, подчиняется гиперболическому соотношению и потому может рассматриваться как свободная водная оболочка зерен, другая же часть содержания (до 4%) находится в каком-то особом состоянии, напоминающем твердое, в механизме электропередачи она не участвует и следовательно должна рассматриваться как связанная. Значение величины зерен глины видно из зависимости содержания воды в нормальном тесте от величины зерна глины; а именно—с укрупнением зерна глины содержание затворяющей воды уменьшается. Это вполне понятно, т. к. с уменьшением величины зерна удельная поверхность глины возрастает. Искусственно вводя в глину вещество более крупного зерна, можно значительно снизить содержание воды, необходимое для затворения, как это видно напр. из данных табл. 5.

Табл. 5.—Сравнительные данные о количестве воды, необходимым для получения нормального теста из различных веществ.

Вещество	μ *1	% *2
Глина из Дрэ	1	35
Мел	10	20
Песок из Фонтенебло	100	12
Глина из Дрэ и мел (1:1)	—	28
Глина из Дрэ и песок из Фонтенебло	—	20

*1 Примерная величина частиц. *2 Содержание воды в нормальном тесте.

Зависимость содержания воды от химич. природы электролита дана в табл. 6. Нормальное тесто, затворенное с водою, от добавления небольшого количества (напр. 1%) щелочных оснований или их углекислых или кремнекислых солей, а также нек-рых

Табл. 6.—Сравнительные данные о количестве различных электролитов, необходимом для получения нормального теста из одной и той же глины.

Электролит	Содержание электролита в нормальном тесте, %
Вода чистая	30
» с углекислым литием	20
» с гидроксидом кальция	40

органич. веществ, например раствора таннина или отвара сена, разжижается; напротив, щелочноеземельные основания или хотя бы отчасти растворимые соли их (карбонаты, сульфаты и др.) производят обратное действие и делают тесто более густым. П. глины зависит также от присутствия нек-рых органико-минеральных веществ, вероятно служащих защитным коллоидом. Как показал Шлезинг, при последовательных отмучиваниях глины в больших количествах воды получается ряд осадков, все более тонких, но без сцепления и без П. При обработке же вод отмучивания солями кальция происходит створаживание получившегося раствора и выпадение осадка, содержащего много алюмо-органических соединений. Этих соединений (коллоидной глины по Шлезингу) в жирных глинах содержится 1,5%, а в тощих—только 0,5%. Вполне чистые глины или те, в которых эти вещества разрушены действием нагрева, не пластичны. Напротив, при подготовке глины при производстве кирпичей древние египтяне применяли дубильные растворы. Т. о. огустевание глиняного теста в присутствии щелочноеземельных оснований сводится к створаживанию коллоидных оболочек зерен глины.

Согласно существующим воззрениям П. глины есть качество сложное, обусловленное одновременным существованием в глине двух независимых свойств: деформации до разрыва и сопротивления деформации. Способность к значительной деформации есть неперменное условие всего керамики. производства, т. к. без этой способности была бы невозможна никакая формовка. Но, с другой стороны, слишком большая легкость дальнейшей деформации уже отформованных предметов вела бы к утрате ими формы, и это свойство особенно важно при производстве крупных изделий. Обычно у глины эта способность приблизительно в 10 000 раз менее таковой же у металлов. Как выяснено Тшюкке, прочность на разрыв и удлинение фарфоровой массы весьма зависит от скорости, с которой происходит деформация. В табл. 7 сопоставлены соответственные значения указанных величин при медленном и при быстром растяжении. Этими данными объясняется, почему при одной и той же глиняной массе брак фарфоровых изделий может меняться в зависимости от рабочего в весьма широких пределах—от 5 до 50%. Возможно, что меньший брак получается при более уверенных и быстрых движениях работающего с глиной.

При объяснении П. глины необходимо учесть как чрезвычайно большую тонину ее частичек (поперечник частиц глины соста-

вляет 1—2 μ , а толщина не свыше 0,1 μ), так и пластинчатую форму этих последних, придающих глине строение, как у колоды карт или вороха бумажных листов (сравнение Е. Терпаги). Значение мелкости частиц подтверждается отсутствием П. у крупнозернистых разновидностей кристаллич. каолинита (напр. песчаный каолинит из Ута и фолерит из каменноугольных образований) при наличии, наоборот, нек-рой П. у всех тонких порошков. Значение же пластичности подтверждается возможностью получать пластические массы из минералов, дающих тонкие пластинки слюды или глауконита. Таким образом П. глины в основе сводится к способности тонких пластинок скользить друг по другу, причем содержащаяся между ними жидкость служит и смазкой, облегчающей это скольжение, и цементом, придающим тесту известную устойчивость. Дальнейшее развитие этой простой схемы до сих пор не нашло себе общепринятого толкования. Так, Ле-Шателье ссылается на наличие в глиняном тесте воздушных пузырьков, дающих начало множеству мелких капиллярных менисков в промежутках толщиной не более 1 μ . Эти капиллярные натяжения могут дать по Ле-Шателье способность выдерживать усилия до 1 кг/см² и более. П. П. Лазарев, ссылаясь на вышеуказанные 4% воды, не участвующие в механизме ее электропроводности, считает эту воду адсорбированной и находящейся в состоянии сильного сжатия, так что между твердыми пластинками содержится вещество большой вязкости. Т. о., если для Ле-Шателье третьей фазой системы признавался воздух или точнее пограничный с ним слой жидкости, то в объяснении П. П. Лазарева третьей фазой признается влага в особом уплотненном состоянии, окутываю-

Табл. 7.—Значения прочности на разрыв и удлинения фарфоровой массы при растягивании.

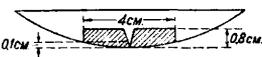
Количество воды для затворения, %	Растягивание медленное			Растягивание быстрое		
	Сопротивление разрыву, кг/см ²	Удлинение, %	Промывление	Сопротивление разрыву, кг/см ²	Удлинение, %	Промывление
30	0,63	70	44,1	1,73	127	220
23	0,48	29	13,9	1,52	97	147
26	0,42	18	7,6	0,96	91	87
22	0,36	17	6,1	0,93	82	76
21	0,27	33	8,9	0,86	94	81
21	0,25	20	5,0	0,96	90	86
23	0,29	9	2,6	0,75	73	55
22	0,08	5	0,4	0,20	5	1

щая частицы каолина. Согласно объяснению Шлезинга, принимаемому также Л. Менье, такой третьей фазой следует считать к о л о и д н у ю г л и н у, содержащую органические соединения глинозема и способные, поглощая воду, набухать. Во всяком случае П. глины у всех исследователей оказывается связанной с участием вещества в состоянии, промежуточном между собственно твердым и собственно жидким (капиллярные поверхности менисков по Ле-Шателье именно такой природы), т. е. с существованием мезофазы, что хорошо согласуется с причиной П. других тел, обладающих этим промежуточным

между жидкостями и твердыми телами свойством. Во всяком случае между П. глины и П. металлов устанавливается полное формальное подобие, поскольку там и тут она обусловлена наличием твердых кристаллов с хорошо развитыми плоскостями скольжения, прослоенных аморфной смазкой из тела в состоянии, промежуточном между собственно твердым и собственно жидким.

Испытание глины на П. В связи с многозначностью существующих определений П. установление соответственной характеристики глины может производиться посредством различных деформаций. При этом не м. б. заранее уверенности не только в количественном совпадении характеристик, полученных разными способами для разных глин, но даже и в неизменности их порядкового соотношения. Чрезвычайная важность пластич. характеристики глины в области горнодобывающей промышленности, гидротехники, дорожного дела, строительной механики, керамики и других областей, где приходится иметь дело с глиной, повела к разработке значительного числа приемов, назначение которых установить указанную характеристику глины; однако сравнительное изучение этих приемов проведено пока лишь частями и недостаточно для окончательных выводов.

1) **Испытание по Аттербергу.** В этом испытании П. характеризуется посредством соотношения между вязкостью и влажностью. Коэффициентом пластичности Аттерберг называет разность влажностей глины при нижнем пределе текучести (А) и при нижнем пределе П. (В); эти два числа представляют пределы, за которыми глина—либо жидкость (шликер) либо полутвердое тело, тогда как внутри этих пределов она пластична. Чем шире раздвигаются они, тем больше П.; напротив, при совпадении обоих пределов (напр. у плывунов или очень мелкой кварцевой пыли) П. тело не обладает. Нижний предел П. устанавливается посредством изготовления из данной глины пластическ. теста. Оно затем раскатывается рукою на чистом листе бумаги в цилиндрок $\varnothing \sim 3$ мм, после чего цилиндрок сминается, снова раскатывается и снова сминается, процесс повторяется до тех пор, пока глиняное тесто не начнет крошиться и распадаться на мелкие части. Тогда определяется влажность его, выражаемая в % от веса сухого образца. Это и есть нижний предел П. (А). Нижний предел текучести устанавливается размешиванием глины на плоском фарфоровом блюде с водою; воды добавляют до тех пор, пока лепешка $\varnothing \sim 4$ мм и толщ. 0,8 см после разрезания по diam. никелевым шпателем и встряхивания блю-



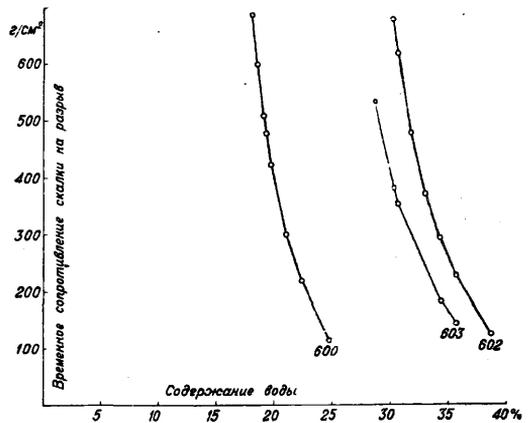
Фиг. 11.

ца не станет расплываться у нижнего основания (фиг. 11). Когда края начнут сливаться на высоте 1 мм, то определяется влажность теста; будучи выражена в % от сухого веса, она дает нижний предел текучести (В). В табл. 8 даются найденные Аттербергом числа, характеризующие различные минеральные порошки с зернами меньше 2μ .

Табл. 8.— Пластичность минеральных порошков с зернами меньше 2μ (по Аттербергу).

Минерал	А, %	В, %	А—В, %
Биотит	87	44	43
Тальк	76	48	28
Хлорит	72	47	25
Каолинит	63	43	20
Гематит	36	20	16
Лимонит	36	27	9
Кварц	35	35	0

2) **Испытание по Броньяру.** Мерою пластичности Броньяр предложил считать длину цилиндрич. стержня из глины, обрывающегося от тяжести собственного веса; стержень этот получается выдавливанием из круглого мундштука, причем глина д. б. приведена в свое рабочее по отношению к влажности и размешанности состояние. При изучении способа Броньяра К. Куманин пользовался бронзовым цилиндром 8 см диаметром и 40 см высотой с бронзовым поршнем, подаваемым посредством винта; мундштук был diam. ~ 10 мм и давал скалку у поперечном сечении 85 мм. Проба для испытания изготовлялась из шликера, подсушиваемого на гипсовых досках. Результаты испытания могут искажаться пузырьками воздуха, неоднородностью содержания воды в смеси, слишком большими скоростями выдавливания (наиболее выгодна скорость около 1,5 см/сек) и неравномерностью движения, а также неточностью измерения

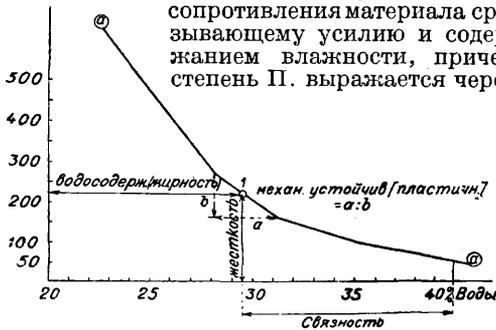


Фиг. 12.

длины. При пользовании способом Броньяра результаты выражаются в виде кривой, связывающей временное сопротивление разрыву с содержанием в глине воды затворения, как это показано например на фиг. 12. Точки наибольшей кривизны соответствуют рабочему состоянию глины. Ходом кривых доказывается весьма большая чувствительность разрывного усилия к содержанию в глине воды; при сухости массы, как и следовало ожидать, изменение влажности на 1% сказывается на сопротивлении разрыву гораздо сильнее, чем при более жидком состоянии. В виду чувствительности способа Броньяра возможна отчетливая сравнительная характеристика материалов, близких по минералогическому составу и текстуре,

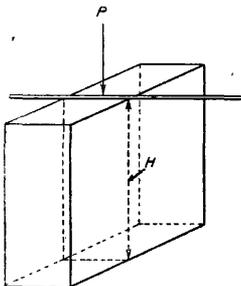
но для материалов, далеких друг от друга, этот способ не всегда может служить основанием даже для сравнительной оценки П.

3) С п о с о б Л. В. О м и н и н а основан на установлении связи между мощностью сопротивления материала срезающему усилию и содержанием влаги, причем степень П. выражается через



Фиг. 13.

ctg α , где α угол наклона касательной к означенному графику в области, соответствующей пластичному состоянию, как это показано на фиг. 13. Т. о. и в этом способе П. характеризуется степенью неизменяемости глины по отношению к работе разрезания

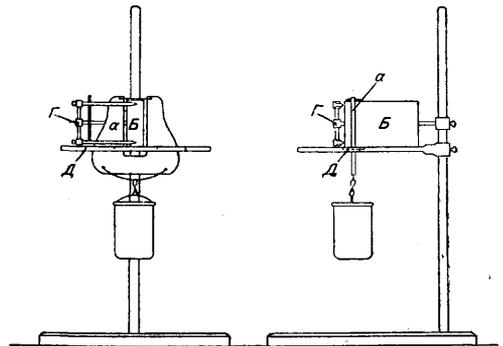


Фиг. 14.

при изменении влажности глины. Измерение режущего усилия ведется на кирпичике размерами $8 \times 5 \times 1,5$ см, поставленном на ребро (фиг. 14); кирпичик разрезается при помощи проволоки или же пластины, укрепленных в специальной раме и получающих нагрузку $500-1000$ г, так чтобы разрезание проходило примерно

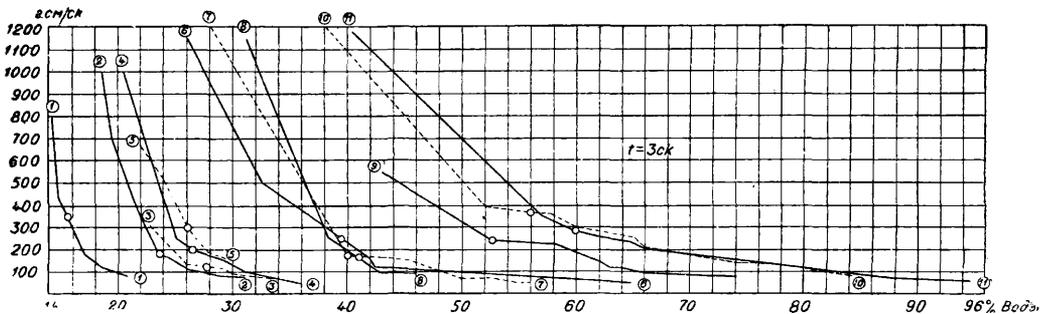
в 3 секунды. На фиг. 15 дано схематическое изображение прибора Оминина. Прибор этот состоит из металлического или деревянного штатива, на к-ром укреплены перемещаемые площадка Д и указатель высоты Г. В площадке имеется вырез в виде щели.

щественную часть прибора составляет нож из металлич. рамы a , с вырезом посредине и слегка раскошенной для придания ей нужной жесткости; рама эта м. б. вырезана из тонкого металлического листа; натянутая на раме тонкая и прочная проволока служит для разрезания глины. Металлич. шпильки, укрепленные на верхнем ее крае, удерживают раму от падения, после того как нож разрежет образец глины Б. Для разрезания мягких липких масс служит рама весом ~ 15 г, а для подсыхших плотных масс — рама весом около 75 г. Под рамой находится прикрепленный к ней сосуд, нагружаемый дробью. Для плотных масс нагрузка д. б. ок. $500-1000$ г. Для полного исследования



Фиг. 15.

пластич. состояния по 8—9 точкам кривой требуется ок. 2 чв-ч. при уже достаточном навыке к работе. Мощность сопротивления разрезанию измеряется соотношением $\frac{QH}{\tau}$, где Q — нагрузка режущей пластины, H — высота разреза, а τ — время разрезывания. Сводка исследования пластичного состояния записывается в виде таблички с соответствующими значениями содержания воды и мощности сопротивления ($г см/сек$) и отметкой о виде пластичного состояния материала, как напр.: сильно липкая; липкая, но формируется; почти нормальная, слегка лип-

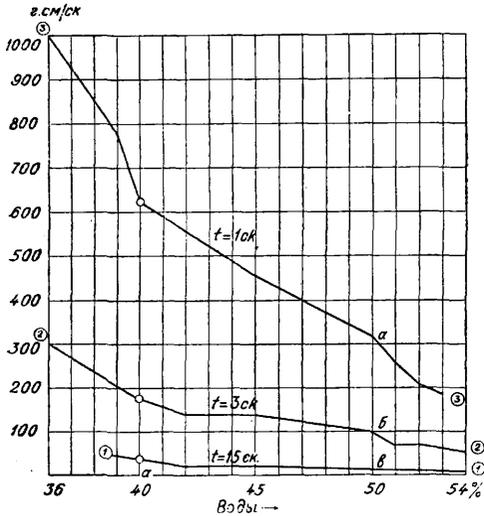


Фиг. 16.

Указатель высоты состоит из двухплечного шарнирного рычага, вращающегося в горизонтальной плоскости около оси штатива и оси шарнира. Указатели измерителя прикреплены к тонкому вертикальному стержню Г, причем нижний указатель снабжен миллиметровой измерительной шкалой. Су-

кая; нормально пластичная; почти нормальная, слегка сухе; вялая, еще формируется; сильно вялая, трескается. На фиг. 16 даны графики, полученные для ряда глин; номера кривых означают: 1 — прокшинскую глину неотмученную, 2 — касельскую глину, 3 — глазурную немецкую, 4 — уярскую, 5 —

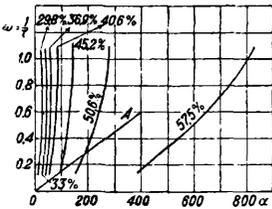
прокшинскую отмученную, 6—пикалевскую, 7—часов-ярскую «Экстра», 8—латинскую «Прима», 9—кавказскую гончарную, 10—глуховскую желтую 3-й сорт, 11—глуховскую 1-й сорт. Как показывает опыт, мощность работы сил внутреннего сопротивле-



Фиг. 17.

ния уменьшается с уменьшением нагрузки, т. е. с увеличением времени разрезания, как это видно на фиг. 17, где кривая *a* соответствует времени действия в 1 ск., кривая *b*—времени действия в 3 ск., а кривая *c*—времени действия в 15 ск.; степень П. возрастает почти прямо пропорционально времени действия силы и почти обратно пропорционально значению силы.

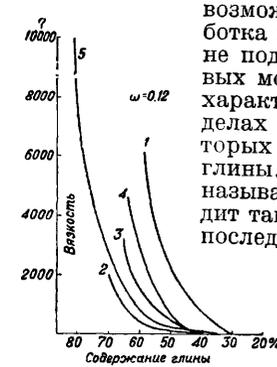
4) Способ М. Воляровича основан на изучении пластич. деформации глины при нахождении ее между неподвижным цилиндром, подвешенным на стальной ленте, и концентрич.,—вращающимся со определенной угловой скоростью ω , которая м. б. изменяема. Зависимость между углом закручивания α внутреннего цилиндра и угловой скоростью наружного ω у настоящей жид-



Фиг. 18.

ну прямой можно вычислить подвижность жидкости. Если подобная прямая не проходит через начало координат, то это указывает на существование отличного от нуля предела упругости; такое тело представляет идеальный случай П. по Бингаму, характеризующийся двумя константами—подвижностью и пределом упругости (он измеряется отрезком оси абсцисс, отсекаемым вышеуказанным графиком зависимости). При исследовании

глин между описанными цилиндрами М. Волярович нашел, что лишь жидкие смеси дают прямолинейные характеристики, соответствующие случаю Бингама, тогда как график для смесей с большим содержанием глины искривляется. Значение вязкости для разных скоростей тут различно, и эта кажущаяся вязкость уменьшается с увеличением скорости, напр. увеличение скорости в 9 раз уменьшает вязкость в 4—5 раз, а в некоторых случаях в 6—7 раз. На фиг. 18 представлено семейство кривых «вязкость—содержание глины» для различных скоростей, причем глина взята часов-ярская. На фиг. 19 сопоставлены подобные графики при скорости вращения 0,12 для пяти глин (1—часов-ярская, 2—каолин, 3—щекинская, 4—смоленская, 5—серая). Так как П. глины определяется пределами концентраций, при которых возможна формовка и обработка глины, то по крутизне подъема указанных кривых можно судить о П., а по характеру кривых—о пределах концентрации, в которых возможна обработка глины. В комплекс свойств, называемых П. глины, входит также упругость ее. Эта последняя характеризуется остаточным углом закручивания α_0 , который сохраняется после остановки внешнего цилиндра неопределенно долгое время; однако изучение этого угла до сих пор не произведено, а существование его объясняется наличием упругих оболочек около частиц глины либо из уплотненной роды либо из вышеупомянутых набухших органических веществ.



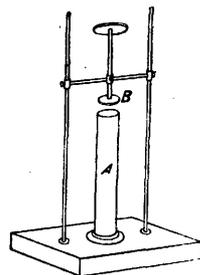
Фиг. 19.

П. гелей. Третья группа веществ, обладающих П., относится к гелям, т. е. к веществам, находящимся в особом коллоидном состоянии. Гели по современным воззрениям—тонко дисперсная система из молекулярных нитевидных или листоватых агрегатов, м и ц е л л, и междумолекулярной жидкости, причем в зависимости от степени ориентированности этих мицелл получаются различные ступени приближения к твердым, т. е. кристаллическим, средам. Т. о. устанавливается известное структурное подобие между пластичными гелями и пластичными глинами: мицеллы гелей или их сплетения соответствуют чешуйкам глин, а междумолекулярная жидкость гелей—воде, содержащейся в глинах. Сами по себе мицеллы не обладают П., как не свойственна она и чешуйкам глины (напр. желатина, нитроцеллюлоза, ацетилцеллюлоза и т. п. тверды, хрупки и непластичны); лишь в сочетании с растворителем они дают тела пластичные—желатина с водой или глицерином, нитроцеллюлоза с камфорой, другие коллоиды—с разными *пластификаторами* (см.). Если растворитель способен испаряться (например вода из желатинового геля), то мицеллы сближаются между собою, весьма крепко сжимаются тончайшими капиллярными

пленками и дают твердое хрупкое тело, подобно тому как это происходит при высыхании и с глиной; если же растворитель не летуч при условиях хранения геля (глицерин, камфора и другие пластификаторы при комнатной t°), то соответственные гели устойчиво сохраняют свою П. в течение неопределенно долгого времени. Вышеуказанное сходство механизма П. у гелей и у глиняного теста м. б. прослежено и далее. Как указывает К. Гесс, при пластификации эстеров целлюлозы органич. веществами (циклогексанон, ацетон, камфора, трифенилфосфат) происходит сольватация химич. соединения, происшедшего от взаимодействия эстера и пластификатора, подобно тому как при пластификации целлюлозы медноаммиачным раствором образуется химическое соединение целлюлозы и медного основания, после чего это соединение подвергается гидратации; кроме того согласно указанию Гесса на границе пластификатора и эстера возникают изомеры этого последнего. Т. о. эти или другие подобные процессы взаимодействия обеих фаз ведут к образованию третьей фазы, промежуточной между растворителями и мицеллами и обволакивающей мицеллы тонким слоем. Возможно, что эта третья фаза коллоидных гелей соответствует в глине органич. оболочке ее чешуек и служит, как и там, родом смазки, облегчающей скольжение форменных элементов друг о друга. Кроме двух- или, точнее, трехфазности для пластического состояния тел требуется еще более или менее беспорядочное, неориентированное расположение дисперсной фазы, тогда как полная ориентированность мицелл или чешуек лишает тело пластичности, во всех прочих отношениях повидимому способного быть пластичным: понятно, при ориентированности форменных элементов скольжение возможно не по всякому направлению, а следовательно невозможна и соответственная деформация. Как пример подобного тела можно указать каучук с его ориентированными (по Дюкло) форменными элементами. Указанный механизм П. гелей м. б. подтвержден наблюдениями Муре и Дюфресса на продуктах конденсации акролеина, особенно удобного для этой цели в силу своей бесцветности и прозрачности. Путь конденсации акролеина м. б. двоякий: или образуются в жидкости хлопья дисахарила, служащие центрами дальнейшей конденсации, или же жидкость схватывается по всей массе сразу и дает желатинизированную массу, к-рая при испарении растворителя постепенно переходит в твердое тело и соответственно повышает свою электроизолирующую способность. Таким образом П. конечного продукта обусловлена возникновением процесса конденсации в достаточно большом числе отдельных точек, подобно тому как это происходит и при процессе кристаллизации, согласно теории Тамманна. Р. Дюбриссе (1928) на примере конденсации полифенолов с формальдегидом (1 г формалина, 1 г резорцина, 50 см³ раствора 0,1N HCl), особенно удобной для наблюдения, т. к. она происходит на холоду, показал возникновение этой желатинизации продукта из множества отдельных центров, применив для

этой цели кинематографич. съемку с ультрамикроскопом. Как вывод можно считать установленной обусловленность П. присутствием жидкости между твердыми пластинками или нитями, причем весьма вероятно участие в механизме этого скольжения сольватационных прослоек, служащих смазкой. Зависимость П. нек-рых веществ от t° объясняется изменением вязкости связующей жидкой фазы и м. б. изменением ее капиллярной постоянной. В некоторых случаях П. появляется только при нагревании; как можно думать, это объясняется плавлением при соответственной t° более легкоплавких компонентов неоднородной твердой системы, как это бывает напр. у целлюлоида и тому подобных материалов, обнаруживающих П. лишь при нагреве (при комнатной температуре камфора тверда).

Пластичность пластоидов. По предложению П. П. Лазарева (1929 г.) пластоидами и следует называть системы из смоченных водой твердых порошков с частицами любой формы не чешуйчатыми; мы расширяем это название на все системы того же рода, притом какова бы ни была смачивающая их жидкость. В отличие от настоящих пластич. тел, обладающих П. и при значительной механической прочности, пластоиды утрачивают способность к пластич. деформации, когда перестают быть мазеобразными, т. е. когда содержание в них жидкости перестает быть значительным; иначе говоря, коэф. П. по Аттербергу у пластоидов невелик. Практически особенно важный разряд пластоидов представляют краски—дисперсные системы из тонко-порошкообразных красящих пигментов и сохнувших масел, иногда с добавкою смол, сикативов и разжижителей. Несомненно, что в таких системах наряду с двумя фазами, твердой и жидкой, возникает третья—мезофаза из адсорбированных веществ, составляющая смазывающую оболочку частиц пигмента. Наличие у подобных систем наряду с вязкостью П. наглядно сказывается при сопоставлении данных испытания этих веществ трубчатым вискозиметром и мобилометром Гарднера-Паркса (фиг. 20). Этот аппарат состоит из латунного цилиндра А и подогнанного к нему продырявленного диска В, проходящего в испытуемом материале путь 20 см. Масса всей падающей системы 74 г. Тем-ра при испытании должна поддерживаться постоянной. Цилиндр наполняется испытуемым материалом до метки, и затем в цилиндр спускается до основания погружающееся тело. На стержень этого тела наносится одна метка у поддержки этого тела, а другая на 20 см ниже; после этого погружающееся тело поднимается до совпадения нижней метки с муфтой, причем продырявленный диск д. б. покрыт краскою. Спустив падающую систему, наблюдают затем время прохождения ее в испытуемом материале от первой до второй метки. Если требуется, то это время м. б.



Фиг. 20.

сокращено добавочной нагрузкой. При изучении П. можно строить кривые, связывающие время падения с массой падающей системы; для лаков, лаковых красок и т. п. зависимость получается линейная, тогда как пластичные масляные краски дают зависимость иного вида. Если обозначить время истечения из вискозиметра через τ_v , а время падения диска в мобилометре через τ_m , то настоящие жидкости, т. е. не обладающие П., удовлетворяют, как бы вязки они ни были, соотношению

$$\tau_v = A\tau_m,$$

где A —постоянная, колеблющаяся между 21 и 23; пластические же системы, обладая в разных случаях различными n и m и $n > m$ и $n < m$ и притом не пропорциональным уд. в. соответственных тел, постоянства величины A не дают.

Пластичность пластиноидных систем может испытываться пластометром Бингама—Грина, позволяющим работать при различных давлениях. Результаты испытаний такого рода, проведенных Бингамом и Иатсом над красками из пигментов различной мелкости растирания с маслами различной текучести и при различных количественных содержаниях, показали, что наименьшее значение подобных систем не зависит от вязкости масла и что текучесть пластиноидов определенного состава в малой степени зависит от размера частиц пигментов. Выводы названных исследователей таковы. 1) С возрастающей длительностью растирания наименьшее значение сперва падает, а затем по прошествии 30 час. растирания устанавливается постоянное; текучесть же при этом сперва возрастает, но затем, пройдя через максимум, соответствующий 30-час. растиранию, начинает быстро падать. 2) Кремнекислота и тонкий литопон при одной и той же весовой концентрации дают пластиноиды весьма различной П., но при равных объемных концентрациях как текучести, так и наименьшие значения разнятся между собой мало; величина частиц при опытах была весьма различна. 3) При сравнении пластиноидов с одной и той же концентрацией одного и того же пигмента, но растертых один на продуктом льняного масла, а другой—на масле, освобожденном от кислот, обнаружилось, что наименьшее значение от вязкости масла независимо, тогда как текучесть пластиноида убывает вместе с текучестью масла. 4) Стеарат алюминия и другие подобные коллоиды полярного характера, напротив, только незначительно изменяют текучесть пластиноида, но весьма повышают наименьшее значение. 5) П. красок весьма зависят даже от небольшого содержания влажности, например уже 0,5% влажности повышает наименьшее значение с 90 до 3450 и вместе с тем понижает текучесть на 25% ее первоначального значения. 6) Так как вязкость льняного масла зависит от степени его окисленности и полимеризованности, то изменение текучести при длительном растирании обычно объяснялось именно изменениями свойств самого масла; однако текучесть краски убывает также и при растирании в атмосфере азота; кроме того установлено, что краска, растертая в

атмосфере углекислоты, получает в три раза большее наименьшее значение, чем при растирании в воздухе.

Лит.: Остромирский И. И., К вопросу о природе эластич. и пластич. состояний материи, «Журн. физики», СПб, 1893, т. 47; Ле-Шателье А. А., Кременезем и силикаты, пер. с франц., стр. 328, Л., 1929; Вейнберг В. П., Задачи физики твердого тела и успехи по некоторым ее вопросам за последние годы, «Вопросы физики», СПб, 1913, Ф. 2; Кузнецов Н. С. и Жемчужный С. Ф., Давление истечения и твердость пластич. тел, «Изв. СПб политехнич. ин-та», СПб, 1913, т. 19, стр. 323; Терцаги К., Основания механики грунтов, пер. с англ., М., 1926; Кузнецов В. Д., О релаксации и упругом последствии твердых тел, «Журн. ч. физич.», 1927, т. 59, 1, стр. 15—28; Пинес Б. Я., К вопросу об упругом последствии, релаксации и трении в твердых телах, там же, 1927, 2, стр. 157—160; Кузнецов В. Д., Ответ Б. Я. Пинесу, там же, 1927, т. 59, 1—6, стр. 485—488; е г о ж е, Релаксация и течение кристаллов каменной соли, там же, 1927, т. 60, стр. 445—460; Класен Н. е н л ю д о в а М. В., О природе пластич. деформации, там же, 1927, т. 59, 5—6, стр. 509—516; е е ж е, Закономерности скачкообразной деформации, там же, 1927, т. 60, 5, стр. 373—382; Кузнецов В. Д., Бессонов Н. А. и Пичинин Н. Ф., Определение методом шлифования точки перехода каменной соли из хрупкого состояния в пластичное, «Журн. прикладн. физики», М.—Л., 1927, т. 4, вып. 4, стр. 13—17; Землячский П. А., Глины, их физич., химич. и технич. свойства, ч. 1—Пластичность, М., 1927; «Труды Гос. исследов. керамич. ин-та», М., 1927, вып. 7; Оминин Л. В., К вопросу о пластичности глины и каолинов, Сревышающие усилия и водосодержание как способ выражения пластичности, там же, 1928, вып. 13; Кузнецов В. Д. и Чеснок Н. Д., Релаксация олова при кручении, «Журн. ч. физич.», 1929, т. 61, 1, стр. 29—44; Куманин К., Исследование пластич. свойств глинистых материалов по методу Броньара, «Труды Гос. исследов. керамич. ин-та», М., 1929, вып. 22; Лазарев П. П., О пластичности вещества и о причинах, к-рые вызывают ее, «Известия Ин-та биол. физики», Москва, 1929, т. 6, вып. 2, стр. 107—114; «Журн. прикладн. физики», М.—Л., 1929, т. 6, вып. 1, стр. 107—114; Воларович М., Исследование пластичных свойств глины методом вращающегося цилиндра, там же, 1930, т. 7, вып. 5, стр. 25—32; Петухов, Заметка о пластичности и разрушении глины водою, «Журн. ч. физич.», 1909, т. 41, стр. 665; Шинкин В. П., Давление истечения металлов и их сплавов при различной темп-ре, «Журнал прикладной химии», М.—Л., 1929, т. 2, вып. 6, стр. 663—673; е г о ж е, О твердости металлов и их сплавов при различной темп-ре, там же, 1929, т. 2, вып. 6, стр. 675—688; Кузнецов В. Д. и Швирк Л. А., Влияние величины кристаллитов на упругость и пластичность олова при кручении, «Журнал прикладн. физики», М.—Л., 1926, т. 3, 2, стр. 165—176; Иофан А. Ф., Лекции по молекулярной физике, 2 издание, стр. 285, П., 1923; е г о ж е, Физика кристаллов, М.—Л., стр. 43—62, 1929; Кузнецов В. Д. и Швирк Л. А., Растяжение монокристаллов олова, «Журн. прикладной физики», М.—Л., 1927, т. 4, 2, стр. 74—87; Добровидова Н. и Лямзин П. П., К вопросу о поверхности скольжения в металлических кристаллах, там же, 1927, т. 4, стр. 27—35; S p r i n g W., Recherches sur la propriété que présentent les corps de se souder sous l'action de la pression, Bruxelles, 1880; В е с к е р R., «Physikalische Ztschr.», Lpz., 1925, В. 26, p. 919; В е с к е р R., «Ztschr. f. technische Physik», Lpz., 1926, p. 547; G r a m m e l R., Mechanik d. elastischen Körper, Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger und K. Scheel, В. 6, В., 1928; В е с к е р R., Elastische Nachwirkung u. Plastizität, «Ztschr. f. Physik», В.—Brschw., 1925, В. 33, p. 185; S c h m i d E., «Proc. of the First Intl. Congress for Appl. Mech.», Delft, 1924, p. 342; H a s s e O. u. S c h m i d E., «Ztschr. f. Physik», В.—Brschw., 1925, В. 33, p. 413; S a c h s G., Grundbegriffe d. mechanischen Technologie d. Metalle, Lpz., 1925; S m e k a l A., «Ztschr. f. techn. Physik», Lpz., 1926, p. 535; T a l w a l k e r T. W. A. P a r m e l e e C. W., Measurement of Plasticity, «Journal of the American Ceramic Society», Columbus, Ohio, 1927, v. 10, 9, p. 670—685; К ö r b e r F r. u. S i e b e l E., Zur Theorie d. bildsamen Formänderung, «Die Naturwissenschaften», Berlin, 1928, Jg. 16, H. 22, p. 408—412; S c h m i d E., «Ztschr. f. Metallkunde», В., 1928, Jg. 20, p. 69; P o l a n y i M. u. S c h m i d E., Zur Frage d. Plastizität, «Die Naturwissenschaften», В., 1929, Jg. 17, H. 18—19, p. 300—304; B o a s W. u. S c h m i d E., «Ztschr. f. Physik», В.—Brschw., 1929, В. 54, p. 16; G e n i n G., Définition et mesure de la plasticité, «Revue générale des matières plastiques», P., 1929, p. 635; F o r e s t, Some Experiments on the

Plastic Elongation of Wire, «Proceedings of the American Society of Testing Materials», Philadelphia, 1916; R o s e n h a i n W., Introduction to the Study of Metallurgy, L., 1919; I t o K., «Science Report of the Tohoku Imp. University», Sendai, 1923, v. 12; «Metallkunde», 1925, B. 92; C l é m e n t e t R i v i è r e, Les matières plastiques et les soies artificielles, p. 5—11, P., 1924; B i n g h a m E. C. a. Y a t e s A. G., «Ind. Eng. Chem.», 1923, p. 1933. П. Флоренский.

ПЛАТАН, крупные деревья из сем. Platanaceae со стройным цилиндрич. стволом, достигающим размеров 37—46 м в высоту, при диаметре от 2 до 3 м, с густой развесистой кроной, иногда приобретающей пирамидальную форму. Естественно в пределах СССР, в Закавказьи произрастает *Platanus orientalis*, к-рый встречается также в Греции, Турции, М. Азии, Персии и Туркменистане, искусственно на Ю. разводится американский платан — *Platanus occidentalis*, кроме того в Америке встречаются *P. racemosa*, *P. Wrightii*. Кора у восточного платана темносерая с голубоватым оттенком, отваливается пластинками. Это дерево быстро растет и отличается долговечностью, предпочитает легкую глубокую влажную почву, богатую перегноем. Разводится семенами, черенками и отводками, обладает хорошей порослевой способностью. Благодаря развитию богатой корневой системы пригоден для укрепления горных склонов на юге. Древесина восточного П. твердая, легкая (об. вес в сухом состоянии 0,55), крупнопористая, на поперечном разрезе имеет до 50% сердцевинных лучей с красноватого цвета оболочью и бурым, слабо выраженным ядром; хорошо полируется; она находит себе применение в столярном и токарном деле, иногда древесину П. употребляют на постройку судов (напр. в Персии), но в общем древесина не очень прочна.

Лит.: Медведев Я., Деревья и кустарники Кавказа, 3 изд., стр. 286. Тифлис, 1919. Н. Кобранов.

ПЛАТИНА, Pt, элемент VIII группы периодич. системы, представитель группы т. н. платиновых металлов (рутения, родия, палладия, осмия и иридия—см. ниже); ат. в. 195,2, порядковый номер 78, ат. объем 9,12. П.—металл серого цвета, по цвету и блеску напоминает олово; в сплавленном состоянии П. мягка и тягуча, легко вытягивается в проволоку и прокатывается в тонкие листы (жесть); при обработке твердеет; примесь других металлов (гл. обр. иридия) увеличивает твердость и уменьшает ковкость. Уд. вес литой П.: 21,463; платиновой проволоки и жести: 21,2—21,7; губчатой платины: 16,32—21,24. Тв. по шкале Моса 4,3. Коэффициент сжимаемости $0,4 \cdot 10^{-6}$ см³/кг; прочность на разрыв 19 кг/мм²; удельная теплоемкость (в пределах 17—100°) 0,0326; $t_{пл.}$ 1770°, в вакуум-печах (при 2 мм давления Hg) 1745°; тончайшая платиновая проволока в $\frac{1}{40}$ мм толщины плавится в пламени стеариновой свечи; $t_{крит.}$ 3 806° в электрической печи (450 А и 600 В). Коэф. линейного расширения (при 20°) $0,892 \cdot 10^{-5}$; теплопроводность чистой П. (при 0°) 0,167 кал/см·сек·°С; теплота плавления 27,2 кал/г; электропроводность (при 0°) $9,1 \cdot 10^4$ мо; температурн. коэф. сопротивления $367 \cdot 10^{-6}$; уд. магнитная восприимчивость (при 18°) $1,1 \cdot 10^{-6}$. П.—из всех металлов наиболее стойкий, менее всех подвергающийся изменениям; при

нагревании до 1 300° в электрич. печах сопротивления теряет в весе 0,019% своего веса; в окислительном пламени бунзеновской горелки П. покрывается серым слоем, не изменяя при этом веса, следовательно здесь происходит молекулярное изменение. При прохождении электрич. тока при нагревании П. превращается в порошок. Пары водорода диффундируют через накаленную П., скорость диффузии возрастает с t° ; другие газы этим свойством по отношению к П. не обладают, кроме H₂S и NH₃, к-рые при этом разлагаются, и водород диффундирует через платину.

Химические свойства П. Платина характеризуется стойкостью к к-там; даже сильные к-ты, как HCl, HNO₃, не действуют на П.; нагретая конц. H₂SO₄ растворяет П. и тем сильнее, чем концентрированнее раствор: 94%-ная H₂SO₄ в платиновом сосуде растворяет 0,6 г П. (на 1 м), 97%-ная—2 г и дымящая до 1 кг; в сплавах П. с золотом потеря П. уменьшается; царская водка растворяет П., образуя платинохлористоводородную к-ту H₂PtCl₆. Из галоидов только хлор легко действует на губчатую П.; фтор—только в смеси с парами плавиковой к-ты; бром и иод почти не действуют. С углеродом П. соединяется при накаливании; коптящее пламя ацетилена или каменноугольного газа покрывает поверхность платинового сосуда слоем сажи, содержащим П., и превращает металл в пористый; при 600° углерод разрушает П.; поэтому нагревание платиновых сосудов в коптящем пламени портит их; коррозия уменьшается, если нагревание протекает при доступе избытка воздуха (пламя паяльной трубки, бунзеновская горелка); по этой же причине нельзя углеродсодержащие вещества подвергать длительному нагреванию в платиновых тиглях. Щелочи при накаливании с П. разлагаются и образуют окись П.—PtO₂; с большинством металлов П. дает сплавы (см. *Лигатура* и *Спр.* ТЭ, т. II). Hg не растворяет П., но с губчатой П. дает амальгаму в присутствии амальгамы натрия; для П. характерно образование комплексных соединений (см. *Платины соединения*).

При прокаливании солей П.—гл. обр. (NH₄)₂PtCl₆—получается т. н. *губчатая платина* (см.), платиновая губка, в виде пористой массы серого цвета; для получения ее П. растворяют в царской водке, образуя PtCl₄; действием нашатыря, NH₃Cl, получают (NH₄)₂PtCl₆, из которой прокаливанием выделяют П. в виде губчатой массы. Губчатая П. отличается высокими каталитич. свойствами; в ее присутствии SO₂ свободным кислородом окисляется до SO₃; для этого смесь SO₂ с кислородом пропускают через накаленную губчатую платину или через т. н. платинированный асбест, асбест, смоченный раствором солей П. и прокаленный и вследствие этого приобретающий свойства катализатора; губчатую П. применяют для получения серной кислоты (см. *Серная кислота*, контактный метод получения). Разновидностью губчатой П. является т. н. платиновая чернь, которая получается из раствора хлорной или нашатырной платины (действием формальдегида) в виде тонко размельченного

черного порошка, отличающегося также каталитич. свойствами и растворяющегося в воде. Раствор такой П., очищенный диализом (металл не проходит через перенонку) дает т. наз. коллоидную П.—в виде жидкости темносинего цвета, прозрачной в тонком слое; из этого раствора П. осаждается в виде платиновой черни. Получение коллоидной П. (по Паалю) происходит след. обр.: 1 ч. лизальбинового натрия растворяют в 30-кратном количестве воды и вводят туда количество Na, несколько больше, чем это нужно, чтобы связать Cl платинохлористоводородной к-ты, 2 ч. к-рой растворяют в воде и прибавляют к полученной выше смеси; полученную коричнево-красную жидкость осаждают гидратом гидразина; при вспенивании выделяется азот; после 5-часового стояния раствор подвергают диализу и осторожно выпаривают на водяной бане; получается черная, рыхлая, блестящая масса (коллоидная П.), легко растворимая в воде.

Для аналитического определения П. пользуются следующими свойствами платины. NH_4Cl и KCl с конц. растворами H_2PtCl_6 дают соли (желтые кристаллы) состава $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ и K_2PtCl_6 , труднорастворимые в воде, в 75%-ном спирте и в конц. нтр. растворах KCl и NH_4Cl ; этим их свойством пользуются для качественного и количественного определения П. и для отделения ее от других металлов. Щелочные соли иода окрашивают H_2PtCl_6 в темно-коричневый цвет, образуя K_2PtI_6 ; при содержании 0,01 ч. П. в 1 л спуска несколько мин. образуется розовато-красное окрашивание. H_2S при нагревании с П. осаждает темно-коричневый сульфид П., PtS_2 ; эти реакции служат для качественного определения П. Количественный анализ П. производят, пользуясь растворением П. в царской водке; раствор образовавшейся при этом H_2PtCl_6 действием NH_4Cl переводят в аммиачную соль $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$, к-рую накаливанием восстанавливают в металлич. П. Сплавленная с серебром П. растворяется в азотной к-те, чем П. отличается от золота; поэтому присутствие П. в сплаве узнают действием на него азотной кислоты; на золото, сплавленное с серебром, кислота не действует.

В природе П. встречается почти исключительно в самородном состоянии; главное месторождение—Ср. Урал (Нижнетагильск). В канадских золотоносных песках найден и описан минерал *перрилит*, содержащий двумышьяковистую П., PtAs_2 ; из других стран, добывающих П., можно указать Бразилию, Ю. Америку (Колумбия, штат Гоко), Алжир и Капскую землю; золотоносные пески Калифорнии и Клодайка также содержат платину; рейнские пески содержат 0,0004% П. В настоящее время почти вся добываемая П. получается с Урала. До мировой войны 1914—18 гг. ежегодная добыча вне России была равна 0,3—0,5 т в год. См. *Платиновые руды*.

Применение П. основывается гл. обр. на ее стойкости к химич. воздействиям; из нее готовят посуду (тигли, чаши, проволоки) для лабораторных целей. В технике платиновыми сосудами пользовались рань-

ше для концентрирования серной к-той, т. к. высококонц. серная к-та слабо растворяет П.; сейчас для этой цели используются сплавы П. с золотом. В электрич. промышленности П. служит для приготовления контактов в индукционных аппаратах, электрич. звонках и т. д. П. служит также материалом для электродов, в особенности при получении препаратов хлора. Проволока из П. и ее сплавов с иридием служит для приготовления термоэлементов. П. применяют также для остриев громоздков. В виду того что коэффициент расширения П. близок к коэффициенту расширения стекла, платиновую проволоку применяют в лампах накаливания. В последнее время П. получила большое применение в ювелирной промышленности как оправа для бриллиантов и для изготовления браслетов, цепей и др. В зубоврачебной технике из П. готовят штифты для искусственных зубов; ок. 1/2 ежегодной продукции П. идет на эту отрасль промышленности. В последнее время П. нашла очень широкое применение при каталитич. реакциях (получение серной кислоты из SO_2 , азотной к-ты из аммиака). Кроме того П. применяют для получения ее солей (см. *Платины соединения*).

Н. Ельцина.

Металлургия платины. Добыча платины и ее спутников производится путем следующих процессов: 1) промывки платиносодержащих песков (см. *Гидравлические разработки, Дрожное дело*); 2) пирометаллургических процессов, в результате которых получается медь или медно-никелевый сплав; при электролизе последних получают сплавы, содержащие металлы платиновой группы (Седбери в Канаде); 3) электролиза золота, при котором в электролите накапливаются платиновые металлы (см. *Вольвия процесс*); последние высаживают из раствора прибавлением хлористого аммония и осаждают хлорплатинаты прокаливают, получая *губчатую платину* (см.). За последнее время в Ю. Африке начали применять для извлечения П. из руд амальгамацию, хлоринацию и флотацию.

Амальгамация платиновых руд, процесс извлечения П. по Euzlin'у и Eklund'у, применима к сульфидным и окисленным платиновым рудам. Измельченная руда или концентрат приводится в соприкосновение с цинковой амальгамой в присутствии активатора (т. к. такая амальгама сама по себе не активна по отношению к П.), причем П. амальгамируется и удерживается амальгамой, гл. обр. на железной и никелевой поверхности. Широко распространенным активатором является водный раствор хлорной ртути, хлористого цинка, соляной к-ты и свободного хлора. Лучших результатов достигают в присутствии хлористой щелочи (например хлористого натрия).

Процесс амальгамации П. объясняется [1] след. обр. Как известно, П. подобно ряду других металлов непосредственно не амальгамируется, но при действии ртути на хлористые соединения платиновых металлов в момент восстановления П. ртутью образуется амальгама. При действии хлора, содержащегося в растворе, происходит образование пленки хлорной платины на поверхно-

сти зерен извлекаемого металла. Цинк, содержащийся в амальгаме, особенно энергично восстанавливает платину на поверхности частиц и в этот момент последние покрываются слоем амальгамы. Амальгамированные с поверхности частицы легко смачиваются ртутью и поглощаются амальгамой (или ртутью), образуя полидисперсную систему, аналогичную амальгаме золота (см. *Золото, металлургия*). Для выполнения процесса амальгамации руда измельчается в растворе, содержащем хлор (а также и некоторые вышеупомянутые соли). Измельчение доводят до величины частиц, проходящих через сито с 200 отверстиями на длине в 2,5 см. Затем к пульпе прибавляют небольшое количество соляной к-ты; пульпа после подкисления проходит по железной или никелевой поверхности, покрытой слоем цинковой амальгамы, которая удерживает драгоценный металл. При этом соляная кислота реагирует с амальгамой и образует некоторое количество ртутных и цинковых солей, к-рые переходят в раствор. После прохождения по амальгамированной поверхности твердая часть пульпы, после отделения ее от раствора отстаиванием, удаляется в отвал. Осветленный раствор проходит через элект-

Схема амальгамации руд благородных металлов.



Фиг. 1.

тролитич. ванну, в к-рой часть цинка и ртути отлагается на катоде. Хлор, освобожденный электролитич. путем, переходит в раствор и с ним поступает в мельницу для измельчения дальнейших количеств руды в качестве активатора. Амальгаму периодически снимают с амальгамированной поверхности и выпаривают, чтобы отогнать цинк и ртуть, к-рые м. б. в дальнейшем утилизированы. Процесс схематически представлен на фиг. 1. В случае сперрилита ($PtAs_2$), в к-ром П. содержится в виде химич. соединения, такая обработка производит изменение незначительного поверхностного слоя зерен (отчего они переходят в амальгаму), вся же остальная масса зерна остается неизменной.

Другой метод амальгамации П. состоит в обработке концентрата с ртутью (или лучше с цинковой амальгамой) и сернокислой медью в присутствии серной кислоты. Медь восстанавливается из раствора цинком или же-

лезом и образует слой цементной меди на поверхности металлич. частиц, к-рые затем легко увлекаются в состав амальгамы благодаря поверхностной амальгамации. На фиг. 2 представлена схема обработки платиновой руды в Трансваале (Ю. Африка) с применением амальгамации для извлечения П. и на фиг. 3—схема амальгамации концентрата.

Хлоринация платиновых руд введена в промышленную практику в Ю. Африке после открытия П. в норитах (при довольно высоком содержании ее). Указанные выше руды содержат П. в виде сперрилита, а также в виде сульфидов. Мокрым обогащением извлекали из этих руд не более $\frac{1}{5}$ платиновых металлов; амальгамация оказалась также неприменимой в виду того, что П. и другие металлы ее группы находятся в состоянии твердого раствора или в ультрамикроскопич. рассеянии в сульфидах. В результате применения флотации был получен концентрат, составляющий 5% по весу от руды и содержащий 87% П. от общего содержания ее в руде (среднее содержание в концентрате 257—342 г/т). Флотационный концентрат в дальнейшем обрабатывается путем хлоринации. Для этого производится обжиг в атмосфере хлора при $t^\circ 500-600^\circ$ в продолжение 4 часов. Слой концентрата на поду печи достигает около 10 см. Процесс извлечения П. заканчивается осаждением меди агитацией раствора с порошкообразным известняком в течение нескольких часов. Медь осаждается в виде основного карбоната, в плотной зернистой форме, причём небольшое количество металлов платиновой группы увлекается с осадком. Платина составляет ок. $\frac{1}{3}$ драгоценных металлов, осаждаемых т. о. Медный осадок содержит от 15 до 22% Си и путем плавки м. б. превращен в металл, из к-рого м. б. извлечены драгоценные металлы. Выщелоченные осадки содержат золото, к-рое вместе с небольшим количеством П. и нек-рым количеством палладия извлекается цианистыми солями. Крутая платина, к-рая не вполне подвергалась действию хлора, м. б. извлечена из остатка концентрацией (по уд. в.) или амальгамацией. Интересно отметить, что благодаря селективному действию при 87% общего извлечения драгоценных металлов хлором, м. б. извлечено приблизительно 92% самой П. В настоящее время в Ю. Африке (в Рустенбурге) выстроен и действует хлоринационный з-д (первый з-д этого рода) для обработки платиновых концентратов. Руда из рудника отправляется по узкоколейке в бункер, из к-рого при помощи ленточного питателя поступает в измельчение. На пути к измельчению руда сортируется. После измельчения она подается ленточным конвейером на концентрацию. Ф-ка обработки концентратов состоит из следующих отделений: 1) дробильного отделения, шаровых мельниц, классификаторов и вибрационных грохотов; 2) отделения для концентрации на песковых столах Джемса; 3) отделения для вторичного измельчения, где руда подвергается дальнейшему измельчению в шаровых мельницах; 4) отделения для вторичной концентрации, обработки на столах Джемса. Концентраты направляются на хлоринационный з-д, а ила—на

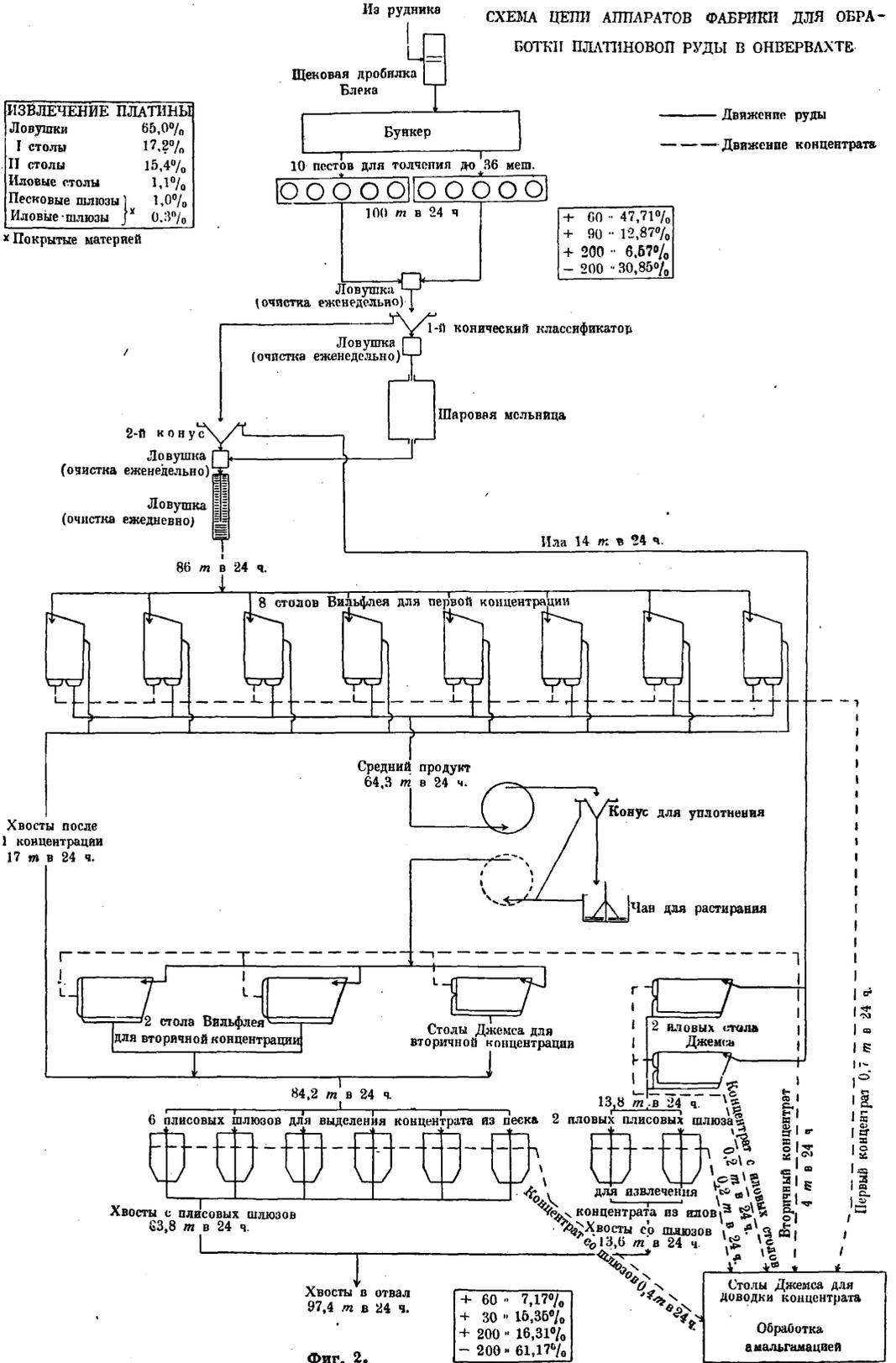
СХЕМА ЦЕПИ АППАРАТОВ ФАБРИКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЛАТИНОВОЙ РУДЫ В ОНВЕРВАХТЕ

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЛАТИНЫ

Ловушки	65,0%
I столы	17,2%
II столы	15,4%
Иловые столы	1,1%
Песковые шлюзы	1,0%
Иловые шлюзы	0,3%

* Покрытые материей

— Движение руды
 - - - Движение концентрата



Фиг. 2.

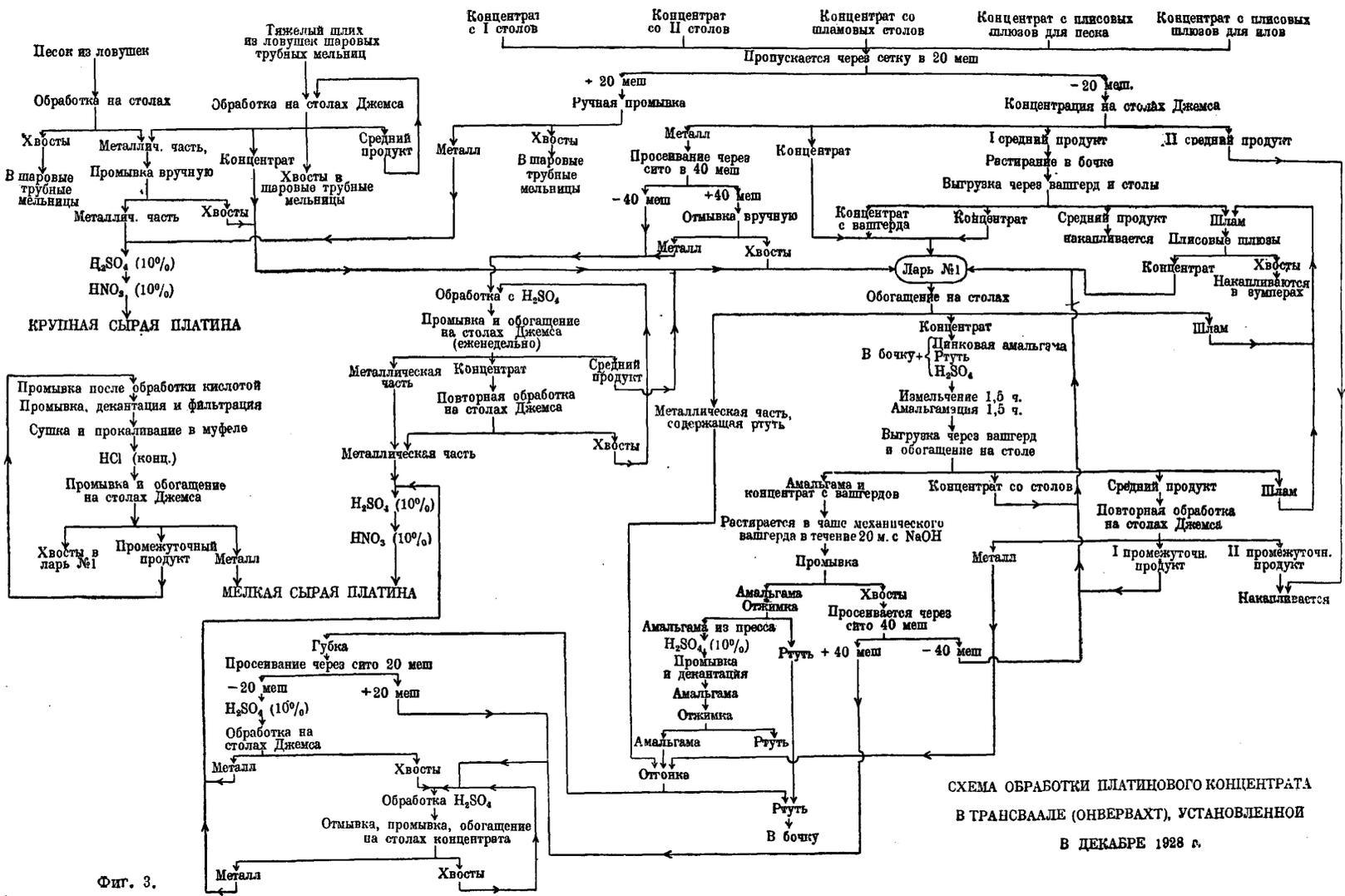


СХЕМА ОБРАБОТКИ ПЛАТИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА
 В ТРАНСВААЛЕ (ОНВЕРВАХТ), УСТАНОВЛЕННОЙ
 В ДЕКАБРЕ 1928 г.

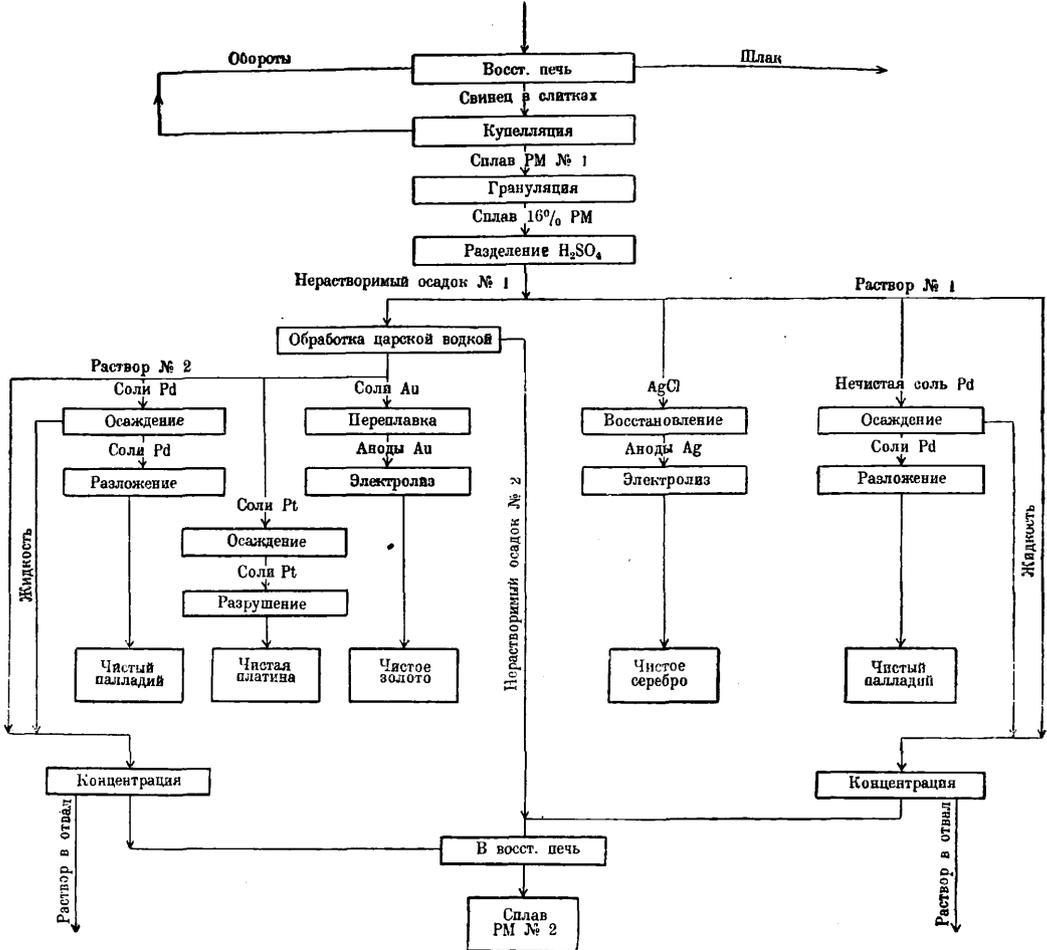
Фиг. 3.

флотационный з-д. Концентраты, содержащие 310 г т П. и ее спутников для удаления серы поступают в 4 печи для обжига. Продукт из обжиговых печей затем поступает в 4 печи для хлорирования, где он смешивается с солью и обрабатывается в токе хлора в целях получения комплексных хлористых солей натрия и платиновых металлов. Печи для хлорирования работают на генераторном газе, а обжиговые печи на угле. Продукт, полученный из печей для хлорирования, выщелачивается слабым раствором со-

и серебром встречаются в медных и полиметаллических рудах. В случае плавки медных или медно-никелевых руд конечный продукт плавки, представляющий черновую медь или медно-никелевый сплав, содержит благородные металлы; эти продукты плавки затем подвергают электролитическому рафинированию. По этому способу обрабатываются никелево-медные руды Седбери (Канада). Руда подвергается плавке на медно-никелевый штейн в шахтных печах. Штейн, представляющий сплав сульфидов меди, никеля и железа,

СХЕМА РАФИНИРОВОЧНОГО ЗАВОДА В АКТОНЕ

Концентраты Кляда 4% плат. мет. 16% серебра



Фиг. 4.

ляной к-ты, в к-рой растворяются соли меди, никеля и металлов платиновой группы. Эти металлы осаждаются из раствора след. обр.: 1) медь—известняком, 2) металлы платиновой группы—цинковой пылью, 3) никель (в случае его присутствия)—белильной известью. Эти продукты затем отсылаются на аффинажные заводы. На столе Джемса извлекают некоторые платиноиды, не поддающиеся действию хлора.

Пирометаллургические методы извлечения П. из руд. Платина и другие металлы ее группы вместе с золотом

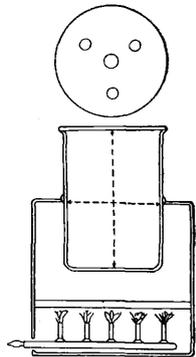
концентрирует все благородные металлы; штейн затем или обжигается и плавится в отражательной печи на богатый штейн или непосредственно подвергается бессемерованию продувкой в конвертере. Полученный медно-никелевый сплав подвергается электролизу. Кроме того в настоящее время разработан метод обработки остатков, получаемых при обработке руд из месторождения Седбери по способу Монда, при к-ром извлекается до 95% благородных металлов. Концентраты этих руд содержат следующее количество благородных металлов: 1,85% пла-

тины, 1,91% палладия, 0,39% иридия, рутения и родия, 0,56% золота, 15,42% серебра—итого 20,13%. Богатые концентраты (с содержанием 50% платиновых металлов) поступают непосредственно в мокрый цикл обработки (з-д Актон); относительно бедные концентраты с з-да Клидах подвергаются предварительному широметаллургии, обработке путем сплавки с глетом и требованию полученного веркблея по схеме, изображенной на фиг. 4 (на схеме обозначение РМ—П. металлургическая). Общее извлечение платиновых металлов на этом з-де достигает 97,5%; 2% падает на потери в шлаках восстановительной плавки, отправляемых обратно в Клидах. Потери (невозвратимые)—не более 0,5%. Себестоимость низкая. Расходы по аффинированию в Актоне не более 161 руб. на 1 кг платиновых металлов.

Аффинаж платины и ее спутников. Большая часть неочищенной П., поступающей в настоящее время на аффинажные заводы, представляет шлиховую П., получаемую в результате промывки на приисках платиносодержащих песков. Из этого весьма обогащенного концентрата обычно на месте добычи путем простой амальгамации выделяют золото. Сырая, или шлиховая, П., направляемая на аффинажный з-д, содержит металлы платиновой группы (палладий, иридий, родий, рутений и осмий) и неблагородные металлы (железо, медь, никель и др.) в широко изменяющихся соотношениях, зависящих от месторождения и от методов извлечения металла. Часто в шлиховой платине можно заметить два рода зерен, резко отличающихся по внешнему виду: 1) тусклые зерна, состоящие из сырой П., которая содержит 5—10 и больше процентов других металлов платиновой группы; 2) блестящие зерна, состоящие гл. обр. из осмистого иридия. Платиновые зерна быстро поддаются действию царской водки, в то время как осмистый иридий остается нерастворенным. В виду того что промышленность преимущественно интересуется самой П., а во вторую очередь—ее спутниками, выделение П. в чистом виде составляет главную задачу работы аффинажных з-дов. Аффинаж сырой платины на современных заводах начинается растворением ее в царской водке. Металлы платиновой группы, перешедшие в раствор, последовательно высаживаются из него. Нерастворившийся остаток (первые остатки) сплавляют с цинком, отгоняют последний и после этого полученную губку растворяют в царской водке. Из полученного раствора осаждают платиновые металлы. Для осаждения П. (в виде хлороплатината аммония) из первого раствора в большинстве случаев применяют хлористый аммоний. Осадок хлороплатината прокалывают до разложения его и образования губчатой платины, к-рую прессуют и плавят в печах особой конструкции или в электрич. печах высокой частоты. После этого производится последовательное осаждение других металлов: иридия—в виде хлороиридата аммония, а других—путем восстановления фильтрата железом и цинком. При этом получают вторые остатки, или первую чернь, поступающие в

обработку для разделения содержащихся в них металлов. В основном процессе аффинажа П. распадается на след. 11 стадий.

1. Обработка сырой П. царской водкой при нагревании и отделение нерастворимого осмистого иридия и песка, состоящего из различных нерастворимых минеральных зерен. Перед этим несколько возможно отделяют золото (горячей ртутью) и хромистый железняк (промывкой), обычно встречающийся в уральских месторождениях. Для растворения подготовленной т. о. шлиховой П. применяют смесь из трех объемов соляной к-ты (в 20°Вé) и одного объема азотной к-ты (в 35°Вé). На 1 кг П. расходуется ок. 4 л царской водки. Растворение производится при $t^{\circ} = 80^{\circ}$. Один из распространенных аппаратов для растворения П. состоит из цилиндрич. фарфоровых сосудов с пришлифованными крышками (емкостью около 30 л). Крышки имеют 3 отверстия: 1) для всыпания П., 2) для вливания к-ты и 3) для отвода газов, выделяющихся при растворении. Аппарат другой конструкции представлен на фиг. 5. Он имеет в фарфоровой пришлифованной крышке четыре тубуса: 1) для мешалки, 2) для выхода газов, 3) для термометра, 4) для вливания к-т. Растворение в этих аппаратах производится в вытяжном шкафу при хорошей тяге. Аппараты первого типа вмещают около 3 кг сырой П., второго—около 5—6 кг. В одном аппарате производят раза 2—3 последовательное растворение (одно растворение продолжается от 12 час. до суток). Полученные после растворения растворы собирают в полусферические фарфоровые чашки (на 8—9 л) и выпаривают при частом помешивании на голом огне или на песчаной бане. После этого выпаривают с прибавлением чистой соляной кислоты для перевода всех солей в хлористые и для удаления всех азотистых соединений. Под конец выпаривания t° должна достигать 140°, т. к. в противном случае иридий может не восстановиться. Если остались азотистые вещества и не восстановился иридий, то возможно осаждение значительного количества его вместе с П.



Фиг. 5.

После обработки горячей водой содержащего чашки раствор сливают в особый керамиковый сосуд, в котором выделяется незначительный осадок, состоящий из золота и небольшого количества хлористой платины. Для более полного отделения П. от других металлов при последующем осаждении (особенно от иридия) рекомендуется предварительное продолжительное выпаривание с серной к-той (50%), которое производится непосредственно после растворения П. в царской водке (доведя t° при выпаривании до 170°). При этом спутники П. (и частично она сама) переходят в соединения, из к-рых они не осаждаются хлористым аммонием.

II. Осаждение П. в виде хлороплатината аммония. Из полученного раствора после некоторого разбавления его (до 30° Вё) осаждают П., приливая для этого раствор хлористого аммония (10° Вё) в количестве 2 л на 1 л обрабатываемого раствора. Осаждение П. продолжается до 4 час. При более продолжительном стоянии осаждается часть иридия. После этого декантируют раствор и осадок промывают раствором нашатыря. Фильтрацию осадка производят или в холщевых мешках под давлением или на керамических фильтрах с отсасыванием. Промытый осадок высушивают и прокаливают в кварцевых тиглях в печах при t° около 800° в восстановительной атмосфере (в течение около 8 час.). О чистоте полученной платины судят путем одного из следующих испытаний: 1) по цвету осадка хлороплатината, 2) по величине теплотока при определенной t° возбуджаемого термопарой, одна из проволок к-рой сделана из испытуемой П., и 3) спектрографически. После первого осаждения удается получить платину, достигающую чистоты 99,8%. Кроме указанного метода П. можно осажждать шавелевой к-той или аммиаком (по способу Черняева) в виде соли Пейроне (PtCl₂ · 2NH₃).

III. Осаждение иридия в виде хлороиридата аммония. При более продолжительном стоянии маточного раствора после осаждения П. осаждается хлороиридат аммония и нек-рая часть оставшейся в растворе П. (также в виде хлороплатината). Для более полного осаждения хлороиридата (особенно в случае предварительного выпаривания с серной к-той) следует сконцентрировать раствор и окислить соли иридия до хлороиридата путем прибавления соляной к-ты. После прокаливания полученного осадка получают губку, содержащую смесь иридия с некоторым количеством П. Для отделения П. губку обрабатывают разбавленной (1 : 3) царской водкой, причем платина переходит в раствор, из которого ее осаждают по указанному выше методу.

IV. Обработка вторых осадков (чернь). Раствор после осаждения П. и иридия подвергается дальнейшей обработке для осаждения из него остальных металлов. Раньше на аффинажных з-дах такую обработку раствора производили непосредственно после осаждения П., но в настоящее время ей предшествует описанный процесс (III) осаждения хлороиридата. Для осаждения применяется полосовое мягкое железо. Иногда его заменяют цинком (ускорение реакции) или после осаждения железом производят осаждение цинком. К раствору, подлежащему осаждению, прибавляют серной кислоты. По окончании осаждения (о чем узнают по испытанию раствора действием на него цинка в кислотном растворе) отфильтровывают выделившийся черный осадок на фильтре с отсасыванием, промывают горячей водой, высушивают, прокаливают и после этого обрабатывают разбавленной (1 : 3) серной кислотой для удаления меди.

V. Полученный осадок, т. наз. о ч и щ е н н у ю ч е р н ь, обрабатывают царской водкой, разбавленной водой в отношении 1 : 3. При

этом получают: 1) раствор, содержащий палладий, часть П., не осажденной хлористым аммонием, следы иридия и родия, перешедших в раствор при обработке разбавленной царской водкой; 2) н е р а с т в о р и м у ю ч е р н ь, к-рая содержит родий и иридий. Чернь отделяют фильтрованием через бумагу и промывают горячей водой. В случае высокой t° при выпаривании П. частично переходит в низшую степень окисления, что связано с выделением ее в осадок при описанной обработке. То же происходит, если в растворе остались хотя бы следы азотистых соединений.

VI. Извлечение палладия и остатка платины из раствора. Для этого после осаждения из раствора (V) хлористым аммонием следов П., родия и иридия осаждают мягким железом палладий в виде черного порошка, который подвергается затем очистке; металл поступает в продажу в виде губчатого палладия.

VII. Получение иридия и родия. Нерастворимую чернь (V) после обработки разбавленной царской водкой сплавляют с перекисью бария. Полученный сплав обрабатывают смесью 15 ч. соляной и 2 ч. азотной кислоты. Если масса растворится не полностью, то остаток еще раз сплавляют с перекисью бария. Полученный раствор выпаривают и обрабатывают горячей водой, подкисленной царской водкой (на 15 ч. HCl 2 ч. HNO₃). Нерастворившуюся кремнекислоту отфильтровывают. Раствор с промывными водами упаривают, и барий выделяют из раствора серной кислотой. Из раствора при нагревании выделяют иридий в виде хлороиридата аммония прибавлением хлористого аммония. Раствор подкисляют серной к-той и осаждают из него родий путем восстановления металлик. железом.

VIII. Обработка осмистого иридия. Нерастворимый осадок (I) осмистого иридия, оставшийся после первой обработки царской водкой, сплавляют с цинком, чтобы сделать возможным дальнейшее разложение его. Цинк удаляют путем отгонки в тигле. Для этого в крышке графитового тигля проделывают небольшое отверстие для выхода паров цинка. Полученную так. образом губку, легко растирающуюся в порошок, раньше обрабатывали царской водкой и раствор после этого выпаривали. В настоящее время этот процесс обработки царской водкой заменен другим, состоящим в прокаливании губки с перекисью бария. После этого полученную массу выщелачивают водой для удаления избытка перекиси бария и бариевого силиката.

IX. Отделение осмия от иридия. Полученную т. о. черную массу (VIII) подвергают обработке в дистилляционном аппарате, в к-ром отгоняют с паром осмиевую к-ту, полученную в результате предыдущего (VIII) процесса окисления. Отгонка продолжается в продолжение 5—6 часов. В течение дня перегонный аппарат обрабатывает 20 кг окисленного продукта, что соответствует 7—8 кг сырого осмистого иридия. Отгонанную кислоту собирают в приемниках и восстанавливают до металла путем прокаливания в графитовом тигле.

Х. Дальнейшая обработка осмия производится двумя способами. По первому—содержимое приемников дистилляционного аппарата (IX) переводят в фарфоровую чашку, приливают в нее аммиака для перевода осмия в амид путем подогривания в течение $1\frac{1}{2}$ часов. После этого отфильтровывают осадок и прокачивают его в графитовой тигле. Этот способ вреден для здоровья из-за выделения ядовитых паров. Менее опасным является перевод содержащего приемников в раствор сернистого натрия, причем осаждается сернистое соединение осмия. Из него получают металлический осмий путем последовательного отфильтровывания, промывания и прокачивания.

XI. Отделение иридия от рутения. Из раствора, содержащего иридий и рутений, последние осаждают хлористым аммонием. Полученную губку прокачивают. Ранее эти металлы не отделяли один от другого. В настоящее время на аффинажных заводах ставится их разделение. Этого достигают плавкой в закрытом серебряном тигле с едким кали и селитрой. При этом рутений окисляется до рутениевокислого калия и выщелачивается водой. Нерастворившийся металл, иридий подвергают дополнительной обработке для удаления загрязняющего его рутения. Рутений восстанавливают из раствора цинком. По другому методу разделение достигается после сплавления металлов с едким кали и селитрой путем отгонки рутения с хлором. Если требуется, чтобы металлы были весьма чисты, то полученный металл подвергают дальнейшей очистке. В большинстве случаев для этого прибегают к повторному осаждению до получения металла требуемой чистоты.

Плавка П. Раньше губчатую П., получаемую в процессе аффинажа, увлажняли и прессовали в стальных формах, прокачивая при нагревании. Расплавление П. в настоящее время производится в печах с кислородно-водородным пламенем (фиг. 6). Печь делается из двух кусков негашеной извести или другого огнеупорного материала, получаемого обжогом известкового камня или магнезита, скрепленных железным кожухом. В верхнем имеется отверстие для горелки. В нижнем—находится углубление для расплавления П., имеющее желобок для отливки металла. Вместо водорода в промышленной практике иногда употребляют светильный газ или окись углерода. Для расплавления количеств больших 1 500 г употребляются 2 горелки. Кислород подается под давлением (из бомбы). В качестве материала для приготовления печи пользуются известью, получаемой из известняка или доломита; также пользуются и другими огнеупорными материалами (напр. магнезитом). Кроме расплавления П. одновременно происходит процесс ее рафинирования, так как сырая П. часто содержит осмий и кремний; осмий окисляется в осмиевую к-ту и выделяется; кремний с известью дает силикат

(в виде королька), к-рый затем всасывается стенками печи. Для расплавления 1 кг платины требуется ок. 60—70 л кислорода при давлении 12—15 мм ртутн. столба.

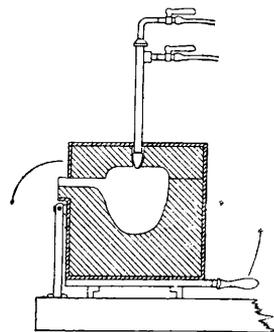
Отливку производят в формы, к-рые м. б. сделаны из туфа, извести или железа (окисленного с поверхности и смазанного графитом). За последние годы сильно развилась плавка платины в электрических печах. Одной из наиболее распространенных является индукционная печь высокой частоты «Аякс-Норсрен» фирмы Ajax-Wyatt Electric Furnace Co. Огнеупорным материалом для этих печей служит окись тория, окись циркония; менее удовлетворительные результаты дали тигли из извести и магнезии.

Платиновые металлы, или спутники П. Они представляют группу следующих металлов: палладий, иридий, родий, рутений и осмий. Они имеют ряд общих физических и химических свойств, а также объединяются своим положением в периодической системе элементов. Их главнейшие общие свойства—сходство в цвете, высокая $t^{\circ}_{пл.}$ и большой удельный вес. Кроме того все они за исключением палладия трудно поддаются растворению. По внешнему виду они серебристо-белые с металлическим блеском и сохраняют блеск в сухом воздухе. В следующей таблице указаны физические свойства металлов этой группы.

Физические свойства металлов платиновой группы.

Металл	$t^{\circ}_{пл.}$	Уд. в.	Оттенок	Твердость	
				по Бриггелю	по Эрнстеву в мм
Платина . . .	1 770	21,5	Серебряно-белый	47	12,2
Палладий . . .	1 550	11,3	»	49	12,0
Иридий . . .	2 350	22,4	Средний между серебром и оловом, слегка сероватый	172	—
Родий	1 950	11,5	Бледноглубой (похож на алюминий)	139	—
Рутений . . .	2 450	12,0	Очень похож на платину	220	—
Осмий	$\left. \begin{matrix} 2 500 \\ 2 700 \end{matrix} \right\}$	23,0	Оловянно-белый с серо-голубым оттенком	—	—

Металлы в виде фабрикатов или полуфабрикатов очень трудно отличить по внешнему виду, и в большинстве случаев для этого необходимо произвести химический анализ. В практике чаще других встречается П. и палладий. Их нетрудно различить при помощи капли царской водки. В то время как на холоду она слабо действует на П. и не оставляет на ее поверхности никаких следов, палладий легко поддается растворению царской водкой и на поверхности его образуется коричневое окрашивание. По уд. в. платиновые металлы распадаются на 2 группы: 1) тяжелые металлы осмиевой группы (П.,



Фиг. 6.

иридий, осмий) и легкие металлы рутениевой группы (палладий, родий и рутений). Надо заметить, что уд. в. их изменяется в зависимости от условий их обработки (уд. в. литой П.—21,5, прокаленной проволоки—21,43, подвергнутой механической обработке—21,39). Осмий представляет вещество с наибольшим уд. весом. Платиновые металлы весьма стойки и не поддаются действию воздуха или кислорода, и это обуславливает их высокую промышленную ценность. При весьма высоких t° они также не поддаются действию кислорода за исключением осмия, который сгорает в четырехокись. Из числа других палладий и рутений окисляются с поверхности при нагревании. За исключением осмия (окисляющегося и улетучивающегося при плавлении) они без особых затруднений плавятся в пламени гремучего газа или в электрич. печи (например в печи высокой частоты). П. и палладий в расплавленном состоянии поглощают кислород; при затвердевании происходит разбрызгивание. П. и палладий обладают значительной ковкостью и тягучестью; хорошо прокатываются в виде тонких листов и протягиваются в виде тонкой проволоки, поддаются штамповке. Палладий обладает этими свойствами в меньшей степени, чем П.; при белом калении оба они свариваются; при механической обработке твердеют; при отжиге приобретают большую мягкость. Темп-ра отжига чистой П.— 650° (для торговых сортов ее— 1000° в течение 10 минут), палладия—темп-ра красного каления. Другие металлы этой группы хрупки; иридий и родий обладают нек-рой ковкостью при накаливании докрасна. Все металлы платиновой группы трудно поддаются действию кислот и других реагентов (за исключением палладия, растворяющегося в горячей азотной к-те). П. имеет низкую электропроводность. Коэф. расширения весьма низок и близок к коэф. расширения стекла. Царская водка слабо действует на рутений и не действует на родий и иридий. Последние металлы (Rh и Ir) растворяются после сплавления с кислотом серноокислым калием. П. и нек-рые другие металлы после сплавления со значительным количеством серебра переходят в раствор при обработке этого сплава азотной к-той. После сплавления с цинком и растворения избытка цинка в соляной кислоте П., рутений и родий дают взрывчатые порошки. Вышеуказанное свойство—растворять кислород—возможно стоит в связи со способностью адсорбировать кислород и благодаря этому производить каталитич. действие при различных химич. процессах (см. *Катализ*). П. и палладий в тонкоизмельченном состоянии широко применяются в качестве катализаторов. Многие соли этих металлов имеют довольно значительное промышленное применение.

Лит.: По металлургии и аффинажу платины. Дюпарк Л., *Обработка сырой шихтовой платины и металлургия платины*, пер. с франц., «Известия Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1927, вып. 5, стр. 322; Брок М., Сен-Клер-Девиль Г. и Стас, *Получение платины и иридия в химически чистом состоянии*, пер. с франц., там же, стр. 304; Соболевский И. П., *Об очищения и обработке сырой платины*, там же, вып. 5, стр. 206; Клаус К., *Химич. исследо-*

вание остатков уральской платиновой руды и металла рутения

, там же, стр. 226, и в «Liebig's Annalen», Лpz.—Heidelberg, 1858, В. 107, p. 143; Ковальков И., Описание способа обработки сырой платины, платиновых обрезков и опилок, введенного на СПБ монетном дворе в 1844 г., «Известия Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1927, вып. 5, стр. 219; Багровский Н. Н., Перспективы развития аффинажа благородных металлов, «Серп и молот», Свердловск, 1920, 6, 7; Одинов Д. Я., Технохимия платины, «Горное дело», М., 1920, 2—3 и 6; Лебединский В. В. и Хлопин В. Г., Выделение чистой платины из платиновой руды, «Известия Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1926, вып. 4, стр. 317; Жемчужный С. Ф., Получение чистой платины и ее свойства, Л., 1916; Милиус Ф. и Мачукелл А., Об анализе платины, «Известия Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1926, вып. 4, стр. 412; Черняев И. И., там же, 1928, вып. 8, стр. 192; Платинский И. Н., Металлургия золота, гидрометаллургия и аффинаж серебра и платины, ч. 1 и 2, М., 1930; Звягинцев О. Е., К столетию русской платины, «Известия Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1927, выпуск 5, стр. 5; Фрицман Э. Х., Историч. очерк платинового дела в России, там же, стр. 23; Шурыгин М. Ф., Платина на мировом рынке, «Цветные металлы», М., 1930, 1; Платинский И. Н., Извлечение платины хлоридной, «МС», 1929, 12, стр. 1615; е го же, Новый процесс амальгамации платиновых и золотых руд, «Цветные металлы», М., 1930, 5; е го же, Платиновая промышленность в Трансваале, там же, 7; е го же, Теория амальгамации золотых, серебряных и платиновых руд (печатается); Висопкин Н. К., Платина и районы ее добычи, ч. 4, П., 1923; Захаров В., Добыча платины из медно-никелевых руд Селберга, «Цветные металлы», 1930, 10, стр. 1439; Duparc L. et Tikhonovitch, *Le platine et les gites platiniferes de l'Oural et du Monde*, Genève—Sonar, 1920; Smith E. A., *The Platinum Metals*, L., 1925; Volsin J., *Les metaux precieux*, P., 1921; Ulm. Enz., B. 9; Wagner P., *The Platinum Deposits of a Mines of South Africa*, L., 1929; Münzer G., *Das Platin*, Lpz., 1929; *Platinum Bibliography*, «U. S. Bureau of Mines Techn. Pap.», Wash., 1919, 270; *Platinum in Black Sands of Oregon and Northern California*, *ibid.*, 196; *Heikes V. C., Platinum a. Allied Metals in 1928*, *ibid.*, 1929; *Platinum Recovery from Jewelers Wastes*, *ibid.*, 270; *Prentice T. K. a. Murdoch P., The Recovery of Platinum from Dunite Rock at Onverwacht Transvaal*, «The Journ. of the Chem., Metal. a. Min. Soc. of South Africa», Johannesburg, 1929, v. 29, 7, p. 157.

И. Платинский.

ПЛАТИНИРОВАНИЕ, процесс покрытия внешней или внутренней поверхности различных материалов платиной, слой к-рой, обычно тонкий, служит для сообщения поверхности тела стойкости в отношении t° , окисления, к-т и различных других химических деятелей, для сообщения нерастворимости в ртути, для получения определенных значений перенапряжения при электролизе, для повышения адсорбционных и каталитических свойств поверхности и наконец для сообщения поверхности определенных оптических свойств. Процесс П. сравнительно редко описывается, т. к. гальванотехники, получившие хорошие результаты, старались сохранить свои приемы в тайне. В зависимости от строения слоя осажденной платины следует различать: П. как покрытие блестящим белым слоем платины, П. как покрытие серым слоем и П. как покрытие черно-матовым слоем—платиновой чернью. По способу покрытия различают П.: гальваностегическое, замаскированно-гальваностегическое и контактное, т. е. чисто химическое, причем все способы П. могут быть далее подразделяемы на более частные, в соответствии с химическим составом той среды, из которой осаждается платина. Контактные способы делаются на холодные (мокрые) и горячие. Наконец П. может различаться по роду той поверхности, на к-рую платина наносится,

т.е. более, что в нек-рых случаях требуется специальная подготовка этой поверхности. Наиболее прочно держится платина на поверхности меди, латуни и других медных сплавов, тогда как приставание платины непосредственно к железу, цинку, олову и свинцу—довольно слабое.

Гальваностегическое П. Подготовка поверхности металлич. предметов, подлежащих П., состоит в обычном для подобных процессов обезжирении и очистке (см. *Гальванотехника*). Для получения блестящего слоя предметы шлифуются на войлочном круге трепелом, полируются крокусом, промываются водным аммиаком и обезжириваются поташом. Рекомендуется предварительное покрытие поверхности очень тонким слоем золота, к-рый допускает далее большую плотность тока. Платина хорошо ложится также на слой меди, и потому изделия перед П. нередко омедняют. Однако необходимо иметь в виду, что уже при 350° образуется платиново-медный сплав, отскакивающий при дальнейшем нагревании от поверхности металла (напр. железа); поэтому в тех случаях, где платинированный предмет должен подвергаться нагреву, напр. до 1 000°, нанесение промежуточного слоя меди недопустимо. При электролизе платиновый анод не подвергается растворению в электролите и потому в виду дороговизны платиновых электродов предложены различные заменители их. П. Николардо и Ж. Буде (1919 г.) для этой цели применяли сплав из 92% золота, 5% серебра, 3% меди. Катоды из подобного сплава могут применяться без защитного слоя, тогда как для анодов поверхность его должна получить дополнительную защиту от действия к-ты в виде тонкой пленки электролитически наложенной платины. Подобная пленка не особенно стойка в отношении кислот, но самый сплав выдерживает действие серной к-ты и кислорода. Те же авторы предложили в качестве электродов отполированные и слабо платинированные листы из сплава: 90% золота и 10% меди. Для электролитич. платиновой ванны применяется как исходный материал несколько соединений платины, а именно: краснобурые кристаллы четыреххлористой платины, хлорной платины, химически представляющей платинохлористоводородную кислоту, H_2PtCl_6 (в водном растворе дающую соединение H_2PtCl_4O) и хлороплатинаты: калиевая соль той же кислоты—хлороплатинат калия K_2PtCl_6 и аммониевая соль той же кислоты—хлороплатинат аммония $(NH_4)_2PtCl_6$ и другие; хлороплатинаты калия и аммония представляют вещества желтого цвета, трудно растворимые в воде.

Платиновые ванны: 1) П. блестящим слоем. 39 г чистой хлорной платины растворяют в 218 г воды. Затем растворяют 54,2 г фосфорнокислого аммония в 218 г воды, вливают этот раствор в первый, не обращая внимания на образующийся осадок. Отдельно готовится раствор из 103,7 г фосфорнокислого натрия в 325,4 г воды, который нагревают до кипения и в кипящем состоянии вливают при сильном размешивании в смесь первых растворов. Затем смесь продолжают кипятить до полной прозрачности, исчезновения запаха аммиака и щелочной реакции (по лакмусовой бумаге). После охлаждения ванна фильтруется. Она греет значительной и постоянной плотности тока и широкого анода. Осадок платины получается блестя-

щий и желаемой толщины. 2) П. медных и латунных изделий: 100 г. одного кали, растворенного в воде, добавляется к водному раствору хлорной платины, полученному из 100 частей металла. Платины; образовавшиеся мелкие желтые кристаллы хлороплатината калия нагревают с 20 ч. щавелевой кислоты в фарфоровой ложечке и затем растворяют в воде; по растворению добавляют 300 г (и более) одного кали. Если время от времени осаждаемый электролитически из этой ванны осадок платины полировать известью и затем снова вести осаждение, то платиновая пленка м. б. доведена до любой толщины (Еврейнов). 3) В 1000 см³ воды растворяют 510 г соды и 150 г лимонной к-ты. В горячий раствор вводится хлороплатинат аммония, полученный осаждением из 37 г хлорной платины. Эта ванна служит для электролиза, будучи нагрета до 80°. 4) П. изделий из меди, латуни и нейзильбера. К раствору хлорной платины добавляется сода, пока не перестанет выделяться углекислота, а затем в нек-ром количестве глюкоза (Stärkezucker) и хлористый натрий в таком количестве, чтобы поверхность выделяющейся платины была не черновой, а чисто белой. 5) В 100 см³ воды растворяют 2 г хлороплатината калия и 10 г лимонной к-ты. П. подвергается поверхность предварительно позолоченная. Электролиз ведется при очень большой плотности тока. С возникновением свободной щелочи на катоде следует бороться добавлением в ванну время от времени соляной к-ты. 6) В 500 и 10% натровой щелочи растворяют 25 г платиновой кислоты; затем, если выпадает осадок, добавляется еще щелочи, а также и воды до 2 л. Для удачного получения толстых осадков платины рекомендуется прибавление в небольшое количество органических к-т. Ванна применяется при 1° 38°, с платиновыми или угольными анодами, при напряжении 2 В. Плотность тока д. б. такова, чтобы на аноде происходило сильное выделение кислорода, а на катоде—заметное выделение водорода. Платинируемая поверхность предварительно полируется, а до полировки покрывается медью в горячей цианистой ванне. 7) В качестве электролитической среды для платины предложена ванна, к-рая в объеме 4000 см³ содержит 100 г щавелевой к-ты; ванна применяется при 1° не выше 65° и все время должна содержать нерастворенную соль; или, в 4000 см³ ванны должно содержаться 200 г фосфорной к-ты уд. веса 1,7; 1° такой ванны д. б. не выше 38° (W. H. Wahl). 8) В 1000 см³ воды растворяют 3 г хлористой платины, 20 г фосфорнокислого натрия, 10 г углекислого натрия, 10 г нашатыря и 40 г буры; эти составные части вводят медленно и с промежуточными кипячениями электролита по 5 мин., причем испаряющаяся вода д. б. восполняется. Для П. отчищенные, отполированные и ополоснутые предметы предварительно погружаются на мгновение в смесь из 227 г раствора листового золота (Feingold), 7 г цианистого калия и 1100 см³ воды. При П. как предметы, так и платиновые аноды должны находиться в движении. 9) Ванна получается следующим 3 раствором: а) 100 г фосфорнокислого натрия и 50 г пирофосфорнокислого натрия в 250 см³ воды, б) 20 г сухой хлористой платины в 100 см³ воды, в) 20 г фосфорнокислого аммония в 300 см³ воды (Р. Беттгер). 10) В 1000 см³ ванна содержит 4 г хлорной платины, 20 г фосфорнокислого аммония, 90 г фосфорнокислого натрия и 5 г хлористой натрия; применяется в кипящем виде и при напряжении 6—8 В. Платинируемый предмет швевелится между двумя не слишком малыми анодами. Пленка получается чисто белой (Г. Николлаус). 11) Поверхность меди или железа платинируется из раствора хлороплатината аммония и азотнокислого натрия, но посредством переменного тока. 12) П. никеля с промежуточным платиноникелевым слоем позволяет не только экономить на платине, но и благоприятствует жаростойкости подобных изделий, напр. проволоки, поскольку ослаблена возможность диффузии платины во внутренний объем никеля и коэф. теплового расширения не претерпевает резкого скачка. Ванна для этого процесса составляет след. обр.: сначала готовят 2 раствора: а) из 25 г хлористой платины в 500 см³ воды и б) из 100 г фосфорнокислого аммония в 500 см³ воды. При смешивании этих растворов получают осадок, который переносится в раствор из 500 г фосфорнокислого натрия в 1000 см³ воды. Затем в этот раствор добавляется 4000 г раствора закисного фосфорнокислого никеля в пирофосфорнокислом натрии, из расчета на содержание 5 г никеля на каждые 1000 см³ воды. Ванну кипятят, восполняя испарившуюся воду, пока электролит не станет слабо кислым. Для платиноникелирования в этой ванне поверхность никелевого изделия освобождается от жира и окислов. После наложения гальваностегич. пленки изделие прокаливается в струе водорода примерно при 1000°, повторно отчищается, обезжиривается, покрывается в чисто платиновой ванне тонкой пленкой чистой платины и наконец снова прокали-

ается в струе водорода при 1000°. Эта прокатка повторяется 3—5 раз до тех пор пока изделие уже более не будет окисляться при прокалке на воздухе. Для большей постепенности перехода от никеля к платине предложено накладывать 4 последовательных слоя с разным содержанием никеля (первый слой 25% Pt и 75% Ni, второй слой 50% Pt и 50% Ni, третий слой 75% Pt и 25% Ni, четвертый слой—чистая Pt); перед каждым покрытием изделие должно предварительно отщипаться и прокаливаться в струе водорода при 900—1000°. Для осаждения подобных сплавов вышеприведенная рецептура ванны д. б. соответственно изменена на основании пересчета относительного содержания никеля и платины. 13) Платинирование может вестись также помощью растворов из 290 г двойной сернохлорид. никелевоаммиачной соли, 75 г сернохлоридной аммония, 20 г лимонной кислоты и 4000 см³ дистиллированной воды (причем нейтральная или слабо кислая реакция ванны регулируется водным аммиаком) и раствора из 25 г фосфата платината аммония и 500 г фосфорнокислого натрия на 4000 см³ воды. 14) Платинирование черным цветом; платиновая чернь наносится (только на платину или серебро) из ванны, получаемой смешением 8 см³ водного раствора уксуснокислого свинца (0,4 г на 200 см³ воды) с раствором 2 г хлористой платины в 52 см³ воды. Электролиз ведется в течение 10 мин. при комнатной t° и плотности тока в 30 mA/см². Если же, наоборот, требуется отчистить поверхность, то это достигается изменением направления тока. В указанной ванне платиновые аноды не подвергаются растворению, так что электродлит постепенно истощается (Луммер и Курльбаум). 15) Контактное П. Мелкие изделия кладутся в цинковый сосуд с множеством мелких отверстий. Этот сосуд опускается в нагретую примерно до 60° ванну, составленную по рецепту Веттгера (№ 2). 16) Процесс Додэ и Думениля (Doimesnil). Хлорную платину (полученную из 100 ч. металлической платины) осаждают из раствора нашатырем; осадок густо перемешивается с 30 ч. тонко измельченного борнокислого свинца или свинцового глета и некоторым количеством воды. Тщательно отчищенные изделия обмазываются этой смесью и затем подвергаются сильному нагреву в муфеле из листового железа. Поверхность платины получается белая и блестящая. Этот процесс предложен гл. обр. для П. зеркала. 17) Получение светлой пленки (стального цвета) платиновой пленки способом Додэ. Одна часть хлорной платины в твердом виде и возможно нейтральной и 10 ч. возможно чистого едкого натра растворяются порознь каждая в 50 ч. воды, и затем раствор платины льется в раствор щелочи. После полного смешения обеих растворов добавляется к смеси водный аммиак, пока жидкость не станет издавать заметный запах аммиака. В эту баню, нагретую до кипения, погружают предварительно отчищенные изделия; когда они получают белую блестящую пленку, то ополаскиваются горячей водой, просушиваются в древесных опилках и, если надо, то погружаются снова в ту же ванну. Пленка получается тонкая и неспособная сопротивляться к-там и трению. 18) Контактное П. черным цветом. Достигнуто помощью разбавленного раствора хлорной платины в соляной к-те; до изделия подрагиваются внутри жидкости кусочком цинка. 19) Металлическая поверхность. 19) Стекла. Смешивают раствор из 1 г хлористоводородной к-ты в 3 г абсолютного спирта и 10 см³ конц. раствора борной к-ты в спирту; после тщательного размешивания в смесь добавляется 20 см³ раствора венецианского терпентина в лавандовом масле, причем консистенция этого раствора должна быть густая сиропообразная. Указанная платинирующая смесь может сохраняться неопределенно долгое время. Для нанесения на стекло платиновой пленки каплю указанной жидкости распределяют по платинируемой поверхности и затем стекло нагревается на газовой или спиртовой горелке докрасна. 20) Стекла и фарфор. Вполне сухую и возможно свободную от к-ты хлорную платину растирают пестиком в фарфоровой ступке под слоем розмаринового масла, время от времени подливая свежего масла. Растирание продолжается до тех пор, пока вследствие восстановления из красной хлорной платины не получится вполне однородная черная пластическая масса, а масло приобретет желтый оттенок. После этого розмариновое масло сливается, а указанная масса разминается с пятикратным количеством лавандового масла до получения вполне однородной густой жидкости, к-рую оставляют на 1/2—1 час и затем накладывают мягкой кистью возможно однородным и самым тонким слоем на платинируемую поверхность фарфора, стекла или керамического изделия (от тонкости наложения слоя зависит блеск платиновой пленки). Затем изделия нагревают в течение нескольких минут до еле заметного краснокалийного жара либо в муфеле либо

осторожно в пламени бунзеновской горелки. В случае если требуется получить металл обратно, например с треснувших изделий, их обливают хлористоводородной кислотой и прикасаются цинковой палочкой; тогда платиновая пленка отделяется и всплывает, после чего м. б. получена на фильтре. 21) Изготовление шарообразное или дискообразное тело из керамич. массы, не впитывающее жидкости и теплостойкое, покрывается пористым керамич. слоем, который с внутренней стороны остекловывается при помощи обжига, затем это тело погружается в платиновую ванну. Носители контактной платины изготавливаются прокаткой смеси из смеси солей в таком сочетании, чтобы одна содержала нелетучее основание и летучую к-ту, а другая—наоборот, нелетучую кислоту при летучем основании, напр. углекислый магний и фосфорнокислый аммоний или фосфорнокислый аммоний (83 ч.) и гидроксид бария (315 ч.), предварительно прокатанная. Выделяющиеся при прокатке газы разрыхляют продукт и тем увеличивают платинируемую поверхность. Предлагаются в качестве носителей контактных веществ также искусственные цеолиты, морская пена, тела из тонких керамич. трубочек и т. д. Все эти пористые тела для П. пропитываются раствором хлорной платины и затем прокаливаются в струе водорода для восстановления металлической платины. Другой прием П. состоит в пропитке соединениями платины в сочетании с органическими веществами, например сахаром и в присутствии фтористоводородной к-ты; при последующей просушке и прокатке контактной массы фтористоводородная к-та укрепляет и цементирует керамич. тело. Контактные массы изготавлиются также зерненные. Для этой цели раствор соединения платины смешивается с раствором солей щелочных металлов и щелочей и солей щелочноземельных металлов; полученная при выпаривании этого раствора солевая корка измельчается в зерна, а отходы идут на новый процесс. 22) Уголь. Кусковой древесный уголь кипятится в течение 10—15 мин. в растворе хлористой платины, а затем прокаливается в платиновом тигле до красного каления. Этот платинированный уголь по виду не отличается от обыкновенного, но обладает большой каталитич. способностью (напр. превращает винный спирт в уксус и т. п.).

Лит.: Г. П. 201664, 201665, 201666, 119279, 131871, 317979, 225705, 102244; Ам. П. 811759; W a h l W. H., «Z. ang. Chem.», Lpz., 1890; R o s e l e u r u. L a v a u x, «Chemisches Zentralblatt», Hamburg—Lpz., 1878, Folge 3, B. 10, p. 523; R o s e l e u r u. L a v a u x, «Polyt. Notitzblatt», Lpz., 1855, p. 56; N i c o l a u s G., «ETZ», 1900, p. 193; B ö t t g e r R., «Kunst- u. Gewerbe-Blatt», Mch., 1868, p. 303; Bayerisches Industrie- u. Gewerbeblatt, Mch., 1917, p. 175; S t o c k m e i e r, Galvano-technik, Ullm. Enz., B. 5; E m e l e y W. E., Measurement of Plasticity of Mortars a. Plastics, «Technolog. Papers of the Bureau of Standards», Wash., 1920, 169; H a l l F. P., Methods of Measuring the Plasticity of Clay, ibid., 234; A u l t m a n a. North, «I. Eng. Chem.», 1922 u. «Le caoutchouc et la gutta-percha», P., 1923, t. 20, 17, p. 808; S a l m a n g H., Die Bildsamkeit d. Tone, Vortrag auf d. 89. Versammlung, deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, Düsseldorf, 1926; H e y n u. B a u e r, Überspannungen in kaltgerecteten Metallen, «Internationale Ztschr. f. d. Metallographie», Berlin, 1911, B. 1, p. 16; H e y n E., «Metall u. Erz», Halle a/S., 1918, p. 411; M a s s i n g G., Zur Heyn'schen Theorie d. Verfestigung d. Metalle durch verbogenelastische Spannungen, «Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern», B., 1923, B. 3, H. 1, p. 231—239. П. Флоренский.

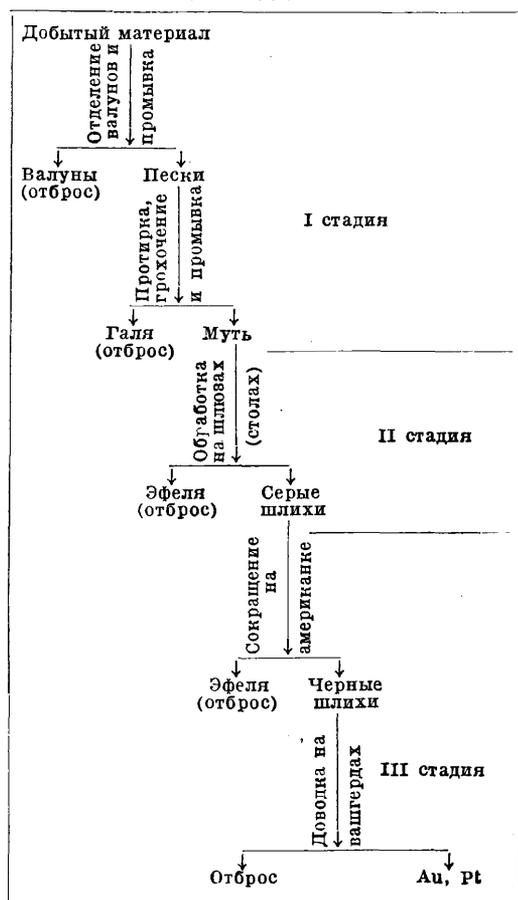
ПЛАТИНИТ, никележелезистый сплав (40% никеля, 60% железа); применяется вместо платины в виду ее дороговизны для вводных проводов при производстве ламп накаливания, см. *Лампы электрические*.

ПЛАТИНОВЫЕ РУДЫ. Платина в природе встречается гл. обр. в самородном виде, существует лишь несколько естественных соединений ее с другими элементами: думьшьяковитовая платина (PtAs₂)—минерал сперрилит; незначительное количество платины содержит минерал лаурит (Ru₂S₃). Платина встречается в виде мельчайших включений, обычно в зернах и чешуйках, редко в кристаллах. Зерна платины содержат небольшие примеси золота, серебра, хрома, меди, железа, палладия, иридия, осмия, рутения, родия.

Образование платины относится к зоне магмы. Коренная платина представляет продукт выделения железисто-магнезиальной магмы. Такие месторождения известны почти исключительно на Урале, где связаны с перидотитами, пироксенитами и габбро, возникшими вследствие дифференциации одной общей первоначальной магмы (оливиновое габбро), в которую входили как первичная составная часть небольшие количества и платиновых металлов. Большая или меньшая платиноносность указанных пород стоит здесь в связи как с их основностью, так и с глубиной; наиболее глубокой является та разновидность чисто оливиновой породы, которая характеризуется наибольшим содержанием хромистого железняка, т. е. дуниты. Дуниты являются здесь в то же время наиболее богатыми и платиной, к-рая выкристаллизовывалась частью непосредственно среди зерен оливина нормальных дунитов, но б. ч. теснейшим образом связана с магматич. выделениями хромистого железняка, являющимися в виде хромистого дунита или в виде сплошных шлифов, неправильных жил и гнезд хромита, представляющих собой конечный продукт дифференциации и концентрации внутри дунитовой магмы. Наиболее часто однако платина находится в россыпях подобно золоту, откуда ее и добывают тем же способом, что и золото. На мелких россыпях промывка платины ведется старательским способом, а на более крупных приисках ведутся дражные работы. Ниже представлен схематически процесс промывки платиноносных песков при дражировании (см. ниже схему процесса промывки на ст. 632).

Месторождения платины в СССР на Урале являются единственными в мире по богатству. Из россыпных месторождений платины на Урале имеют наибольшее значение богатейшие россыпи, почти чисто платиновые, Н.-Тагильского, Исовского и Кыльмо-Косвинского районов; менее богатые—Сольвенский и Омутнинский (Сысертская дача). Значительно беднее россыпи по р. Вые (Исовский район), по рр. Шумихе, Каменке, Орулихе и др. (Баранчинская дача), а также в Егоршинском районе и по вост. склону Ю. Урала. Несмотря на колоссальное количество уже добытой платины, россыпи платины на Урале все еще оцениваются в значительных цифрах. Коренные месторождения платины, в дунитах, на Урале пока наиболее разведаны в Н.-Тагильском районе. Не исключена возможность нахождения новых платиновых районов на Урале (Сев. и Полярный Урал), пока еще мало исследованных. Из других месторождений платины в СССР известны два района в Сибири: по р. Вилюю и его притокам золото-платиновые россыпи и Норильское медно-никелевое месторождение на реке Енисее. Но оба эти месторождения большого практич. значения не имеют в виду трудности установки постояннодействующего предприятия. Известны небольшие количества платины еще и в других местах Союза в золотых россыпях Кузнецкого Алатау, Салаира, Витимского нагорья, левых притоков Амура, Анадырского края, Ср.

Схема процесса промывки платиновых песков.



Азии и Кавказа. Коренные месторождения платины известны в медных месторождениях Сары-Алдыра (Казахстан) и в кварцево-колчеданных жилах Кузнецкого Алатау и в Дальневосточном крае.

Из месторождений платины в других странах наибольшее значение имеют находящиеся в Колумбии, к-рая стояла на втором месте по добыче платины. Россыпи платины здесь залегают в верховьях рр. Сан-Хуан и Аtrato и в т. н. каличе—caliche, по зал. склонам Кордильер. В С. Америке, в Канаде, небольшое количество платины добывается при разработке золотых россыпей Брит. Колумбии и совсем немного платины и осмистого иридия получается из россыпей Альберты, Альгомы, Квебека и других. Очень большое значение имеет никелево-медное месторождение Седбери (шт. Онтарио), где наравне с никелем и медью добывается большое количество платины и палладия. В США получается небольшое количество платины из руд медных месторождений штатов: Уайоминг, Невада, Калифорния, Юта и др., а также получается платина из золотых россыпей Калифорнии. В Африке платиновые месторождения известны в Оранжевой республике, Натале и Капской провинции и в Трансваале (Ватербергский округ, Лиденбургский и др.). Особенное

значение имеют открытые в 1924 г. т. н. рифы Меренского, содержащие платину в основных породах знаменитого Бушвельдского комплекса. Здесь платиноносный слой тянется на огромное пространство не прерываясь, причем содержание металла остается неизменным. В Австралии и Океании платины добывается очень мало. Осмистый иридий добывается в Тасмании по р. Адам и в Новой Каледонии (Папуа). Незначительная добыча платины ведется попутно при разработке золотых россыпей в Новой Зеландии и Новом Юж. Уэльсе. В Японии добывается небольшое количество осмистого иридия. В Европе кроме СССР имеются довольно богатые россыпные месторождения платины в Испании (Cabo de Gata). Так как цена на платину стоит на очень высоком уровне, то стараются уменьшить употребление платины, применяя вместо платиновых изделий—платинированные, т. е. изделия стальные или золотые и другие, покрытые платиной.

Мировая добыча платины была почти исключительно в руках СССР и Колумбии (Америка). До войны 1914—18 гг. Россия являлась монополистом по поставке платины на мировой рынок; 95% всей платины добывалось в России и ок. 5% Колумбией; на другие страны падал ничтожный процент. Только в настоящее время Колумбия довела свою добычу до 20% мирового потребления. Возросла также добыча платины в Канаде и США, а также стала поступать платина из вновь открытых месторождений Юж. Африки.

Табл. 1.— Мировая добыча платины за 1925—27 гг. (в кг).

Страны	1925 г.	1926 г.	1927 г.
Колумбия	1 925,3	1 711	1 300
Канада	270,3	294,6	300
США	145,2	158,4	160
Юж. Африка	—	154,0	400
Другие страны	37,0	35,0	35
Всего	5 325,8	5 236,0	—

По официальным данным вывоз сырой платины из России через таможен начался с 1852 г. и стал постоянным с 1885 г., сильно возрос с 1906 г. и достиг максимальной цифры в 1910 г., когда было вывезено 518 пудов. В настоящее время платину из СССР не вывозят.

Табл. 2.— Средние цены на платиновые металлы (в долл. за г).

Металлы	1913	1922	1923	1924	1925	1926
Платина	1,44	3,14	3,75	3,82	3,83	3,64
Иридий	2,40	8,03	8,84	9,65	12,86	5,43
Осмий	—	3,21	3,54	3,44	3,50	2,5
Палладий	1,44	2,44	2,51	2,57	2,60	2,25
Рдий	—	5,31	4,6	2,75	2,8	2,48
Рутений	—	1,72	—	1,37	4,9	2,22

Лит.: Висоцкий Н. К., Месторождения платины Исковского и Н.-Тагильского районов на Урале, «Труды Геологич. к-та», вып. 62, 1913; Заварицкий А. Н., Коренные месторождения платины на Урале, «Матер. по общей и прикладной гео-

логии», Л., 1928, вып. 108; Липовский М. И., Платина и другие металлы платиновой группы, «Годовое обозрение минер. ресурсов СССР за 1926/27 г.», Л., 1928; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и с. х-ве, 2 изд., Л., 1927; Челенцев В., Платиновая группа металлов в исследованиях последних лет, «МС», 1927, 11; Черник Г., Анализ нескольких образцов сырой платины из бассейна р. Лены, «ГЖ», 1927, 11; Bahg, Die Südafrikanischen Platinovorkommen, ihre heutige u. zukünftige Bedeutung für den Weltmarkt, «Metallbörse», B., 1928, 34, 42; Dissinger A., Gestaltung und Wandlung d. Platinmarktes, «Bankwissenschaft», B., 1927, 21—23; Hill J. M., Platinum, «Eng. a. Min. Journal Press», N. Y., 1928, v. 125, 3; Hill J. M., Platinum a. Allied Metals in 1926, Mineral Resources of the U. S. in 1926, part 1, 2, Wsh., 1927; Kellner G. J., Die Platinlagerstätten der Republik Kolumbien, Südamerika, «Ztschr. f. prakt. Geol., Halle a/S.», 1928, H. 1; Kunz G. F., Platinum Mineral Industry During 1926, New York, 1927; Lennon P. O., Osmiridium Mining in Tasmania, «Mining Magazine», L., 1927, v. 37, 6; Osmiridium, Its Metallurgical a. Commercial Problems, «Min. Journ.», L., 1927, v. 159, 4819; Platinum Trust should be Reintegrated, ibid., 1928, v. 160, 4924.

ПЛАТИНЫ СОЕДИНЕНИЯ, соединения двухвалентной Pt типа PtX₂ (где X—одновалентный анион, напр. галоид), соответствующие закиси платины PtO, и соединения четырехвалентной Pt типа PtX₄, соответствующие окиси PtO₂. Соли двухвалентной Pt в растворе окрашены в темнобурый цвет, а растворы солей окиси в оранжево-желтый. Для платины характерно образование *комплексных соединений* (см.) с координационными числами 4 и 6.

Соединения двухвалентной Pt. Закись Pt в форме гидрата Pt(OH)₂ получают из хлороплатинита калия K₂PtCl₄ кипячением его с теоретич. количеством едкого натра до исчезновения щелочной реакции и последующим промыванием черного порошка Pt(OH)₂; при осторожном нагревании он теряет воду и превращается в серый порошок безводной закиси PtO, не растворимой ни в каких кислотах кроме сернистой. Pt(OH)₂ растворяется в серной и соляной к-тах. Хлористая платина, двуххлористая платина PtCl₂ получается нагреванием губчатой Pt в токе сухого хлора (при 240—280°) или из растворов PtCl₄ (или H₂PtCl₆) выпариванием их досуха и нагреванием сухого остатка на песчаной бане (до 230°) до прекращения выделения хлора (при дальнейшем накаливании PtCl₂ распадается на элементы). PtCl₂—серовато-зеленый порошок, уд. веса 5,87, нерастворимый в воде; в горячей соляной к-те растворяется с красным цветом; с хлористыми металлами дает двойные соли.

Соединения четырехвалентной Pt. Наиболее важное из них—хлорная платина (четыреххлористая платина) PtCl₄, которая служит исходным материалом для получения многих соединений Pt как низшего, так и высшего типа. PtCl₄ кристаллизуется в буро-красных призмах, растворимых в воде с кислотной реакцией, выделяет при этом значительное количество тепла (19,6 cal на 1 г-моль при 18°); растворима также в ацетоне, но не растворяется в эфире; на воздухе легко поглощает влагу, образуя гидрат с одной и затем с 5 мол. воды; пентагидрат PtCl₄·5H₂O—красные моноклинные кристаллы, к-рые на воздухе слегка выветриваются; при действии же серной к-ты выделяется сперва 1, затем 3 мол. воды;

при выделении последней мол. воды $PtCl_4$ распадается на элементы. При нагревании безводной $PtCl_4$ до 390° она переходит в $PtCl_3$, и затем в $PtCl_2$. Безводную $PtCl_4$ получают нагреванием платиновой проволоки в токе хлора или нагреванием платинохлористоводородной к-ты $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$ (лучше в токе Cl_2) до 275 — 360° . Применяют $PtCl_4$ в фотографии (для вируирования позитивных отпечатков) в виде растворов, содержащих некоторое количество свободной кислоты (HCl , H_2SO_4 , нек-рых органич. к-т, напр. лимонной к-ты); в платинотипии (см. *Бумаги фотографические*); в гальванотехнике—для *платинирования* (см.) и приготовления сплавов Ni - Pt ; для живописи по фарфору; в количественном анализе применяется как реактив на калий, аммоний и органич. основания. $PtCl_4$ пользуются для получения многих других соединений Pt ; так, сернокислая платина $Pt(SO_4)_2$ получается в виде темнуброй расплывчатой массы выпариванием до суха смешанных растворов $PtCl_4$ и H_2SO_4 ; из последней обменным разложением с $Ba(NO_3)_2$ получают азотнокислую платину $Pt(NO_3)_4$, известную только в виде раствора; едкий натр осаждает из $PtCl_4$ гидрат окиси платины $Pt(OH)_4$ —порошок цвета ржавчины, к-рый при нагревании теряет воду и дает черную окись платины PtO_2 , обладающую амфотерным характером; соединяясь со щелочами PtO_2 дает соли, соответствующие платиновой кислоте, т. наз. платинаты, например $Na_2Pt_3O_7 \cdot 6H_2O$. Сернистая платина PtS_2 получается в виде черного осадка при пропускании сероводорода в раствор $PtCl_4$.

Комплексные соединения Pt . Низшие соединения этого типа с координационным числом = 4 соответствуют соединениям записи Pt ; высшие—с координационным числом = 6—соответствуют соединениям четырехвалентной Pt . Из первых может быть указана кислота H_2PtCl_4 , известная лишь в виде ее солей, т. н. хлороплатинитов. Наибольшее значение имеет ее калиевая соль K_2PtCl_4 , получаемая из $PtCl_2$ прибавлением теоретич. количества KCl , выпариванием и кристаллизацией. В фабричном масштабе исходят из $PtCl_4$, которую восстанавливают (сернистой к-той, бисульфитом калия) в $PtCl_2$. По другому способу K_2PtCl_4 получают из смеси хлороплатината калия K_2PtCl_6 и $PtCl_4$, содержащей иридий (к-рый служит катализатором), нагреванием этой смеси в растворе шавелевокислого калия. K_2PtCl_4 —темнокрасные призмы, растворимые в 6 ч. воды, в спирте нерастворимы; соль эта применяется в фотографии для вируирования и в платинотипии. Платинохлористоводородная кислота $H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$, красно-коричневые легко расплывающиеся призмы, растворимые в воде, спирте и эфире; Zn и Fe восстанавливают ее до Pt в виде черного порошка; действие формальдегида или гидразина на H_2PtCl_6 в щелочном растворе дает коллоидную Pt коричневого цвета. Получают H_2PtCl_6 растворением тонко измельченной Pt в царской водке или обработкой платиновой губки хлором и соляной к-той, а также электрохимическим путем. Из ее солей, хлоропла-

тинатов, наибольшее значение имеют: аммиачная соль $(NH_4)_2PtCl_6$, желтый кристаллич. порошок, существующий в 3 кристаллографич. модификациях, уд. в. 3,034—3,065; соль растворима в 150 ч. холодной и 80 ч. кипящей воды; 1 ч. соли окрашивает 20 000 ч. воды еще отчетливо в желтый цвет; растворима в абсолютном спирте, но плохо растворяется в аммиаке и не растворяется в эфире. Для получения ее $PtCl_4$ обрабатывается раствором аммиака; применяется для платинирования. Калиевая соль K_2PtCl_6 осаждается из $PtCl_4$ действием KCl ; желтый кристаллич. порошок, уд. в. 3,499; 100 ч. воды растворяют при 16° 0,672 ч. соли, при 48° —1,745 ч., при 92° —4,487 ч.; в эфире соль нерастворима. Хлороплатинат натрия $Na_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$, триклинные призмы оранжевого цвета (до розового), уд. в. 2,5; соль растворима в кипящей воде в любых соотношениях; растворима в спирте, в эфире не растворяется; применяется в фотографии для вируирования серебряных отпечатков. Аммиачные соединения (комплексные), весьма многочисленные, соответствуют ф-лам $Pt(NH_3)_2X_2$, $Pt(NH_3)_2X_4$, $Pt(NH_3)_4X_4$ и др., где X —галлоид, кислотный остаток или гидроксил; получают их действием NH_3 на $PtCl_4$. Некоторые из них применяются в фотографии при вируировании, но большая часть их имеет гл. обр. теоретический интерес для исследования строения комплексных соединений; например так называемая зеленая соль Магнуса, $Pt_2(NH_3)_4Cl_4$, из которой получаются соли еще более сложного состава, например соль Гро, $PtCl_2 \cdot (NO_3)_2 \cdot 4NH_3$, соль Рейзе (о строении этих солей см. *Комплексные соединения*). Цианистые соединения Pt относятся к закисным солям (с координационным числом = 4) и обладают разнообразными окрасками, что характерно для *цианистых соединений* (см.). Наибольшее значение имеет платиноцианистоводородная к-та $H_2Pt(CN)_4$ и ее соли, большая часть которых отличается плеохроизмом; напр. ее калиевая соль $K_2Pt(CN)_4 \cdot 3H_2O$; ее ромбич. кристаллы при рассматривании в направлении главной оси кажутся синими, в направлении, перпендикулярном оси, желтого цвета. Бариевая соль $BaPt(CN)_4$, лилово-желтые прозрачные кристаллы, на поверхности отливающие лиловым цветом, а в направлении оси—желто-зеленым, эта соль образует две кристаллографически идентичные модификации (α -форма—желтая с уд. весом 2,076 и β -форма—зеленая с уд. в. 2,085), легко переходящие одна в другую. Для получения соли к раствору H_2PtCl_4 прибавляют теоретич. количества перекиси бария BaO_2 и синильной кислоты HCN , при нагревании вводят сернистый газ SO_2 до обесцвечивания раствора и выпаривают до кристаллизации. Получают ее также электрохимическим путем, причем электролитом служит цианистый барий $Ba(CN)_2$, а электродами— Pt . Соль служит для обнаружения канальных и рентгеновых лучей. Цианистые соединения Pt с галлоидами дают соединения еще более сложного состава. Родановые соединения Pt известны в виде растворов к-т $H_2Pt(CNS)_4$ и $H_2Pt(CNS)_6$ и их калиевых

солей; $K_2Pt(CNS)_4$ —красные иглы, легко растворимые в воде и спирте, и $K_2Pt(CNS)_6$ —большие призмы с золотистым оттенком, растворимые в горячей воде и в кипящем спирте.

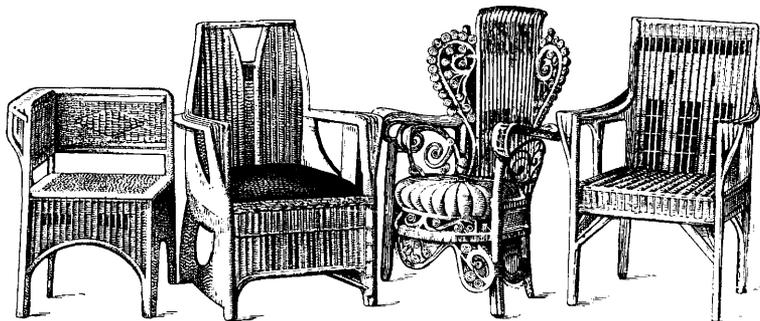
Лит.: Менделеев Д., Основы химии, т. 2, М.—Л., 1928; Ehrhaim F., Anorganische Chemie, 4 Aufl., Dresden—Leipzig, 1929. Н. Ельцина.

ПЛАШКИ, см. Купки.

ПЛЕТЕННЫЕ ИЗДЕЛИЯ. Изготовление корзин и плетеной мебели, которые являются главнейшими видами плетеных изделий, до сих пор еще проходит в рамках ручной выработки и лишь сравнительно недавно это производство начинают рационализировать, применяя ряд новых приспособлений, облегчающих производство П. и. Как и в других кустарных промыслах, промысел производства П. и. имел в своей основе самообслуживание крестьянами своего хозяйства. Поэтому естественно, что в первую очередь создано производство корзин из неочищенного прута как более близкое крестьянскому быту и как более грубое и простое по своей технике выполнения, и уже позже для потребителя-города появилась и производство плетеной мебели в обработке часто весьма сложной и тонкой. Главнейшие центры более качественных продуктов производства П. и. находятся в Московской области и в Нижегородском крае. Вообще же работа корзиноплетения распространена весьма широко, и помимо указанных районов ее можно встретить в Ленинградской области, Татарской Республике, Западной области и Центрально-Черноземной, в УССР (в районе гг. Киева, Полтавы и Харькова). Весьма своеобразны и по форме и по технике П. и. Кавказа. В СССР производством П. и. занято не менее 35 тыс. человек, т. к. в существующем нет района, нет губернии, в к-рых бы не занимались в той или иной форме производством П. и. Это производство обслуживается гл. обр. женщинами и подростками. Плетение корзин в порядке самообслуживания в простой форме делалось из бересты, лыка, соломы, камыша и болотной травы «куги», а в иных случаях и из драни. Так делали и делают лапти, корзины для сева (севалки), верши, нереты и мережи для рыболовов, корзины-укладки и т. п.

Рассматривая П. и. как товар определенного производства, мы имеем разделение на серый или зеленый товар (обычно из неочищенных прутьев ивы)—корзины для деревенского обихода, корзины—тара для перевозки рыбы, плодов, овощей, птиц и для химич. посуды. Сюда же м. б. отнесены простейшие плетенки (плетюшки) для тарантасов, саней, повозок) из неочищенного прута ивы и черемухи. Лучший сорт П. и. носит название товара белого—городского, из прутьев, очищенных от коры (дорожные корзины, бельевые корзины,

экипажные кузова, детские коляски, корзинки для бумаг, кондитерского и парфюмерного товаров и ряд других многочисленных предметов, обслуживающих быт города). Изделия белого товара разнообразятся в своем оформлении применением педига, рафин и соломы (последняя хорошо годообразная и ровная в своем качестве). Высшим сортом белого товара обычно называют вещи, обладающие сложностью и красотой в искусстве плетения—узорчатостью, тонкостью в отделке и вместе с тем прочностью—т. н. художественные изделия. К последним относят и мебель, которую делают не только из прутьев, но в некоторых своих частях она основой имеет и столярную работу. К плетеной мебели относят стулья, кресла, этажерки, столы, диваны, ширмы и т. д. (фиг. 1). Плетеная



Фиг. 1.

мебель имеет свои преимущества против столярной: она легка, упруга, дешева, прочна и гигиенична.

Материалы, к-рые применяют в П. и.—однолетние побеги различных ив. Путья корзиночной ивы гибки в работе, но несколько грубы на вид. Существует разновидность простой ивы—белотал, дающий чистый прут. Почти равноценна последнему и в а-ж е л т о л о з н и к. Путья этих видов ивы гибки и крепки и применяются для высоких сортов П. и. Шелюгу также широко применяют в плетении, но она дает прут сравнительно неровный и грубый (среднего качества). Благодаря чему идет на простейшие П. и. Бредина, или козья ива, многочисленная в сырых лесах, дает материал тонкий и хорошего качества. Красная верба или, как и й с к а я верба,—весьма толста в прутьях и с успехом используется для мебели. При изготовлении более ценных изделий применяют камыш (обычно заграничный). Он очень прочен и красив своей натуральной глянцевитой поверхностью. Педиг—сердцевина камыша, отличается исключительной гибкостью и прочностью. Лучшим по выработке считается педиг германский. Красится хорошо масляной краской. Для мелких вещей применяют или вводят частично в крупные предметы П. и. ржаную солому и кугу—траву, растущую в изобилии у воды, в озерах и в болотах. Кокосовые волокна применяют частично, они очень ценятся своей особенной прочностью и прекрасно окрашиваются

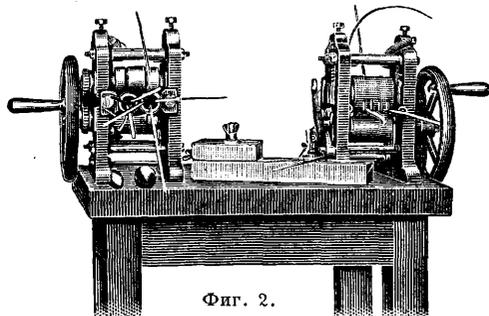
анилиновыми красками. Рафия (см. Волокна прядильные, п а с с а в а) дает весьма тонкий материал и используется для самых тонких работ. Как подсобный материал иногда применяют для П. и. липовое мочало и даже бересту, см. Рафия.

Обычно производственники должны сами заботиться о разведении плантаций ивы для своих нужд применительно к условиям местного климата, почвы, техники работы и сорта изделий. В худших случаях пользуются ивой дикорастущей, речной, но работа становится гораздо лучше при разведении специальных плантаций, где культура ивы прут может дать годичный побег до 6 м в длину, отличаясь гибкостью и чистотой. Пчва под посадку ивы д. б. глубоко обработана. Посадка делается черенками; молодые побеги тщательно пропалываются и позже мотыжатся. Пользоваться одной и той же плантацией при хороших условиях возможно лет 20—30, обращая особое внимание на правильность периодич. ее резки.

Подготовка материала, т. е. срезка прутьев, может производиться только тогда, когда останавливается движение сока в дереве, т. е. с конца осени. Летний прут дает ломки свыше 30%. Многие предпочитают срезку ранней весной, когда легче очищать прут от коры. Срезают простым ножом и им же чистят кору. Снятие коры, или иначе лупка, делается также при помощи щемилки. Если кора отделяется плохо, то материал для белого товара проваривается в длинных из железа котлах. Самая варка происходит в особых ямах. Очищенные прутья сушат на воздухе, избегая дождя, после чего их сортируют. Если прутья ломки и слишком сухи, их подвергают мочке, опуская нижний отрез на время в воду. Хранение просушенных прутьев происходит в темных и сухих помещениях в связках. Исправить грубый материал возможно пропаривая его или подвергая кипячению. В тех случаях когда прут не должен оставаться круглым, его раскалывают по торцу при помощи особого колунка из твердого дерева, кости или рога. Иногда прут делится на четыре так называемые шины или ленты. Для получения более тонких шин их остругивают, удаляя мякоть сердцевины на станочке, удаляемом шов или струг. В тех случаях когда необходимо получить материал весьма качественный, его выравнивают при помощи шмола. Чтобы получить беленую шину, ее подвергают химической побелке—обкуривая сернистым газом. Возможно получить белизну (чистоту) прута, натирая его щеткой с белильной известью (см.). Вслед за побелкой шин и лент производят их окраску, перед к-рой материал предварительно слегка вымачивают в известковой воде. Вымачивание обеспечивает лучшее и более равномерное восприятие материала окраски. Для окраски используются как минеральной, так и растительной краской. К многим краскам применяют железный купорос, а иногда квасцы. В последнее время все больше и чаще окрашивают анилиновыми красками, к-рые растворяют в воде. Иногда вымачивание производят в жидком растворе

марсельского мыла, что усиливает прочность окраски. Весьма практично применение проморогов (протрав) темных цветов.

Помимо перечисленных материалов, из которых непосредственно делают вещи, подсобные материалы в производстве П. и.: жуженая железная проволока, шурупы и гвозди. Для плетения в первую очередь нужны ножи разных форм (раньше применялись обломки кос); из них весьма характерен нож для работ по обрезке внутренних концов, так наз. горбач. Часто применяется при выделке П. и. специальный столик (стол верстак) с прибитой наверху планкой, куда вертикально вставляют прутья. Иногда такой стол заменяют широкой лавкой (скамья), которая имеет с одной стороны, по длине лавки, пару ножек, а противоположный конец лавки опирается на землю. Чтобы ряды плетений ложились плотнее, их насаживают при помощи колотушек (билло) из железа. Учитывая разную ответственность материала, и колотушки обычно делают разными, иногда даже с остриями. Для загибания толстого прута применяют крюк—жамку. Длинным шилом проверяют отверстие, укрепляя плетение на дне корзины. Садовыми ножницами обрезают концы прутьев. Плоскозубцы облегчают в работе держание концов прутьев. Для окуривания материала серой необходима курилка—жестяной ящик. Так как при исполнении корзин и мебели очень часто применяют и столярную работу, то следует иметь в мастерской верстак и столярные инструменты: ножовку, топор, молоток, дрель, колovorот, отвертки, клещи, различные напильники, плоскогубцы, циркуль, метр, стамеску, точило и оселок. Помимо перечисленных выше инструментов мастер должен иметь специальные приспособления, дающие точность в работе, сохраняющие однотипность форм, стандартизируя пропорции предметов. Эти приспособления отчасти и механизмируют производство, переходя от ручного труда к машинному. В Германии принята в работе настольная машинка для колки и чистки прута (фиг. 2).

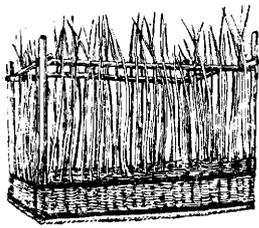


Фиг. 2.

К приспособлениям относятся так назыв. поддонки и шаблоны разнообразных форм, к-рые висят от форм выполняемых предметов: четырехугольные, овальные и т. д. Шаблоны устанавливают внутри работающего предмета горизонтально; иногда употребляют для этих же целей болванки.

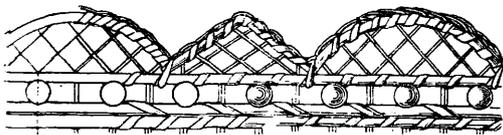
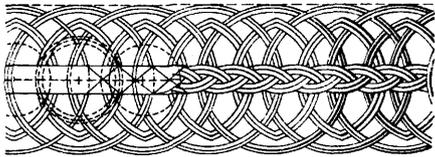
Основная техника плетения сводится к исполнению каркаса, являющегося конст-

рукцией вещи и представляющего основные формы исполняемого предмета. Каркас делают из более плотных прутьев, оплетают же



Фиг. 3.

тонкими шинами и полосками резаного прута (фиг. 3). В большинстве случаев приемы конструкции каркасов очень остроумны. Качественно работа отличается плотностью и ровностью плетения, что дает и красоту и прочность вещи. Техника плетения зеленого товара самая легкая и простая, к-рая постепенно повышается и усложняется в формах путем введения других материалов. Белый товар — переходная ступень к мебели из прута и педга. Технич. развитие возможно представить в длиннейшей шкале все нарастающих приемов. Качественность повышается введением ажурных фонов, узорчатых бордюров и т. п. (фиг. 4). Техника мебельного дела проходит на частичной столярной основе. Приемы же соединения прутьев или оплетений по существу остаются те же, что и в качественном белом товаре, применяя способы, употребляемые в работах этого сорта. В мебели помимо некоторых столярных вещей широко используются толстые ивовые палки, так или иначе согнутые и создающие прочный каркас предмета. К этой основе или вклеивают или даже прибавляют и привинчивают остальные части предмета. Для плетения

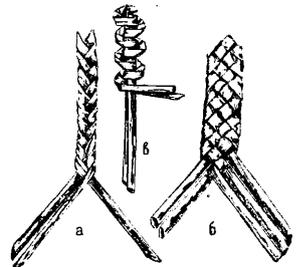


Фиг. 4.

экипажных кузовов пользуются толстыми и длинными прутьями, настолько толстыми, что их необходимо предварительно распаривать в печи. Плетение начинают со дна плетущки. Уставив каркас вертикальной основой, оплетают долевые горизонтальные стороны. Чтобы бока в работе не искривлялись, кузов помещают в особый станок. Плетущий садится внутри его, на дно кузова, и изнутри оплетает бока. Корзиноплетение из драги — работа самая простая и однообразная по форме. Драночные корзинки делают главн. образ. упаковочные (для рыбы, яиц, ложкарного товара и пр.). В первую очередь заготовляют самую дражку. Приготовленный заранее кругляк дерева раскалывают на части (гонотьба). Материал до работы энергично распаривают

в печи, после чего материал делят ножом на дражки, раздирая их руками. В работе применяют инструменты: пилу, топор и нож. Техника драноплетения проще всех других. Сперва плетут дно, загибая вертикальные дражки переплетающимися горизонтальными. Края заканчивают, загибая вертикальные полосы внутрь горизонтальных рядов.

Существует особый вид плетения только из соломы. В основу техники этой работы кладется соломённая лента (плетенка), из к-рой выполняют дешевые широкополые шляпы, легкие корзины и разнообразные маты, идущие на коврики, оконные шторы и как отделочный материал для мелких сумочек. Материал — ржаная и пшеничная солома. Стебель соломы не срезают, а выдергивают с корнем во время налива зерна, т. к. в этот период материал получается более гибкий и красивый. Солому сушат и белят на солнце, но лучше всего белиение производить при помощи серы. Краски применяют фуксиновые и анилиновые при кипячении в них материала. Необходимую операцию — прессовку — делают или горячим утюгом через сырую ткань или с помощью особого пресса, где солому пропускают между двух валиков. Сплетенные ленты бывают трехконцовые, четырехконцовые и



Фиг. 5.

дальше до двенадцати концевых (фиг. 5). Перед работой солому смачивают. Техника чрезвычайно проста и напоминает косички из бумаги, сделанные детьми. Кроме простых кончиков делают ленты узорчатые, с рельефом, круглые и пр. Чтобы сделать или, вернее, сшить шляпу из таких лент, берут болванку, на верхний центр которой прибавляют конец ленты гвоздиком, и затем болванку оплетают лентой, сшиваемой вокруг ниткой. Кроме основного материала — соломы в работе употребляют еще нитки (пряжа), клей, серу, колодки (болвашки). Главный инструмент — длинная в 40—50 см иголка для шпивания лент. Кроме того применяют утюг для проглаживания лент, тяжелый молоток для околачивания, котел для окраски и ящик для окуривания серой.

Рогожное производство занимает особенное место среди других видов плетения и по технике и по количеству работающих и по назначению своего производства. Рогожно-кулеткацким промыслом занято свыше 70 тыс. рабочих. Материалы — мочало — заготавливают из липовой коры в районах рр. Камы и Волги (Башкирской и Татарской АССР, в Уральской области и в Нижегородском крае). В мае и июне срубуют деревья \varnothing 13—31 см. По длине ствола, примерно в 4 м от комля, делают надрезы, после чего кору сдирают при помощи пирка. Срезанные мочальники складывают трубками вместе и погружают в воду, прикрывая тяжелым гнетом. Мочальники лежат в воде 6—9 недель.

Кочедыком отделяют край лубяного слоя от коры. Снятое мочало просушивают и сортируют. Главное орудие производства—специальный вид ткацкого станка. На одном станке работают одновременно 3—4 работника. Один из них заготавливает полоски мочала для основы и утка; другой заправляет берда; третий, игольщик, продергивает деревянную иглу. Сшивальщик из готовых рогож делает кули. Рогожу для мелких кулей производят на вертикальных станках. Почти так же делают и цыновки. По сортам рогожи делятся на легкие, средние и тяжелые. Кроме рогож и кулей из липовой коры делают мочальные веревки, спру, рыболовные снасти, сумки и целый ряд других предметов, необходимых в крестьянском обиходе.

Лит.: Пономарев Н. В., Обзор кустарных промыслов России, под ред. Д. А. Тимирязева, Петербург, 1902; Филипов Н., Кустарная промышленность России, Промыслы по обработке дерева, Петербург, 1913; его же, Разные промыслы, СПб, 1913; Кустарное дело Московского земства, Указатель Московского отдела 3-й Всероссийской кустарной выставки в СПб, М., 1913; Махаев Ф., Альбом рисунков корзиночных работ и плетеной мебели, Петербург, 1908; его же, Альбом рисунков ажурного и узорчатого плетения и загибок, СПб, 1910; Юницкий П., Плетение мебели и корзиночных изделий, СПб, 1910; Дебу К. П. и Е. И., Плетение корзин и мебели, Ленинград, 1925; Дебу Е. И., Плетение простых корзин, Руководство для кустарей, М.—Л., 1925; Селдуров Г., Идея для прута и соломы, М., 1927. Н. Барtram.

ПЛИТЫ, см. Пластичны.

ПЛОВУЧЕСТЬ, одно из мореходных свойств корабля, обеспечивающее безопасность его плавания и целесообразность использования внутреннего объема. Правильное построенное судно должно плавать, погружаясь по заданную при конструировании ватерлинию. Если оно погружается меньше требуемого, то это указывает на чрезмерно большой объем подводной части, не соответствующий требуемому для перевозки заданного груза, т. е. на излишний вес корпуса корабля, ведущий к удорожанию стоимости его постройки и эксплуатации. Если судно погружается более предположенного, то оно небезопасно для плавания и не будет к нему допущено органами государственного надзора.

Всякое тело, погруженное в жидкость, испытывает со стороны последней давление, результирующая сила которого определяется законом Архимеда. Величина силы давления воды равна весу жидкости в объеме подводной (погруженной) части тела, а направление ее вертикально снизу вверх. Эта сила носит название силы поддержания— D . Кроме нее судно подвергается действию силы тяжести, величина которой равна весу корабля P и направлена вертикально сверху вниз. Точка приложения силы D —ц. т. жидкости в объеме подводной части корабля, т. е. ц. т. подводного объема корабля, т. н. центр величины; точка приложения силы P —ц. т. судна. Если судно плавает в двухслойной жидкости разной плотности, то при определении центра величины это д. б. учтено. Если $D = P$, то корабль плавает в плоскости конструктивной GWL ; при $D > P$ он поднимается из воды; при $D < P$ —в нее погружается, и основное условие Π сводится к уравне-

нию $D = P$. Если центр величины F и ц. т. G расположены на одной вертикали, то корабль плавает в прямом положении, при несоблюдении этого условия он получает крен (наклонение на бок) или дифферент (наклонение вдоль). Так. обр. механически Π выражается ур-иями:

$$D = P$$

и

$$\sum M(D, P) = 0.$$

Задача конструктора удовлетворить эти уравнения при определенных условиях службы корабля.

Всякая линия пересечения поверхности корабля поверхностью воды носит название *ватерлинии* (см.); та из них, которая была задана конструктором, называется конструктивной ватерлинией. Корабль с полным грузом нормально погружен по грузовую ватерлинию (GWL), которая должна совпадать с конструктивной. При выгрузке полезного груза корабль всплывает по легкую грузовую ватерлинию. При иных условиях плавания (изменение нагрузки, крен, дифферент, волнение) он погружен по действующую последнюю, а также упомянутым выше особым ватерлиниям, носят также название ватерлиний. При расчете Π определяют по приближенному ф-лам, пользуясь эмпирическими коэф-тами. По составлению проекта производят поверочный подсчет Π и в зависимости от результатов его вносят те или иные коррективы в проект до полного удовлетворения уравнений Π . Величину водоизмещения при расчете Π определяют, исходя из главных размеров судна, его длины L , измеряемой в плоскости GWL от передней кромки ахтерштевня до задней форштевня; если они не плоские, то между внешними кромками штевней, а для деревянных судов между внешними кромками шпунтов в штевнях; ширины B , измеряемой в плоскости GWL между наружными кромками шпангоутов при стальной обшивке и наружными кромками обшивки при деревянной обшивке или броне в месте наибольшей ширины судна; углубления T , измеряемого по середине длины судна от GWL до наружной кромки шпангоута при стальной обшивке и наружной кромке шпунта в киле при деревянной обшивке.

Конструктивные размеры судна L, B, T отличны от наибольших и учитываемых при различных измерениях судна; при стальной обшивке они не включают ее толщины, при деревянной или наличии брони включают их толщину. Обозначая объем подводной части судна в пределах главных размеров через V_0 , имеем

$$\frac{V_0}{L \cdot B \cdot T} = \delta;$$

величина δ называется коэффициентом общей плотности (коэффициент водоизмещения) и составляет: для моторных лодок—0,14, для очень острых ял в—0,27, для буксиров и тралеров—0,47, для малых быстроходных парусников, крейсеров и торпедоносцев—0,50÷0,53, для линейных кораблей ~0,60, для пассажирских и больших

грузовых судов—0,60÷0,75, для малых грузовых судов—0,70÷0,80, для поромов—0,90. Зная главные размеры и δ , можно найти:

$$V_0 = \delta \cdot L \cdot B \cdot T.$$

Величина V_0 называется в о д о и з м е щ е н и е м судна и измеряется в m^3 . Объем обшивки стальных судов V_h и выступов корпуса: дейдвудов, кронштейнов гребного вала, валов вне корпуса, боковых килей, руля, винтов и частей, лежащих вне главных размеров V_a , обычно составляет: для одновинтовых судов $V_h + V_a = 0,01 \cdot V_0$; для двухвинтовых $V_h + V_a = 0,008 \cdot V_0$. Поэтому полное водоизмещение корабля будет:

$$V = \delta \cdot L \cdot B \cdot T + V_h + V_a = (1,01 \div 1,008) \delta \cdot L \cdot B \cdot T.$$

Вес этого объема $D = \gamma \cdot V$, где γ —плотность воды (1,025 для Атлантического океана, 1,015 для Балтийского моря); для двухвинтового судна в Атлантическом океане составит:

$$D = 1,025 \cdot 1,01 \cdot \delta \cdot L \cdot B \cdot T.$$

Величина D называется т о н н а ж е м судна и измеряется в t . В Англии тоннаж измеряется английским тоном, к-рый равен 1,016 t . Первым условием сохранения конструктивной П. является т. о. плавание в тех водах, для которых судно сконструировано. Координаты центра величины X_F, Y_F и Z_F от начала, принимаемого в месте пересечения диаметральной плоскости GWL и поперечного сечения через середину корабля (\otimes), приближенно выражаются:

$$X_F = B \cdot T \cdot \beta \cdot c_1,$$

где

$$c_1 = \frac{\delta \cdot \beta + 0,7}{3,4} \text{ (по Бауеру).}$$

$$Y_F = 0,$$

$$Z_F = T \cdot c_2,$$

где

$$c_2 = 0,343 \left(\frac{\delta}{a} + 0,5 \right) \text{ (по Бауеру)}$$

или

$$Z_F = \frac{T}{3} \left(1 + \frac{\delta}{a} \right) \text{ (по Норману).}$$

β —коэф. полноты миделя—0,55÷0,98 в зависимости от δ , a —коэф. полноты $GWL = 0,650 \div 0,994$ в зависимости от $\delta : \beta$. Геометрические величины β и a выражаются через площадь S и \otimes :

$$\beta = \otimes : B \cdot T,$$

$$a = S : L \cdot B.$$

Вес корпуса корабля P_1 при расчете м. б. выражен через L, B , высоту борта— H , измеряемую как T внизу до верхней кромки бимсов вверху, осадку T_g , измеряемую от GWL до самой нижней подводной точки корабля, и высоту надстроек, распределенную по всей длине корабля H_a . Наконец обозначая:

$$T_g \cdot \delta + \left(\frac{a + a_1}{2} \right) (H - T_g) = \delta_1,$$

где a_1 —коэф. полноты верхней палубы $\cong a$, имеем следующие зависимости:

$$P_1 = k_1 L \cdot B \cdot H \text{ кг,}$$

$$P_1 = k_2 L \cdot B (H + H_a) \text{ кг,}$$

$$P_1 = k_3 L \cdot B (H \delta_1 + H_a) \text{ кг,}$$

расположенные с возрастающей точностью. Величины коэффициентов k_1, k_2 и k_3 приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Величины коэффициентов k_1, k_2 и k_3 .

Тип судна	k_1	k_2	k_3
Малые яхты деревянные	по 45	—	—
Большие яхты	100—125	—	—
Торпедоносцы	85—96	—	—
Линейные корабли и крейсера	110—120	—	—
Деревянные парусники	140—160	120—135	165—175
Трансатлантические	190—220	140—160	180—200
Большие тов.-пассажирск.	215—245	165—185	205—220
Средние »	195—225	150—170	185—200
Малые »	185—215	145—165	180—195
Большие грузовые	165—190	135—155	155—175
Средние »	160—185	130—150	150—170
Малые »	160—185	130—150	150—170
Большие валивные	175—195	155—170	175—190
Средние »	170—190	150—165	170—185
Малые »	165—185	145—160	165—180
Буксиры и ледоколы	190—220	165—185	210—250
Парусники	155—175	130—145	185—195
Тралеры	165—190	140—160	225—235
Легкие буксиры	150—190	135—160	210—230
Прирежные	100—150	85—125	115—155
Речные	135—165	105—125	115—130
Лихтеры	110—190	100—170	115—180

Для получения полного веса корабля P к весу корпуса P_1 необходимо добавить: P_2 —вес силовой установки при известных допущениях, выражаемый как $f(B^2)$, и полезную грузоподъемность P_3 , задаваемую при проекте. Для военных судов добавляется: вес брони, вооружения (пушки, торпедные аппараты, снаряды, торпеды), запас топлива (см. *Военные суда*) и в обоих случаях запас водоизмещения $P_4 = 0,5\%$ (для торговых) и 1% для военных судов. Таким образом имеем:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = \sum P_i.$$

Координаты ц. т. корабля д. б. подсчитаны по ф-лам:

$$X_p = \frac{X_1 P_1 + X_2 P_2 + X_3 P_3 + X_4 P_4}{P},$$

$$Y_p = \frac{Y_1 P_1 + Y_2 P_2 + Y_3 P_3 + Y_4 P_4}{P},$$

$$Z_p = \frac{Z_1 P_1 + Z_2 P_2 + Z_3 P_3 + Z_4 P_4}{P}.$$

Положение силовой установки и груза легко определить; что касается веса корпуса и запаса водоизмещения, то можно принять:

$$X_1 + X_4 = (0,3 \div 0,6) m \text{ в корму от } \otimes,$$

$$Z_1 + Z_4 = (0,3 \div 0,4) H, \text{ считая от кила.}$$

Величина Y_F вследствие симметрии корабля равна 0, поэтому Y_p д. б. также равно 0, что д. б. проверено.

Таким образом уравнения пловучести получают следующий вид:

$$\gamma (\delta \cdot L \cdot B \cdot T + V_h + V_a) - \sum P_i,$$

$$X_F = X_p; Z_F = Z_p - a; Y_F = Y_p = 0,$$

где a —возвышение ц. т. над центром величины. Первое ур-не символически можно выразить $D = P$, или $D - P = 0$. Зная все аргументы, легко определить значение и знак величины $D - P$, т. е. П. судна. Если $D = P$, судно имеет нормальную П.; при $D > P$ судно, имея избыточную П., всплывает и плавает с недогрузкой; если $D < P$, судно, имея

недостаточную П., погружается и плавает с перегрузкой. Всплытие и погружение судна будут происходить до уравновешивания при $D = P \pm \Delta P$. Если судно спроектировано для легкого груза (хлопок), но будет перевозить тяжелый груз, то для погружения до GWL груза потребуются по объему меньше, чем предполагалось при проектировании, и часть трюмов останется свободной, что укажет на неправильность проекта или погрузки. То же получится для судна, спроектированного для тяжелого груза и принявшего легкий—оно будет плавать с недогрузкой, т. е. излишней окажется часть подводного объема. Это указывает на второе условие сохранения конструктивной пловучести—необходимость погрузки на судно того рода груза, для которого оно построено.

Несоблюдение условий $X_p - X_p = 0$ и $Y_p - Y_p = 0$ вызовет диферент или крен судна, причем образовавшаяся пара сил уравновесится восстанавливающим моментом (см. *Остойчивость судов*). Т. к. судно при этом получит действующую WL , отличную от GWL , то третьим условием сохранения конструктивной П. явится правильное распределение грузов при погрузке, не нарушаемое при качке корабля и частичной разгрузке в портах. При расчете исходят из уравнения $D = P$; выражая D через $f_1(B^3)$ и полагая $P = f_2(B^2) + f_3(B) + C$, получают уравне-

$$f_1(B^3) + f_2(B^2) + f_3(B) + C = 0,$$

решая к-рое находят B , а зная его L и T , можно составить эскиз судна. Поверья пловучесть эскиза по приведенным формулам и внося в него необходимые коррективы, получают возможность составить проект судна, после чего поверяют П., пользуясь более точными приемами, чем эмпирич. ф-лы. Эта точная проверка заключается в подсчете по проекту весов и водоизмещения корабля и определении координат точек F и G .

Для подсчета веса корабля P составляется его *нагрузка*, т. е. полная ведомость весов. Весь корабль разбивается на группы и для каждой группы подсчитывают ее вес и положение ее ц. т. В СССР кораблестроительная промышленность объединяется Союзверфью, на заводах которой принята следующая ниже нормальная разбивка (см. табл. 2).

Для подсчета величина P и координаты X_p и Z_p (Y_p благодаря симметричности корабля обычно даже не поверяют) могут быть подсчитаны, пользуясь табл. 3, откуда:

$$P = \sum P_i; \quad X_p = \frac{M_1}{P}; \quad Z_p = T - \frac{M_2}{P}.$$

Для приближенного подсчета нагрузки (по эскизу) можно пользоваться эмпирич. зависимостями, вроде следующей: вес шпангоутов равен $(0,9 \div 0,92)n \cdot p$, где n —число их, p —вес шпангоута при миделе.

Подсчет водоизмещения производят по теоретич. чертежу по методам приближенно-го интегрирования или специальными приборами—*планиметром* (см.), интегратором (см. *Интегрирующие приборы*). Обозначая ординату i -той ватерлинии на k -том шпангоуте через Y_{ik} , можем выразить подвод-

Табл. 2.—Статьи нагрузки по нормальной разбивке Союзверфи.

Раздел Б. Корпус	Раздел В. Механизмы и котлы	Раздел Г. Электрооборудование
Набор Обшивка Внутреннее дно Палубы Переборки главные Переборки вспомогательные Надстройки, рубки, мостики Фундаменты механизмов Литые части корпуса Кованые части корпуса Заклепки Подкрепления Дерево в составе корпуса Отделка и оборудование помещений Судовые системы Раунгут и такелаж Дельные вещи Судовые устройства Окраска, цемент, изоляция Снабжение	Паровые котлы Главные двигатели Холодильники Трубопроводы Валопроводы, мостики Вспомогательные механизмы Вспомогательные механизмы систем и устройств Оборудование механ. отсеков Запасные части и инвентарь	Генераторы с распредел. станциями Электродвигатели Электропровода силовой сети Электрич. освещение Электровязь Запасные части, снабжение

Табл. 3.—Данные для подсчета координат X_p и Z_p .

Наименование групп и частей судна	Вес (в т)	Отстояние от в м		Отстояние от к. т. в м	
		Момент от в т.м	Момент от к. т. в т.м	Момент от в м	Момент от к. т. в м
Разд. Б. Корпус Набор Обшивка					
Разд. В. Механизмы и котлы Паровые котлы					
Разд. Г. Электрооборудование					
Итого	ΣP_i	—	M_1	—	M_2

ную часть площади этого шпангоута следующей формулой:

$$S_k = 2 \int_0^T Y_{ik} dz,$$

а весь подъемный объем

$$V_0 = \int_{-L}^L S_k dx,$$

откуда

$$V_0 = 2 \int_0^T \int_{-L}^L Y_{ik} dx dz.$$

Для вычисления этих интегралов пользуются правилами приближенных вычислений.

Разбивая площадь S_k равно отстоящими на h ординатами y получим:

1) по правилу трапеций

$$S_k = h \cdot \left[\frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2} \right],$$

или

$$S_k = h \cdot \left[\sum y - \frac{1}{2}(y_0 + y_n) \right] = h \cdot (\Sigma - \Delta \Sigma);$$

2) по правилу Симпсона

$$S_k = \frac{2}{3} h \cdot \left(\frac{y_0}{2} + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + 1y_4 + \dots + 1y_{n-2} + 2y_{n-1} + \frac{y_n}{2} \right)$$

при нечетном числе ординат и

$$3) S_k = \frac{3}{8} h \cdot [1y_0 + 3y_1 + 3y_2 + 2y_3 + 3y_4 + 3y_5 + 2y_6 + \dots + 3y_{n-1} + 1y_n]$$

при числе делений, кратном 3. Правила Симпсона находят в наших расчетах пловучести и остойчивости небольшое применение, в особенности правило (3). Большое применение имеет правило Чебышева, согласно которому

$$S_k = \frac{L}{n} (y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n).$$

Здесь L —длина основания кривой, а n —

Табл. 4.—Множители Чебышева.

Число ординат	A		Число ординат	A		Число ординат	A	
	A	B		A	B		A	B
2	0,211	0,577	7	0,058	0,884	9	0,044	0,912
	0,789			0,235			0,200	
	0,146			0,338			0,236	
3	0,500	0,707		0,500	0,530		0,416	0,601
	0,854			0,662	0,324		0,500	
	0,084			0,765	0,584		0,529	
5	0,313	0,833		0,942	0,942		0,764	0,168
	0,500			0,800				
	0,687			0,875			0,800	
	0,916		0,956					

циональна V_0 , а отстояние п. т. от $\infty = X_F$. Применяя эти ф-лы для каждой ватерлинии с расстоянием h между ними, получим величины W_p и аналогично можем построить строющую по ватерлиниям, площадь которой также пропорциональна V_0 и отстояние центра тяжести которой от килля равно Z_F .

Для нахождения площади строевых можно использовать те же формулы, применяя их сначала к ординатам каждого шпангоута или ватерлинии, а потом к результатам предыдущего подсчета. Для правила трапеций вычисления располагают по табл. 5.

Табл. 5.—Вычисление строевых по правилу трапеции.

№ ватерлинии № шпангоутов	Ординаты y (в м)					Σy_k	$\Delta \Sigma_k$	$\Sigma_0 y_k = \frac{S_k}{h}$
	0 (киль)	I	II	...	m GWL			
0	y_{00}	y_{01}	y_{02}	...	y_{0m}	Σy_{0k}	$\frac{1}{2}(y_{00} + y_{0m})$	$\Sigma y_{0k} - \Delta \Sigma_0$
1	y_{10}	y_{11}	y_{12}	...	y_{1m}	Σy_{1k}	$\frac{1}{2}(y_{10} + y_{1m})$	$\Sigma y_{1k} - \Delta \Sigma_1$
...
n	y_{n0}	y_{n1}	y_{n2}	...	y_{nm}	Σy_{nk}	$\frac{1}{2}(y_{n0} + y_{nm})$	$\Sigma y_{nk} - \Delta \Sigma_n$
Σy_i	Σy_{i0}	Σy_{i1}	Σy_{i2}	...	Σy_{im}	—	$\Sigma \Sigma y$	$\Sigma \frac{S_k}{h}$
$\Delta \Sigma_i$	$\frac{1}{2}(y_{00} + y_{n0})$	$\frac{1}{2}(y_{01} + y_{n1})$	$\frac{1}{2}(y_{02} + y_{n2})$	...	$\frac{1}{2}(y_{0m} + y_{nm})$	$\Sigma \Sigma y$	$\Delta \Sigma \Sigma$	$\frac{1}{2} \left(\frac{S_0}{h} + \frac{S_n}{h} \right)$
$\Sigma_0 y_i = \frac{W_p}{l}$	$\Sigma y_{i0} - \Delta \Sigma'_0$	$\Sigma y_{i1} - \Delta \Sigma'_1$	$\Sigma y_{i2} - \Delta \Sigma'_2$	...	$\Sigma y_{im} - \Delta \Sigma'_n$	$\Sigma \frac{W_p}{l}$	$\frac{1}{2} \left(\frac{W_0}{l} + \frac{W_m}{l} \right)$	$\Sigma_0 \Sigma_0 y$

число ординат. Иначе говоря, площадь кривой равна произведению длины L основания кривой на среднюю арифметическую из ординат, расставленных некоторым определенным способом. Из ф-лы видно, что все коэф-ты при ординатах равны 1, что облегчает и уменьшает вычислительную работу. Число ординат можно взять 2, 3, 5, 7 и 9, причем точность результата при 7 ординатах будет не меньшая, чем по правилу Симпсона при 20 ординатах. Чтобы расставить ординаты, нужно длину L основания кривой умножить на коэф-ты, приводимые в столбце А табл. 4, и полученные величины откладывать с какого-либо конца основания кривой. Можно половину длины основания, $\frac{L}{2}$, умножать на коэф-ты столбца В и откладывать в обе стороны от середины основания кривой.

Применяя эти ф-лы для каждого шпангоута, получим величины S_k . Отложив их по длине судна на местах шпангоутов в виде ординат, получим т. наз. строющую по шпангоутам, площадь которой пропор-

циональна V_0 , а отстояние п. т. от $\infty = X_F$. Применяя эти ф-лы для каждой ватерлинии с расстоянием h между ними, получим величины W_p и аналогично можем построить строющую по ватерлиниям, площадь которой также пропорциональна V_0 и отстояние центра тяжести которой от килля равно Z_F .

Для нахождения площади строевых можно использовать те же формулы, применяя их сначала к ординатам каждого шпангоута или ватерлинии, а потом к результатам предыдущего подсчета. Для правила трапеций вычисления располагают по табл. 5.

$$V_0 = 2h \cdot l \cdot \sum_0 \sum_0 y.$$

При применении правила Симпсона каждая ордината должна умножаться до сложения на множители Симпсона, зависящие от правила и наличия промежуточных ординат, поэтому каждая клетка табл. 5 д. б. увеличена для размещения следующих вычислений, как указано в табл. на стр. 651.

Для вычисления по правилу Чебышева из табл. 5 выкидываются две последних строчки и два последних столбца.

y_{00}	$\frac{1}{2}y_{00}$	y_{01}	$\frac{1}{2}y_{01}$	...	...	—	—
$\frac{1}{2}y_{00}$	—	$2y_{01}$	—	...	—	$\Sigma_0 k$	$\frac{1}{2}\Sigma_0 k$
y_{10}	$2y_{10}$	y_{11}	$2y_{11}$	...	...	—	—
$\frac{1}{2}y_{10}$	—	$2y_{11}$	—	...	—	$\Sigma_1 k$	$2\Sigma_1 k$
...	—	—
...	—	...	—	...	—
y_{n0}	$\frac{1}{2}y_{n0}$	y_{n1}	$\frac{1}{2}y_{n1}$	...	...	Σ_{nk}	$\frac{1}{2}\Sigma_{nk}$
$\frac{1}{2}y_{n0}$	—	$2y_{n1}$	—	...	—	—	—
—	Σ_{i0}	—	Σ_{i1}	...	—	—	$\Sigma_0 \Sigma_0 y$
—	$\frac{1}{2}\Sigma_{i0}$	—	$2\Sigma_{i1}$	...	—	$\Sigma_0 \Sigma_0 y$	—

При ином правиле или наличии промежуточных ординат множители будут другие. Т. к. каждый результат помимо h и l д. б. умножен на показатель: $\frac{2}{3}, \frac{3}{8}$, то имеем по первому правилу Симпсона

$$V_0 = 2 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 h \cdot l \cdot \Sigma_0 \Sigma_0 y;$$

$$V_0 = 2 \cdot \left(\frac{3}{8}\right)^2 h \cdot l \cdot \Sigma_0 \Sigma_0 y$$

по второму правилу Симпсона. При применении правила Чебышева результат будет:

$$V_0 = 2 \frac{L}{r} \frac{T}{s} \Sigma \Sigma y,$$

где r и s число ординат.

Для определения координат центра величины получаем аналогично

$$V_0 = 2 \int_0^T \int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} y \, dx \, dz$$

формулы

$$X_F = \int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} x \int_0^T y \, dz \, dx : V_0,$$

$$Z_F = \int_0^T z \int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} y \, dx \, dz : V_0.$$

Вычисление основано на том, что плечи

площадей $\int_0^T y \, dz$ или $\int_{-\frac{L}{2}}^{+\frac{L}{2}} y \, dx$ будут выра-

жаться через h и l , умноженные на отстояние площадей в целых единицах, т. е. будут $0 \cdot l, 1 \cdot l, 2 \cdot l$ и т. д. или $0 \cdot h, 1 \cdot h, 2 \cdot h$ и т. д.

Табл. 6.—Вычисление координат центра величины.

№ шпангоутов	$\Sigma_0 y_k$	Множители плеч	Произведения	№ ватерлиний	$\Sigma_0 y_i$	Множители плеч	Произведения
0	$\Sigma_0 y_{0k}$	0	0	0 (киль)	$\Sigma_0 y_{i0}$	0	0
1	$\Sigma_0 y_{1k}$	1	$\Sigma_0 y_{1k}$	I	$\Sigma_0 y_{i1}$	1	$\Sigma_0 y_{i1}$
2	$\Sigma_0 y_{2k}$	2	$2\Sigma_0 y_{2k}$	II	$\Sigma_0 y_{i2}$	2	$2\Sigma_0 y_{i2}$
...
n	$\Sigma_0 y_{nk}$	n	$n\Sigma_0 y_{nk}$	m-GWL	$\Sigma_0 y_{im}$	m	$m\Sigma_0 y_{im}$
Сумма			$\Sigma' y$	Сумма			$\Sigma' y$
Поправка			$\frac{1}{2}n\Sigma_0 y_{nk}$	Поправка			$\frac{1}{2}m\Sigma_0 y_{im}$
Испр. сумма			Σy	Испр. сумма			$\Sigma_0 y$

Так как множители при $\Sigma_0 y$, $\Sigma_0 y$ и $\Sigma_0 \Sigma_0 y$ (для водоизмещения) сократятся, то имеем

$$X_F = l \Sigma_0' y : \Sigma_0 \Sigma_0 y,$$

$$Z_F = h \Sigma_0' y : \Sigma_0 \Sigma_0 y.$$

При применении правила Симпсона во вторые столбцы вставляются величины $\Sigma_0 y_k$, $\Sigma_0 y_{ik}$, умноженные на множители Симпсона, беря эти результаты из таблицы водоизмещения, окончательный итог— $\Sigma y = \Sigma_0' y$; конечные ф-лы те же, что и по правилу трапеций. При применении правила Чебышева вместо 0, 1, 2... вставляют множители Чебышева. Конечный результат будет:

$$X_F = \frac{L}{2} \cdot \Sigma' y : \Sigma \Sigma y,$$

$$Z_F = T \cdot \Sigma' y : \Sigma \Sigma y.$$

При определении X_F и Z_F только по шпангоутам вычисление Z_F несколько осложняется. Кроме приведенного табличного (аналитического) метода величины V_0 , X_F и Z_F м. б. получены графически или при помощи интегратора (см. *Интегрирующие приборы*). Сопоставляя результаты проверки:

$$P = \Sigma P_i; X_p = \frac{M_1}{P}$$

и

$$V = \gamma V_0; X_F = l \Sigma_0' y : \Sigma_0 \Sigma_0 y,$$

найдем величины

$$P - V \text{ и } X_p - X_F;$$

если они $\neq 0$, то в проект необходимо ввести соответствующие поправки, а в расчет—коррективы до удовлетворения ур-ия II. С помощью тех же таблиц, доводя вычисления не до m -ной ватерлинии, а до $m-1$, $m-2$ и т. д. до II и I, получают кривую водоизмещения корабля в зависимости от углубления T и положения X_F и Z_F при этом углублении. Откладывая по шпангоутам различные углубления, а по прямым параллельным киллю значения V_1 , X_F и Y_F для каждого углубления каждого шпангоута, получают так наз. масштаб Бонжана, позволяющий легко определить величины V , X_F и Z_F при диференте. При крене нахождения V и X_F , Z_F несколько сложнее (см. *Остойчивость судов*).

Правильно спроектированный корабль плавает по GWL при условиях, предусмотр-

ренных проектом. В условиях службы величины D и P обычно меняются: D от изменения плотности воды при плавании в иных водах; P —при нагрузке и разгрузке, от расхода топлива в пути, и поэтому после этих операций получаем $P_1 > P$ или $P_1 < P$. В первом случае получим $P_1 > D$, во втором $P_1 < D$. Корабль станет погружаться или всплывать, пока не получит нового равновесия: $P_1 = D_1$. Практически судно всегда плавает с некоторой недогрузкой или перегрузкой, допустимой до известного предела, поэтому величину изменения осадки ΔT или водоизмещения ΔV необходимо знать. Т. к. изменение осадки на 1 см увеличит или уменьшит D на $0,01 S m^3$ (S —площадь GWL в m^2), то $p = \gamma \cdot 0,01 S m$ —вес груза, который изменяет осадку на 1 см, так называемое число m на 1 см осадки. Если изменение нагрузки $\pm q$ т, то изменение осадки будет $e = \pm \frac{q}{p}$ см. Если груз принят или израсходован под или над ц. т. GWL , то $\Delta X_F = \Delta X_P$, $Y_F = Y_P = 0$; но если груз принят или убран с другого места, то эти уравнения нарушатся, и судно начнет крениться или менять осадку, пока образующийся восстанавливающий момент не восстановит равновесия. Кроме того расстояние между точками F и G изменится, что отзовется на остойчивости.

При больших изменениях нагрузки приведенная ф-ла будет неточна и для этого случая строят кривую m на см осадки, откладывая величины p , вычисленные для разных ватерлиний на соответствующих углублениях. При переходе в воду иной плотности изменение D будет $\Delta D = (\gamma_1 - \gamma) V m$. Отсюда, по сказанному выше, легко определить изменение осадки. Для обратного определения V , X_F и Z_F служит кривая водоизмещения и кривая центра для каждой осадки. Т. к. на торговых судах имеют дело с грузами, то удобнее эту кривую строить для груза = 0 до груза = m_{max} , т. е. так называемую кривую грузозового размера, к-рую окрашивают на борту судна в форме масштаба. Задача корабельного состава, в особенности на подводных лодках, в отношении П. заключается в учете изменений нагрузки и П. судна, в выравнивании недопустимого изменения ее. Если корабль получает пробойну, то он начинает погружаться, пока равновесие плавания не восстановится или пока он не утонет. Т. к. по мере погружения в воду входят добавочные части, увеличивая тоннаж, то погружение без потопления продолжится, пока запас этих добавочных частей корабля (надводной его части) не исчезнет. Т. о. запас П. определяется величиной надводной части корабля и приближенно равен

$$V_{max} - V = S(H - T)\gamma.$$

Отсюда вытекает необходимость следить не только за высотой надводной части корабля, для чего служит грузовая марка, но и за исправным ее состоянием (см. *Надводный борт*). Запас пловучести может быть точно определен, если подсчет V продолжить от GWL вверх.

Р. Тишбейн.

Лит.: см. *Остойчивость судов*.

ПЛОДОВОДСТВО, отрасль с. х-ва, основной целью которой является производство фруктов и ягод как пищевого продукта для употребления в свежем виде и в форме продукта технич. переработки (сухие фрукты, фруктовые консервы, соки, вина, кондитерские изделия). В связи с изложенным объектом деятельности человека в области П. является культура ряда растительных форм, главн. обр. древесных (плодовые деревья и ягодные кустарники), направленная на получение продукции соответственно наиболее высокого качества и количества при условии сохранения каждый раз экономически целесообразной эффективности. Размер площади, занятой культурой плодовых растений, по сравнению с размером культур зерновых—весьма небольшой; в среднем он не превышает 1% всех пахотных земель; в отдельных же районах наблюдаются довольно резкие колебания в ту и другую сторону. Ориентировочное распределение площади плодово-ягодных насаждений в разных странах дано в таблице.

Распределение плодово-ягодных насаждений по странам.

Страны	Год	Общая площадь сада в га	Площадь плодового сада на душу нас. в га
США	1921	2 442 349	0,021
Австралия	1920/21	86 720	0,016
Канада	1921	120 081	0,014
Германия	1913	803 363	0,012
СССР	1926	674 360	0,005
Англия (Соединенное королевство)	1923	102 996	0,002

Ориентировочные нормы потребления фруктов населением в разных странах обнаруживают, что до сего времени СССР занимает одно из последних мест. Так, потребление фруктов в США в год на душу выражается в 81—90 кг, для Германии—44—78 кг, для СССР—18 кг, причем в непроизводящих районах потребление фруктов сельским населением доходит до 10 кг и ниже. Между тем в пищевом рационе человека потребность плодов и ягод с каждым годом признается все более необходимой, и тем самым фрукты из группы предметов лакомства переносятся в группу нужных организму пищевых продуктов. Если фрукты представлялись пищевым средством, которое по содержанию в нем фруктовых к-т и др. способствовало лучшему усвоению съдаемых с фруктами пищевых веществ, то по новейшим исследованиям фрукты могут служить для человека и самостоятельной пищей. Кроме того исключительное значение в питании приобретают плоды вследствие содержания в них витаминов (напр. апельсины, лимоны и ананасы богаты содержанием витаминов А, В и С; яблоки содержат витамины В и С и т. д.). Органами, руководящими и направляющими с. х. политику СССР, обращено серьезное внимание на исправление отмеченного пробела. Постановлением СНК СССР, опубликованным 22 июля 1930 г., намеча-

ются пути развития плодово-овощного хозяйства Союза и предлагается к исполнению ряд практич. мероприятий, направленных на широкое плановое развитие плодово-овощных культур. В связи с социалистической реконструкцией с. х-ва Союза и в соответствии с общими наметками генерального плана с. х-ва в целом предположено довести площадь плодово-ягодных насаждений к 1940 г. примерно до 6 млн. га, что вполне обеспечивает намеченные ориентировочные нормы потребления фруктов населением Союза в 100—120 кг в год на душу. Эти насаждения в своем породном и сортовом составе, а также в соотношениях между ними, должны распределяться по территории всего Союза в соответствии с плановым строительством социалистич. с. х-ва и с развитием промышленности, а именно в соответствии с распределением промышленных центров и плотности населения, с одной стороны, и распределением наиболее благоприятных сочетаний природных условий для тех или других пород и сортов—с другой. Указанная конкретная задача для своего разрешения требует планового и согласованного участия всех заинтересованных учреждений и производственных организаций (центральных и местных) и соответствующих научно-исследовательских ин-тов.

В ближайшие 2—3 года предположено произвести широкое обследование областей распространения плодово-ягодных насаждений в целях районирования садоводства, выявления новых потенциальных районов для закладки крупных социалистич. плодово-ягодных насаждений и переоценки уже существующих садовых районов. Ориентировочно %-ное соотношение плодовых пород по СССР намечено в таком виде: яблони 38, виноград (столовый и винный)—19, ягоды (смородина, крыжовник, малина, земляника и др.)—9, абрикос—7, вишня—8, слива—4, груша—4, орехи—3,5, персик—3, черешня—2, айва—1, цитрусовые—0,5 и остальные—1. Главное место среди плодовых пород отводится яблоне как растительной форме, широко распространенной по разным районам и произрастающей в разных климатич. условиях, начиная от сильно выраженных сев. районов и кончая южными. Так, для СССР сев. граница распространения яблони идет по линии Ленинград—Никольск—Пермь и далее к Уралу и на восток. Кроме того имеются показания на возможность культуры яблони и в нек-рых районах Западной Сибири. Наряду с этим яблоню успешно культивируют в юж. районах Украины, в Крыму, на Сев. Кавказе, Дагестане, Закавказьи, в Средней Азии (Туркестан, Казакстан и др.). Широкое распространение яблони в разных климатич. условиях обязано наличию в культуре соответствующих сортов, могущих развиваться в тех или иных сочетаниях природных условий. Второе место по назначению отводится культуре винограда (см. *Виноградарство*) и других ягодных кустарников. Значение продукции этих растений в *виноделии* (см.) и в других видах технич. переработки огромно, не считая использования ягод в свежем виде. В то время как многие южные и ю.-в.

районы, а также и районы Ср. Азии, обеспечивают широкое развитие виноградарства, сев. районы с суровым климатом, не отвечающим требованиям большинства древесных плодовых пород, вполне обеспечивают развитие и хорошую продукцию ягодников. Кроме того культура ягодников имеет то преимущество перед древесными насаждениями, что плодоношение обычно наступает гораздо раньше—через 3—4 г. после посадки, а для земляники уже во втором году. Слабое место в культуре ягодников—уборка урожая. Индивидуальное размещение в пространстве скелетных и плодовых частей куста и неодновременное созревание ягод затрудняют рационализацию уборки урожая для многих сортов малины, земляники, отчасти смородины и крыжовника. По этим же причинам до сих пор уборка урожая производится ручным способом. Третье место отводится косточковым породам, из к-рых наиболее ценными являются слива, абрикос, персик, к-рые представляют ценнейший продукт для консервной промышленности, не говоря уже о высоких вкусовых качествах плодов в свежем виде. Однако принадлежность этих пород к южным и некоторые особенности пород и сортов (например раннее цветение абрикосов) ограничивают ареалы промышленной культуры и тем самым их % в соотношениях плодовых пород. С другой стороны, вишня, давая менее ценную продукцию, в то же время является более выносливым растением к неблагоприятным природным условиям, а в частности к холодам. Сев. граница распространения вишни приблизительно та же, что и для яблони. Все это выдвигает культуру вишни на видное место в П. Что же касается черешни, то она имеет ограниченное распространение в виду принадлежности ее к группе южных растений (примерно северная граница распространения черешни совпадает с границей абрикоса). Четвертое место отводится культуре орехоплодоноса, грецкого ореха, фундука и др. Указанные плодовые породы дают продукцию высокого пищевого достоинства, богатую протеином, жирами и углеводами.

Культура плодовых растений и ягодных кустарников по сравнению с культурой зерновых растений отличается сложной техникой, что ставит П. в группу т. н. в ы с о к о и н т е н с и в н ы х о т р а с л е й. Расход труда на единицу площади садовых насаждений в 8—10 и даже 15 раз больше, чем на зерновые культуры. Такая высокая трудоинтенсивность и сложная техника наряду с политич. и экономич. причинами ограничивали в б. России развитие садовых культур. Эти последние выявлялись по преимуществу в перенаселенных районах и отчасти в гористых местностях (Дагестан, Грузия и др.), а также сосредоточивались в руках зажиточной части населения (помещики, кулаки и др.). Высокая трудоинтенсивность объясняется почти полным отсутствием машин в садовых культурах и преобладанием ручного труда. Опыт показывает, что без большого труда можно механизировать обработку почвы, орошение, удобрение и другие технич. приемы культуры, связан-

ные с почвою. Гораздо труднее механизировать и механизировать приемы техники, направленные на плодородное растение, вследствие индивидуального размещения сучьев (больших и малых) в кроне дерева или кустарника и непостоянства их пребывания (разная долговечность). То же относится и к размещению урожая в кронах деревьев и кустарников. Социалистич. реконструкция плодово-ягодного хозяйства, выдвинувшая на первое место построение крупных плодово-ягодных насаждений, ставит перед нами обязательным решением задачи по механизации и механизации садовой техники, хотя бы в главнейших ее приемах. Особенно важным является механизация приемов реализации урожая. Уже и теперь имеется ряд машин разных марок по сортировке урожая, серьезно механизирована работа по упаковке, однако до сих пор еще остается не разрешенной проблема снятия урожая с деревьев и кустарников, особенно с деревьев при значительной их высоте. До сих пор работа выполняется исключительно ручным способом. Отсутствие более эффективного приема снятия урожая является одним из важных факторов, ограничивающих расширение площади садовых насаждений. Эта проблема должна быть решена в ближайшем будущем. Садовод, рационализирующий технику сбора до стандартных приемов, и инженер-конструктор, перелагающий выражение этих приемов на жесткую систему машины, должны решить и решат заданную задачу механизации и механизации сбора плодов и ягод.

П. как научная дисциплина оформилась лишь только в последние 2—3 десятка лет. До этого времени П. представлялось в виде искусства разведения, облагораживания и выращивания древесных и кустарниковых плодовых растений и ухода за ними. Наиболее ценные труды в области П. в настоящее время принадлежат США. В последние годы в СССР вышел ряд работ по вопросам П., которые являются ценным вкладом в мировую науку и подводят новые основания под научное плодородство.

Лит.: Пашкевич В. В., Общая помология, или учение о сортах плодовых деревьев, Л.—М., 1930; Гребницкий А. С., Уход за плодовым садом, 6 изд., М., 1926; Атлас плодов, под ред. А. С. Гребницкого, СПБ., 1903—1906; Эдельштейн В. И., Введение в садоводство, М.—Л., 1926; Кичинов Н. И., Дачки и подвой плодовых деревьев, 4 изд., М.—Л., 1930; его же, Прививка и размножение различных грунтовых деревьев и кустарников, 3 изд., М.—Л., 1930; Мичурин И. В., Итоги полувековых работ по выведению новых сортов плодовых растений, М., 1929; Метлицкий З. А., Стандартизация плодов, Сбор, сортировка и упаковка, Хранение и сбор плодов в С.-Амер. Соед. Шт., М., 1929; Рытов М. В., Ягодники, Москва, 1927; Крайский С. В., Культура ягодных растений, Л., 1925; Пашкевич В. В., Бесплодие и степень урожайности в плодородстве в зависимости от сорта опыляющего, М.—Л., 1931; Шитт П. Г., Экономика, основы и перспективы развития плодородства в СССР, «Труды Плод. опытной станции с.-х. акад. им. Тимирязева», Москва, 1928, вып. 1; Милевский И., Плодоовощное хозяйство СССР, М.—Л., 1931; Червятинов Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, М., 1930; Павлова Н. М., Смородина, Л., 1930; Шарина Н. Е., Земляника и клубника, Л., 1929; Боголовская Р., Малина, Л., 1930; «Труды Всесоюзного ин-та прикладной ботаники и новых культур», Л.; Chandler W., Fruit Growing, New York, 1925; Chandler W., North American Orchards, Philadelphia, 1928; Gardner W., Bradford F. a. Hooker H., The Fun-

damentals of Fruit Production, N. Y., 1922; Janson A., Der Grossobstbau, 3 Aufl., B., 1924; Gauscher N., Praktischer Obstbau, 6 Aufl., B., 1922; Baley L. H., The Nursery Manual, N. Y., 1928; Ballett, Les fruits de commerce, P., 1905; Bellair G., Les arbres fruitiers, P., 1920; Fraser S., American Fruits, N. Y., 1927; Lears, Fruit-Growing Projects, N. Y., 1928; Illing, Formobstbau auf neuzeitlicher Grundlage, B., 1926; Passy P., Arboriculture fruitière, 3 ed., P., 1919.

П. Шитт.

ПЛОДОВОЕ ВИНОДЕЛИЕ. Вино из плодов и ягод получается путем сбраживания— в порядке определенного технологического процесса сахара—содержащегося в них, а также и особо туда добавленного. Плоды и ягоды имеют в своем составе минеральные соли, органические кислоты: винную, яблочную, лимонную и другие, белковые, пектиновые, красящие, дубильные вещества и сахара манозы (глюкоза, фруктоза). Состав плодов и ягод различен и зависит от климатич. условий, почвы и погоды, напр. теплая и солнечная погода увеличивает % сахара и уменьшает кислотность в плоде, которая имеет большую амплитуду колебания—от 1,0 до 2 г на 100 см³ сока. Сахаристость же в плодах доходит до 14%.

Плодовые вина по нашему законодательству могут иметь максимальную спиртуозность 14°. Производство плодовых вин идет в следующей технологической последовательности. Сначала плоды подвергают мойке, для чего используются моечными машинами, например мойкой Майфорта, состоящей из металлич. ванны и элеватора для подачи ковшами вымытых плодов в плодovou мельницу для измельчения. В мелких производствах для этой цели применяют обычные терки. Получающуюся мязгу после терки подвергают прессованию на прессах разной конструкции: винтовых, рычажных или гидравлических. Последние прессы применяются главным образом в больших предприятиях и дают максимальные выходы сусла до 70%, в то время как при однократном рычажном прессовании возможно получить до 40% имеющегося количества сока в плоде. Для увеличения выхода сока при последнем способе прессования, а также в винтовых прессах проводят 2- и 3-кратное прессование после предварительного прибавления воды к выжимкам в количестве 10—20%. Так как сусло плодов является кислотным, то для уменьшения кислотности сусло подвергают купажированию или нейтрализации (мелом, содой, поташом) или разбавляют водой, причем целесообразнее пользоваться кипяченой водой. Кислотность плодовых и ягодных сухих вин доходит до 0,9%, считая на яблочную кислоту. Сусло сбраживается в бродильных чанах или бочках. Угольная к-та, образующаяся в процессе брожения (см.), выходит или прямо через шпунтовое отверстие бочки или через особый бродильный шпунт чана. Сусло сбраживается или самопроизвольно без добавления дрожжей или дрожжами чистой культуры. Процесс брожения начинается примерно через 12 час. и заканчивается в основном через 1—2 недели, после чего наступает период дображивания, продолжающийся несколько месяцев. В случае если ° в сусле в процессе сбраживания значительно повысилась (до 30—35°), то сусло охлаждают путем пропуска его через обыч-

ный змеевиковый горизонтальный холодильник. Сброженное сусло—вино—переливают в другие бочки. В зависимости от состояния вино перед выпуском в продажу подвергается оклейке и фильтрации. Оклейка ведется веществами, содержащими желатин, рыбий клей или альбумин яйца. Введенные в вино белки в растворенном состоянии в небольших количествах (например сомовьего клея 2 г на 100 л вина) реагируют с дубильными веществами вина, образуя нерастворимые соединения—таннаты, оседающие на дно в виде хлопьев и очищающие таким образом жидкость. Для более успешного определения этой операции к вину, содержащим малые количества дубильных веществ, прибавляют 3—5 г танина на 100 л вина. Фильтрация вина проводится на различных матерчатых фильтрах (фильтр Симонетона) или на фильтрах с металлическ. рамами (фильтр Зейтца). Перед фильтрацией в первые порции вина вводится асбест, особо изготовленный в виде волокон, который затем оседает на поверхностях рам фильтра, образуя особый фильтрующий слой. Вся посуда винодельческого хозяйства должна содержаться в особой чистоте. Бочки перед их употреблением пропаривают и затем окуривают серой. Последняя операция производится посредством особого серного фитиля, вводимого в зажженном виде в бочку. Образующийся бактерицидный сернистый газ совершенно дезинфицирует винодельческую посуду. Вина легко подвергаются различным заболеваниям, вызываемым главн. обр. деятельностью различных микроорганизмов (уксусное скисание, цветение, ожирение, прогорькание вина и др.). Для предотвращения этого, а также в случае необходимости излечения вина, вино подвергают *пастеризации* (см.), для чего существуют соответствующие пастеризаторы для пастеризации вина, находящегося в бутылках, и бочкового. В. Мунтян.

ПЛОДОВЫЙ САХАР, см. Фруктоза.

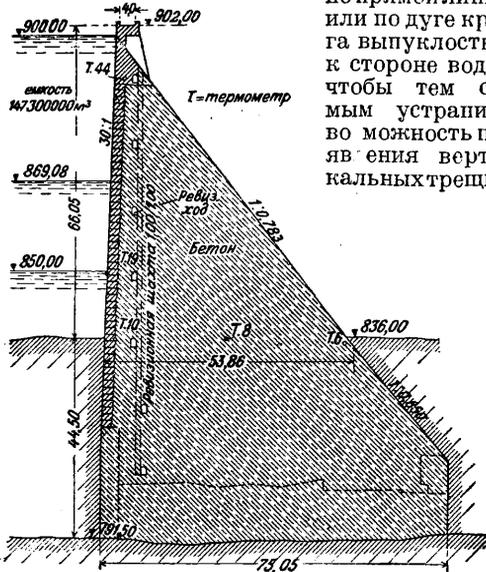
ПЛОТИК, п о с т е л ь, которая подстилает всю аллювиальную толщу золотых россыпей. Обычно на П. концентрируются наиболее богатые золотом пески. Влияние П. на богатство или бедность золотосодержащих песков находится в зависимости от его петрографич. строения и характера залегающих в нем пород. Так, тонкозернистые, гладко обточенные породы задерживают меньшее количество частиц золота, а шероховатые, пещеристые породы легче могут задержать эти частицы в своих бороздах и углублениях, как например доломиты и известняки. Иногда встречаются так называемые ложные плотники, представляющие собой потоки разлившейся лавы, которая, покрыв слои песков и гальки, сама начала покрываться аллювиальными отложениями. Подобные явления особенно известны в Австралии и Калифорнии.

ПЛОТИНЫ, гидротехнические сооружения, служащие для повышения уровня воды в водотоках (водоподъемные П.) и увеличения запаса воды (водоудержательные П.) и преследующие цель: возможности использования этих водотоков для судоходства, получения энергии для приведения в движение водяных турбин, утилизации запаса

воды для водоснабжения и орошения, регулирования стока воды. Основное различие между водоудержательными и водоподъемными П. заключается не в конструкциях их, но в целях постройки. В конструктивном отношении П. делятся на глухие и разборчатые. В отношении материалов, из к-рых сооружаются П., различают *земляные плотины* (см.), *деревянные плотины* (см.), *железобетонные плотины* (см.), железные П., каменные П., а также П. смешанной конструкции. Какому материалу отдать предпочтение, всецело зависит от местных условий и наличия на местах постройки П. того или иного материала. Каменные П. (из бетона, камня, кирпича) м. б. гравитационные, сводчатые или арочные и в простейшем виде насыпные (в виде каменной наброски). Сооружение каменных П. обусловлено наличием прочного скалистого основания для них, свободно выдерживающего приходящуюся на его долю нагрузку. В отношении выбора конструкции П. вопрос решается целесообразностью и стоимостью сооружения. В узких долинах, в скалистых берегах напр., рациональными являются сводчатые П. в виде одного свода, опирающегося своими пятнами на скалистые берега. Немаловажную роль играют также климатические условия; напр. в местностях с низкими t° нецелесообразно сооружать тонкостенные односводчатые или арочные П., имея в виду льдообразование. Наиболее выгоднейшим месторасположением П. является наиболее узкое место долины, расширяющееся к стороне напорной воды (верхнему бьефу) и имеющей здесь малое падение, т. е. позволяющей накопление большого запаса воды при минимальной высоте П. При возведении каменной или бетонной кладки руководствуются общими правилами рационального выполнения работ в отношении их последовательности, предохранения от мороза и быстрого усыхания, устройства изоляции и пр. На всех судоходных реках, прегражденных П., должны быть предусмотрены *шлюзы* (см.) для пропуска судов или разборчатые части для образования проходов, а также *рыбоходы* (см.).

1. **Гравитационные П.** Давление воды на эти П. уравновешивается весом П., сопротивляющимся сдвигу вдоль шва основания и образующим момент, противодействующий опрокидыванию. Задача рационального проектирования заключается в том, чтобы устойчивость и прочность П. были достигнуты при наименьшем расходе материала и рабочей силы. В поперечном сечении массива П. не должны возникать растягивающие напряжения; необходима полная обеспеченность от всяких трещин, влекущих за собой проникновение в кладку напорной воды. Все возникающие в кладке П. напряжения нигде не должны превосходить допускаемых. Основным профилем гравитационной П. является треугольный (фиг. 1). При каменной кладке в дело идет только хороший, сопротивляющийся выветриванию камень, по преимуществу тяжелых пород, допускающих меньший объем П. Кладка д. б. плотная, исключающая пустоты; раствор—чисто цементный или с примесью трассы. Кладка ведется слоями ок. 2 м вы-

соты каждый, перпендикулярными к линии давлений. В плане плотины располагают по прямой линии или по дуге круга выпуклостью к стороне воды, чтобы тем самым устранить во возможность появления вертикальных трещин



Фиг. 1.

вследствие t° -ных колебаний. При расположении П. по прямой линии ее подразделяют через каждые 20—30 м t° -ными швами (фиг. 2: а—вид со стороны нижнего бьефа; б—план П.). При расположении П. по дуге круга радиус его по Энгельсу берут равным

$$r = 1s \div 1,5s, \quad (1)$$

где s —длина хорды, замыкающей дугу. Величина прогиба выпуклой части П.

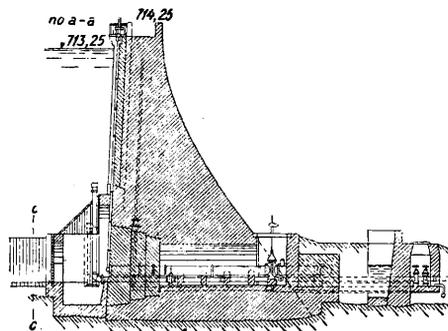
$$\delta = \frac{f3s}{16f} \cdot \Delta l, \quad (2)$$

где Δl —укорочение длины П. вследствие t° -ных колебаний, f —стрела.

$$\Delta l = \alpha l t, \quad (3)$$

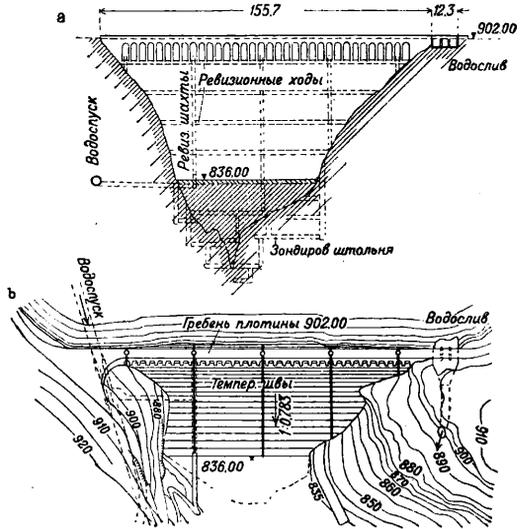
где l —длина дуги, по которой очерчена П. в плане, t —наибольшая разность t° в $^\circ\text{C}$, $\alpha = 0,0000038$. По Лик-

фельду криволинейное очертание П. в плане приносит существенную пользу (в смысле увеличения прочности) лишь при высоких П. перегораживающих узкую долину. Для отвода просачивающейся воды полезно в расстоянии ок. 2 м от поверхности стены, обращенной к напорной воде, устроить дренажную систему из 5—10-см дренажных труб, заделанных вертикально в кладку в расстоянии ~ 2 м друг от друга и соединенных внизу общей водоотводной трубой (фиг. 3). Особое внимание д. б. уделено шву основания: для предупреждения проникновения в него напорной воды применяется тщательное забетониро-



Фиг. 3.

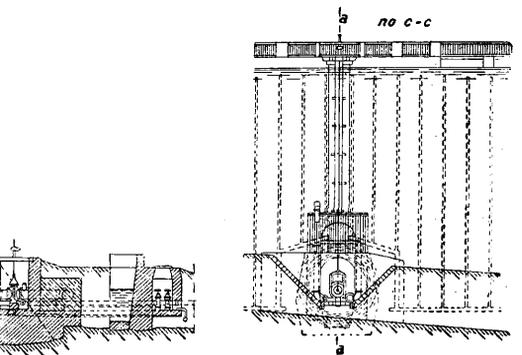
вание основания, образование шпоры (фиг. 4), при неплотной скале—впрессовывание цемента для заполнения всех пустот в скалистом основании на сравнительно большую глубину. С верхней стороны у подошвы П. иногда делают глиняную отсыпь. Если будут обнаружены в основании П. ключи, то их выход надлежит перенести в пределы верхнего бьефа; если же это не представляется возможным, то ключи тщательно капаируют и отводят. Верхний обветрившийся слой скалы в местах расположения основания удаляют, углубляя котлован до здоровой скалы, после чего поверхность ее выделывают зубцами, чтобы предохранить кладку фундамента от скольжения по шву осно-



Фиг. 2.

вания. Перед кладкой этот шов прочищают напорными струями воды и, если нужно, торкретируют.

При рассмотрении сил, действующих на гравитационную плотину, мысленно вырезают участок массива П. в месте наибольшей

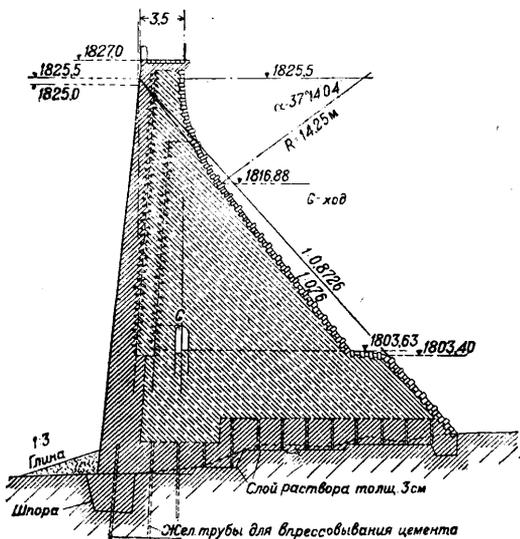


высоты ее шириною в 1 м; в общем случае на этот участок действуют: вес П., давление воды, давление ледяного покрова воды, у основания массива—давление земли при наличии земляной присыпки, опорная реак-

ция грунта и напор под фундаментом II. Вес II. зависит от ее размеров и веса материалов, из к-рых она сооружена. При каменной кладке этот вес равен приближенно:

$$\gamma_m = \frac{2}{3}\gamma_s + \frac{1}{3}\gamma_b, \quad (4)$$

где γ_s —собственный вес камней, а γ_b —вес раствора. На площадь стенки II. в 1 м², расположенную на глубине h м под поверхностью воды, давление воды выразится величиною γh т/м², где γ —вес воды в т/м³. При расчете высота горизонта воды берется в уровень с гребнем II. В отношении давления ледяного покрова можно руководствоваться временным сопротивлением сжатию льда в 22 кг/см². В Германии давление ледяного покрова совершенно не учитывается, в Италии это давление берут равным до 25 т/м², в Швейцарии до 70 т/м², в США до 60 т/м². Вес внутренней земляной присыпки (при наличии таковой) принимается в 1,8 т/м³ при опоронном бассейне и ок. 0,8 т/м³



Фиг. 4.

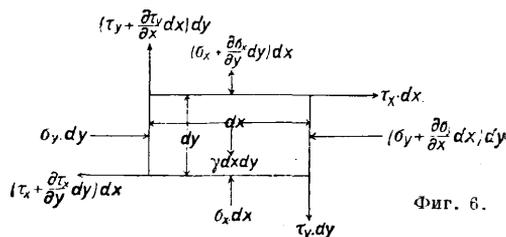
при заполненном (вес уменьшен на величину подфундаментной силы напора). Давление земли в данном случае принимается как давление жидкости с большим уд. весом (угол трения между земляной присыпкой и каменной кладкой II. не учитывают, имея в виду, что земляная присыпка пропитана водой). Давление воды на подошву фундамента распределяется различно в зависимости от того, вытекает ли просачивающаяся вода у воздушной стороны подошвы или нет. В первом случае давление распределяется в виде тр-ка, причем крайнее давление у верхнего бьефа равно γh , а у нижнего 0; во втором случае (когда просачивающаяся вода не имеет стока) давление на подошвенный шов распределяется равномерно и равно γh ; γ —удельный вес воды, а h —ее глубина. При расчетах подфундаментный напор учитывается лишь в той части подошвенного шва, в к-рой он превышает давление каменной кладки II., в остальной части подошвенного шва давление воды заменяет опорную реакцию грунта (частично или полно-

стью). Графически это пояснено фиг. 5, по которой подфундаментный напор, в крайнем случае, выражается тр-ком a или $a + b$. Рассматриваемый подпор тем меньше, чем ближе к середине ядра сечения расположена напорная линия при заполненном водоеме, так как тогда сжимающие напряжения больше у водной стороны плотины. Для парализования напора воды устраивают вертикальный дренаж в ближайшей к напорной воде части плотины или же уплотняют грунт в пределах этой части; устройство дренажа целесообразно лишь в том случае, если он не подвергается разрушению от движений в каменной кладке массива II.,—задача трудно осуществимая. Дренаж должен допускать безнапорный сток просачивающейся воды, вследствие чего недопустимо устанавливать какие-либо затворы на дренажных линиях. По Шокличу более целесообразно взамен устройства дренажа производить уплотнение грунта путем выpressовывания в



Фиг. 5.

напора воды устраивают вертикальный дренаж в ближайшей к напорной воде части плотины или же уплотняют грунт в пределах этой части; устройство дренажа целесообразно лишь в том случае, если он не подвергается разрушению от движений в каменной кладке массива II.,—задача трудно осуществимая. Дренаж должен допускать безнапорный сток просачивающейся воды, вследствие чего недопустимо устанавливать какие-либо затворы на дренажных линиях. По Шокличу более целесообразно взамен устройства дренажа производить уплотнение грунта путем выpressовывания в



Фиг. 6.

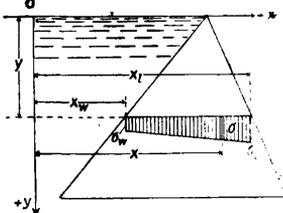
него бетона на более значительную глубину. Просачивание воды через подошвенный шов парализуется, как выше указано, целесообразным сопряжением каменной кладки массива II. с основанием, устройством специальной изоляции и сооружением шпоры. Сила подфундаментного напора воды, складываемая с равнодействующей от веса каменной кладки массива II. и давления воды водоема, отклоняет эту равнодействующую к воздушной стороне II. и изменяет распределение напряжений в подошвенном шве; вместе с этим изменяется также учитываемая часть подфундаментного подпора воды.

Для исследования напряжений в массиве II. исходят по Мсру из общих условий равновесия напряжений при плоскостном состоянии напряжений. С обозначениями на фиг. 6 имеем:

$$\frac{\partial \sigma_y}{\partial x} + \frac{\partial \tau_x}{\partial y} = 0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial y} - \frac{\partial \tau_y}{\partial x} + \gamma = 0; \quad (6)$$

$$\tau_x + \tau_y = 0; \quad (7)$$

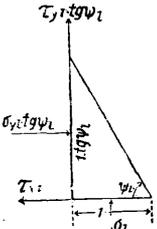


Фиг. 7.

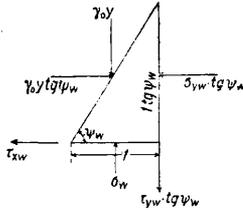
при этом положительными считаются те сжимающие напряжения σ и трансверсальные напряжения τ , к-рые вращают элемент рассматриваемого тела по направлению часовой стрелки. Распределение напряжений вдоль сечения происходит приблизительно линейно по закону трапеции. Для произвольной точки с координатами x и y тогда будет иметь силу следующее выражение с обозначениями по фиг. 7:

$$\sigma_x = \sigma_w + (\sigma_l - \sigma_w) \frac{x - x_w}{x_l - x_w}, \quad (8)$$

а равновесие элемента рассматриваемого тела у воздушной и водной сторон требует



Фиг. 8.



Фиг. 9.

удовлетворения следующих ур-ий: а) у воздушной стороны П. (фиг. 8):

$$\sigma_l + \tau_{yl} \operatorname{tg} \psi_l = 0, \quad (9)$$

или

$$\tau_{yl} = -\sigma_l \operatorname{ctg} \psi_l = -\tau_{xl}; \quad (9')$$

далее:

$$\tau_{xl} - \sigma_{yl} \operatorname{tg} \psi_l = 0, \quad (10)$$

или

$$\sigma_{yl} = \tau_{xl} \operatorname{ctg} \psi_l \quad (10')$$

и т. к. $\tau_{yl} = -\tau_{xl}$, можно также написать:

$$\sigma_{yl} = \sigma_l \operatorname{ctg}^2 \psi_l;$$

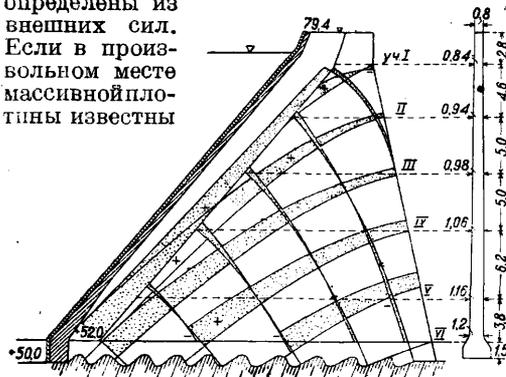
б) у водной стороны (фиг. 9):

$$\tau_{yw} = (\sigma_w - \gamma_0 y) \operatorname{ctg} \psi_w = -\tau_{xw} \quad (11)$$

и

$$\sigma_{yw} = \gamma_0 y + (\sigma_w - \gamma_0 y) \operatorname{ctg}^2 \psi_w, \quad (12)$$

где γ_0 —уд. в. воды. Краевые напряжения σ_l и σ_w в горизонтальных сечениях м. б. определены из внешних сил. Если в произвольном месте массивной плотины известны



Фиг. 10.

напряжения σ_x, σ_y, τ , то оба главных напряжения будут:

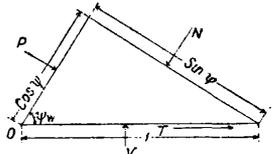
$$\sigma_{1,2} = \frac{1}{2} [\sigma_x + \sigma_y \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}], \quad (13)$$

а главные направления будут характери-

зоваться следующим уравнением

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2\tau}{\sigma_y - \sigma_x}. \quad (14)$$

Наибольшие и наименьшие значения напряжений σ_x, σ_y, τ лежат в контуре массива. Главные направления совпадают с омываемыми водой и воздухом боковыми поверхностями П., остальные главные направления перпендикулярны к ним. Направления главных напряжений в сечении массива П. характеризуются траекториями (фиг. 10), которые начинаются перпендикулярами у одной стороны контура П. и приближаются асимптотически к его другой стороне. Вдоль траекторий трансверсальных напряжений не существует. Вырежем мысленно (фиг. 11)



Фиг. 11.

из тела плотины очень маленькую призму длиной=1 уводной стороны, причем одна боковая грань лежит в контуре, вторая — перпендикулярна к ней, а третья горизонтальна; первые 2 боковые грани перпендикулярны к главным направлениям. Равновесие призмы требует, чтобы сумма моментов всех сил, действующих вокруг произвольной точки (например вокруг точки O), была равна нулю:

$$P \cdot \frac{1}{2} \cos \psi_w + N \cdot \frac{1}{2} \sin \psi_w - V \cdot \frac{1}{2} = 0. \quad (15)$$

При длине горизонтальной стороны сечения призмы, равной единице, будем иметь еще следующие равенства:

$$V = \sigma_w \cdot 1; \quad T = \tau \cdot 1; \quad P = \gamma_0 \cdot h \cdot 1 \cdot \cos \psi_w;$$

$$N = \sigma_{w1} \cdot 1 \cdot \sin \psi_w.$$

где σ_{w1} —главное нормальное напряжение в контуре П.; $\gamma_0 h$ —давление воды на высоте горизонтального сечения. Подставляя эти величины в ур-е (15), получим:

$$\gamma_0 h \cos^2 \psi_w + \sigma_{w1} \sin^2 \psi_w - \sigma_w = 0, \quad (16)$$

или

$$\sigma_{w1} = \frac{\sigma_w}{\sin^2 \psi_w} - \gamma_0 h \operatorname{ctg}^2 \psi_w, \quad (16')$$

$$\sigma_{w2} = \gamma_0 h. \quad (17)$$

Чтобы у водной стороны П. не было растягивающих напряжений, линия давлений не только должна проходить внутри ядра, но и одновременно должна быть настолько отдалена от расположенного к воздушной стороне края ядра, чтобы было соблюдено следующее условие:

$$\sigma_w > \gamma_0 h \cos^2 \psi_w, \quad (18)$$

т. к. только в этом случае $\sigma_{w1} > 0$, и следовательно напряжения—сжимающие. По Келену главные напряжения получаются равновеликими независимо от направления сечений массива П. Когда оба главных напряжения σ_1 и σ_2 по ф-ле (13) положительны (сжимающие напряжения), то трансверсальные напряжения можно игнорировать. Редуцированное главное напряжение (напряжение, которое вызывает те же деформации, что и

главные напряжения σ_1 и σ_2) будет

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{1\text{ред.}} &= \sigma_1 - \frac{1}{m} \sigma_2 \\ \sigma_{2\text{ред.}} &= \sigma_2 - \frac{1}{m} \sigma_1 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

и

У водной стороны главные напряжения будут:

$$\sigma_1 = \sigma_{\text{к1}}, \quad \sigma_2 = \gamma_0 h, \quad (20)$$

так что:

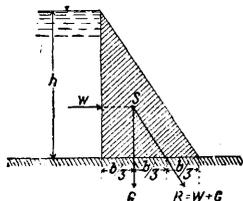
$$\sigma_{\text{к1ред.}} = \sigma_{\text{к1}} - \frac{1}{m} \gamma_0 h. \quad (20')$$

Подставляя в последнюю ф-лу величину $\sigma_{\text{к1}}$, из ф-лы (16'), получим:

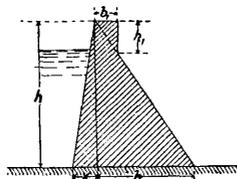
$$\sigma_{\text{к1ред.}} = \frac{\sigma_{\text{к1}}}{\sin^2 \psi_w} - \gamma_0 h \left(\text{ctg}^2 \psi_w + \frac{1}{m} \right). \quad (21)$$

Величина m в ф-лах означает коэф. Пуассона, к-рый для бетона в зависимости от его состава варьирует в пределах 5÷12.

При проектировании П. намечают профиль и определяют все усилия, действующие на участок П. длиной в 1 м (как было указано выше), после чего проверяют дей-



Фиг. 12.



Фиг. 13.

ствующие в рассматриваемом элементе П. напряжения, к-рые нигде не должны превосходить допускаемых, в противном случае намечают новый профиль, проверяя опять его до получения вполне удовлетворительных результатов. Проверку намеченного профиля делают как при наполненном, так и при опорожненном водоеме. Для средних высот наиболее экономичным профилем П. будет треугольный с вертикальной гранью, обращенной к напорной воде, и с вершиной, расположенной на уровне наивысшего горизонта воды (фиг. 12). При таком профиле у водной стороны не будет растягивающих напряжений, если при заполненном водоеме краевое напряжение будет равно нулю. Равнодействующая всех сил должна проходить в ядре сечения как при заполненном, так и опорожненном водоеме. При уд. в. γ_m каменной кладки П. вес участка ее в 1 м длины будет равен $\gamma_m \frac{bh}{2}$. Ширина b подошвы П. определится из выражения:

$$\gamma_m \frac{bh}{2} \cdot \frac{b}{3} = W \frac{h}{3} = \gamma_0 \frac{h^2}{2} \frac{h}{3}, \quad (22)$$

где W —давление воды. Решая ур-ие (22) в отношении b , получим:

$$b = h \sqrt{\frac{\gamma_0}{\gamma_m}} = \frac{h}{\sqrt{\gamma_m}}. \quad (23)$$

Определив треугольный профиль П., уширяют гребень ее соответственно потребностям; при сообщениях через П. ширина гребня делается 3—6 м. Чтобы начать с какого-либо профиля П., берут предварительно $b = 0,7 h$ и $\gamma_m = 2,4 \text{ м}^3$. При $h > 50 \text{ м}$ принимают $b > 0,7 h$. Со стороны воды придают

П. скат с заложением $x = nb = \frac{1}{20} \div \frac{1}{10} h$. По Линку (см. обозначения на фиг. 13):

$$x = \frac{b_1 h_1 (b - 2b_1)}{bh + 2b_1 h_1}. \quad (24)$$

Т. к. всякое наклонение водной стороны П. уменьшает стабильность П., то нек-рые авторы рекомендуют отказаться от всякого уклона водной стороны П. и делать водную грань вертикальной. Если с водной стороны плотина имеет наклонную грань, то для предотвращения растягивающих напряжений достаточно уже одного условия, чтобы равнодействующая проходила в ядре сечения, но (как выше было указано) необходимо, чтобы одновременно было соблюдено условие (18). По Шокличу в сторону воды потребуются большее уширение П., чем указано выше, если стена П. достигнет высоты, при к-рой у водной стороны допускаемое напряжение будет превзойдено под влиянием веса массива П. при опорожненном водоеме. Если линия давлений при опорожненном водоеме совпадает с ядерной линией, ближайшей к водной стороне П., то напряжения распределятся по тр-ку, и краевые напряжения с воздушной стороны будут равны нулю. С водной стороны краевое напряжение σ_w определится по ф-ле:

$$\sigma_w = \gamma_m h, \quad (25)$$

где γ_m выражается в $\text{т}/\text{м}^3$, а h —глубина расположения рассматриваемого шва в м (считая от гребня П.).

Начиная от глубины

$$h = \frac{\sigma_w \text{ доп.}}{\gamma_m}, \quad (26)$$

допускаемое напряжение $\sigma_w \text{ доп.}$ было бы превзойдено, вследствие чего, начиная с этой глубины, П. должна быть с ее водной стороны более уширена. Это мероприятие однако может иметь место лишь при очень высоких П. Каммюллер дает для определения краевых напряжений в швах следующие ф-лы (фиг. 14). а) Для низовой стороны П. (основные напряжения):

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= h \left[\frac{\gamma_m}{\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta} \cdot \text{tg} \beta + \frac{\gamma_m}{(\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta)^2} \cdot (1 - \text{tg} \alpha \text{tg} \beta) \right]; \\ \sigma'_y &= \sigma'_x \text{tg}^2 \alpha; \quad \tau' = \sigma'_x \text{tg} \alpha; \quad \tau'_{\text{max}} = \frac{\sigma'_1}{2} \\ \sigma'_1 &= \frac{\sigma'_x}{\cos^2 \alpha} = \sigma'_x (1 + \text{tg}^2 \alpha) \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

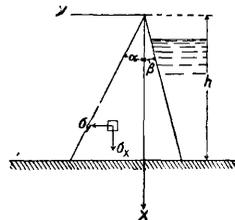
б) Для верховой стороны П. (основные напряжения):

$$\left. \begin{aligned} \sigma''_x &= h \left[\frac{\gamma_m}{\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta} \cdot \text{tg} \alpha - \frac{\gamma_w}{(\text{tg} \alpha + \text{tg} \beta)^2} (1 - 2 \text{tg} \alpha \text{tg} \beta - \text{tg} \beta^2) \right]; \\ \sigma''_y &= p - \tau'' \text{tg} \beta; \quad \sigma''_z = \sigma''_x - \tau'' \text{tg} \beta; \quad \tau'' = (p - \sigma''_x) \text{tg} \beta \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

здесь p —давление воды, τ —напряжение сдвига. Чтобы избежать растягивающих краевых напряжений, необходимо условие:

$$\sigma''_x > p \sin^2 \beta. \quad (29)$$

Для массивных П. последнее условие в виду малости угла β практич. значения не имеет,



Фиг. 14.

однако оно существенно для опор арочных П. в) Добавочные напряжения от уширенной части гребня П. выражаются ур-иями:

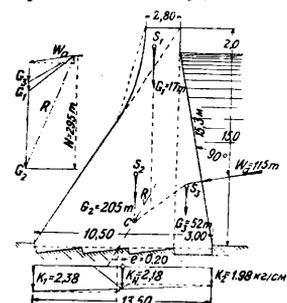
$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= + \frac{(a' - d) \cdot K \cdot 6}{(tg\alpha + tg\beta)^2 h^2} \\ \sigma''_x &= - \frac{(a' - d) \cdot K \cdot 6}{(tg\alpha + tg\beta)^2 h^2} \end{aligned} \right\}, \quad (30)$$

где K —величина нагрузки от уширенной части гребня П., d —расстояние силы K от оси x -ов (фиг. 14),

$$a' = \frac{2tg\alpha - tg\beta}{3} h,$$

$$a'' = \frac{tg\alpha - 2tg\beta}{3} h;$$

знак плюс означает растяжение, знак минус—сжатие. г) Добавочное напряжение от давления воды при повышении высоты плотины и уровня воды над вершиной основного тр-ка П. (фиг. 14). Если уровень воды на величину Δh $tg\alpha$ превышает вершину основного тр-ка П., то равное по всей высоте добавочное давление выразится величиной $\Delta p = \Delta h \cdot \gamma_w$, а добавочные

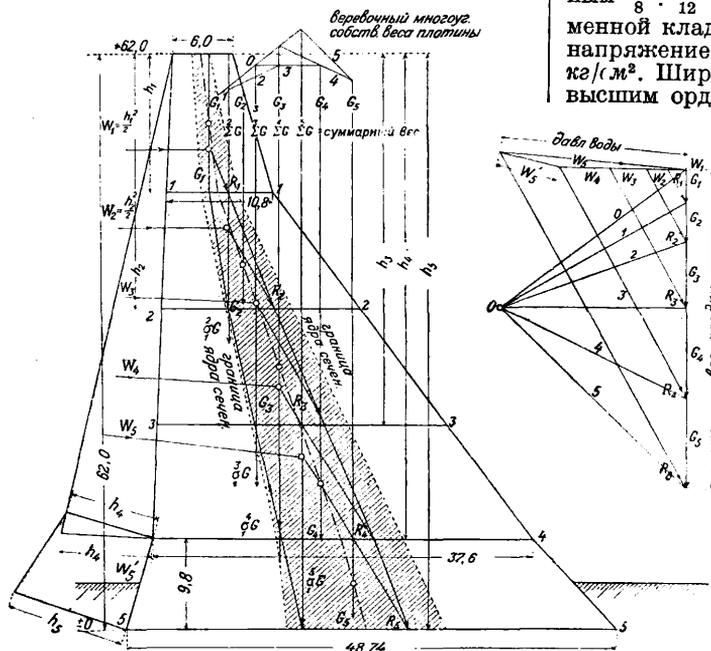


Фиг. 15.

напряжения от повышенного уровня воды выражаются следующими равенствами:

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= \frac{\Delta p}{(tg\alpha + tg\beta)^2} [-3 + tg\beta(2tg\alpha - tg\beta)] \\ \sigma''_x &= \frac{\Delta p}{(tg\alpha + tg\beta)^2} [3 - tg\beta(4tg\alpha + tg\beta)] \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

Напряжения независимы от высоты плоти-



Фиг. 16.

ны. д) Добавочные напряжения от давления ледяного покрова водоема определяются из следующих уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_x &= - \frac{6H}{h(tg\alpha + tg\beta)^2} \left(1 - \frac{\Delta h}{h}\right) \\ \sigma''_x &= + \frac{6H}{h(tg\alpha + tg\beta)^2} \left(1 - \frac{\Delta h}{h}\right) \end{aligned} \right\}, \quad (32)$$

где H —горизонтальное давление льда на расстоянии Δh от вершины П. Во вновь сооружаемых П. вершину основного тр-ка располагают на высоте уровня воды, вследствие чего расчет на добавочное давление воды по (г) обыкновенно отпадает. По Камюллеру давление льда неопасно для П., а давление от уширенной части гребня П. улучшает статич. состояние ее.

Действующие в П. напряжения определяют наилучшим образом графическим путем. На фиг. 15 граф. расчет П., а на фиг. 16 статич. расчет массивной П. с построением кривой давления. Для построения линии давлений разделяют профиль П. на части горизонтальными линиями (швами), расположенные друг от друга на расстояниях, соответствующих 5 м; для каждого шва затем определяют равнодействующую всех усилий, действующих на рассматриваемый шов как при наполненном, так и опорожненном водоеме; соединение во швах точек приложения равнодействующих сил дает искомую кривую давлений, к-рая должна всюду проходить внутри ядра сечения. Чтобы не было скольжения в горизонтальных плоскостях сечений, угол между равнодействующей и вертикалью не д. б. более 37°. Все расчеты должны основываться на допуске напряжении раствора кладки, так как это напряжение ниже такового для камня или кирпича. Наибольшее допускаемое краевое напряжение обыкновенно принималось равным $\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}$ временного сопротивления каменной кладки П., причем это допускаемое напряжение не должно превышать 12—16 кг/см². Ширина гребня П. и высота П. над высшим ординаром воды зависит от глубины h_w воды в водоеме. По Ребоку: а) высота П. над высшим ординаром воды в м:

$$h_l = \frac{h_w}{15} + 0,3 \text{ м}; \quad (33)$$

б) ширина гребня П. в м:

$$b_k = \frac{h_w}{15} + 1,8 \text{ м} = h_l + 1,5 \text{ м}. \quad (34)$$

По Круньола (Crugnola) ширина гребня П. при $h_w = 5 \div 50$ м варьирует в пределах 1,70—4,75 м, а высота П. над высшим ординаром воды при том же значении h_w —в пределах 0,50—3,50 м. По Кранцу при $h_w = 5 \div 50$ м величина $b_k = 2,00 \div 5,00$ м, а величина $h_l = 0,50 \div 3,50$ м. В табл. 1 приводятся сравнительные расчетные предположения с учетом подфундаментного напора и без такового, соответственные этим предположениям вершинные углы (фиг. 14) основного треугольника П.

(при удельном весе каменного материала $\gamma = 2,3 \text{ т/м}^3$) и сравнительный расход каменного материала для плотины.

Табл. 1.—Сравнительные данные о вершинных углах П. и расходе каменного материала.

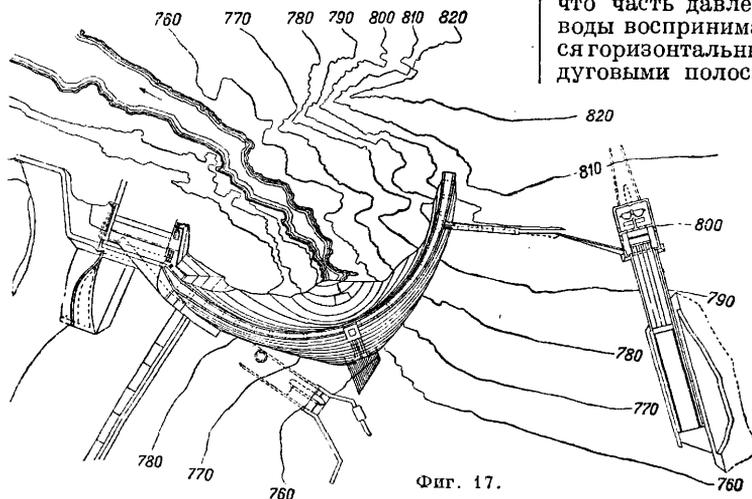
Расчетные предположения		$\operatorname{tg}^2 \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$ ($\gamma=2,3$)	Относит. расход каменных материалов
Старое предположение	Без подфундаментн. подпора: $\sigma_w=0$	$\frac{1}{\gamma}$	0,659	1,00
По Леви	Снимающее напряжение у водной стороны плотины равно гидростатич. давлению: $\sigma_w=h$	$\frac{1}{\gamma-1}$	0,875	1,33
По Ликфельду равномерно распределенный подфундаментный подпор= h	Предел стабильности: $\sigma_l=\infty$	$\frac{1}{2\gamma-3}$	0,791	1,20
То же	Нижний предел по Ликфельду для практич. устойчивости	$\frac{2}{3\gamma-4}$	0,830	1,26
То же	Напряжение у воздушной стороны: $\sigma_l=\gamma h$	$\frac{\gamma-1}{\gamma^2-\gamma-1}$	0,805	1,23
Подфунд. подпор, равномерно убывающий (в виде тр-ка), у водной стороны= nh	Предел стабильности	$\frac{1}{2(\gamma-n)}$	0,620 ($n=1$)	0,94
То же	Напряжение у воздушной стороны	$\frac{\gamma}{\gamma^2-n^2}$	0,732 ($n=1$)	1,11
То же	Снимающее напряжение у водной стороны равно подфундаментному напору= nh	$\frac{1}{\gamma-n}$	0,690 ($n=0,2$) 0,745 ($n=0,5$)	1,05 1,13

В приведенных в табл. 1 формулах величина n означает подпорный коэффициент. Против скольжения основывают П. на прочном фундаменте с принятием указанных выше мер или заделывают (в нижней части) в скалу; фундамент П. закладывается на материке.

2. Технические условия проектирования гравитационных П. В отношении очертания П. в плане по франц. технич. условиям признается рациональным придание П. криволинейного очертания лишь при длине П. более 250 м и при наличии соответствующего очертания долины в плане и профиле. Герм. практика придерживается тех же условий, американская же допускает искривление направления П. лишь в том случае, когда это оказывается выгодным в экономич. отношении. В отношении поперечного профиля П. франц. технич. условия рекомендуют простой треугольный профиль, избегая отсыпей с верховой стороны. В Америке допускают для воздушной грани 2—3 перелома. В отношении t° -ных явлений по франц. техническим условиям принимают меры путем возведения сооружений отдельными чередующимися секциями, отделяемыми друг от друга t° -ными швами, перекрываемыми непроницаемым и эластичным материалом. Расстояние между этими швами берется 15—30 м. Для увеличения водоне-

проницаемости шва, помимо применения изогнутой по дуге круга медной пластинки, оставляют в месте расположения шва вертикальную шахту сечением около 1 м², заполняемую впоследствии раствором под давлением. Для обеспечения П. от давления фильтрационной воды снизу франц. технич. условия рекомендуют устройство защитной шпору, впредсывание в грунт цемента, применение дренажа. Для осмотра плотины сооружают колодцы и галлереи. Напорную грань плотины покрывают цементом. В частях, соседних с лицевой гранью, применяют раствор с большим содержанием цемента. В Италии применяют дренаж, в то время как в испанских и швейцарских П. тело П. обыкновенно не дренируют, вследствие чего в расчет вводят полное противодействие фильтрационной воды; низовой грани придают уклон в 0,80—0,85. В америк. П., снабженных почти всегда дренажной системой, этот уклон равен 0,70—0,75. В отношении внешних сил учет ведется различный. Во Франции плотины рассчитывают только на вес кладки и горизонтальное давление воды без учета подфундаментного напора воды; последний принимается в соображение, когда это требуется местными условиями. По итальянским технич. условиям принимается в расчет давление снизу, равное у верховой

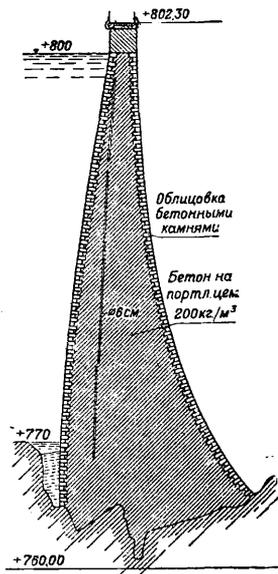
границы m, h , где m есть коэф., варьирующийся в пределах от 0,33 до 1,0 при высоте П. 25—50 м, причем при наличии хорошего дренажа и при криволинейном расположении П. в плане указанные числа для величины m м. б. уменьшены. В Испании и Швейцарии принимается полное противодействие фильтрационной воды. В Америке коэф. $m=0,25 \div 0,30$. Давление ледяного покрова по итальянским технич. условиям принимается в 5—25 т/н. м при высоте 800—1 000 м над уровнем моря. В Германии давление льда не учитывается, а в Америке вводится в расчет лишь для водоудержательных П., служащих целям водоснабжения. В тех случаях, когда тело П. ослаблено большим количеством отверстий водоспусков и дренажных галлерей, это обстоятельство д. б. принято во внимание при расчетах. Что касается напряжений, то по франц. технич. условиям наибольший допуск напряжения на сжатие принимается в $1/8—1/10$ временного сопротивления, которое выявляется опытным путем. Растягивающие усилия нигде не допу-



Фиг. 17.

дуют устройство шпоры. В Америке шпоры устраивают всегда, доводя их иногда до глубины 30 м, а для уплотнения основания цементируют его посредством нагнетания цемента в ряд предварительно пробуровленных скважин. Особое внимание обращают на сопряжение П. со склонами тальвега, причем применяют обделку уступами по предварительном удалении верхнего слоя по всей ширине профиля, пока не будет достигнута плотная скала хорошего качества, и выбирают небольшую нишу для ядра П. Склоны тальвега в местах примыкания П. обрабатывают так же, как и основание под П.

3. Сводчатые П. Когда перегораживают узкие глубокие в скалистых берегах расположенные ущелья, то является целесообразным сооружать в этих местах плотины в виде одного монолитного свода (фиг. 17 и 18). Сводчатые плотины рассчитываются в наст. время в предположении, что часть давления воды воспринимается горизонтальными дуговыми полосами



Фиг. 18.

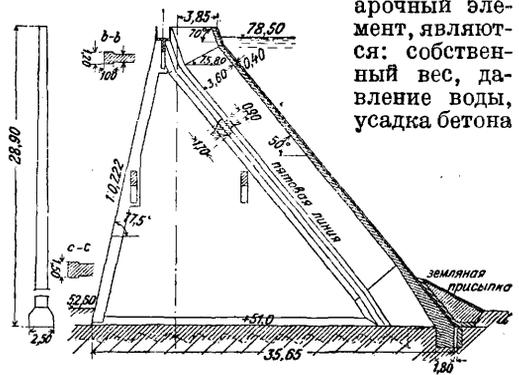
скаются. Рекомендуется построение кривых равного наибольшего сжатия, кривых наибольшего скальвающего напряжения и кривых траекторий главн. напряжений. Итальянские и немецкие нормы близки к французским. Для устранения возможности появления растягивающих напряжений при опорожненном водоеме напорной грани придают небольшой уклон ($\sim 0,05$). Америк. руководства дополняются условиями, чтобы отношение суммы горизонтальных сил к сумме вертикальных не было $> 0,75$ (из условия сдвига) и чтобы угол, составляемый воздушной гранью с горизонтом, был $\geq 45^\circ$. В отношении подготовки основания по франц. технич. условиям д. б. приняты все меры к тому, чтобы обеспечить водонепроницаемость основания (осмотр и подготовка опорных поверхностей, заделка скважин и другие мероприятия). Итальянск. технич. условия обуславливают помимо принятия общих уплотняющих основание мер устройство у напорной грани шпоры в виде траншеи шириной 2—6 м и глубиной 3—9 м, заполняемой бетоном. Герм. нормы также рекомен-

свода, опирающимися на береговые скалистые откосы, остальная же часть давления воды воспринимается вертикальными опорными полосами свода, передающими давление на основание плотины. Распределение давления воды на опорные и дуговые полосы делают с таким расчетом, чтобы общая объем полосам точка имела одинаковое перемещение как по отношению к дуговой полосе, так и к опорной. По предложению Ергенсена (L. R. Jorgensen) дуговые полосы проектируют с уменьшающимися книзу радиусами, но приблизительно равными центральными углами, причем наиболее экономичным центральным углом считают угол в 133° . Примером построенной по теории Ергенсена П. служит П., изображенная на фиг. 17 (план) и фиг. 18 (разрез); высота этой П. равна 60 м; толщина дуговых полос от замка свода к пятам увеличивается на 50%. В новейших сводчатых П. расположены вертикальные водонепроницаемые швы, чтобы тем самым избежать моментов заделки. Экономичным пределом пролета сводчатых плотин признается пролет в ~ 200 м.

Как на типичные сводчатые П. можно указать также на П. Золя во Франции, перегораживающую ущелье шириной 7 м по дну и 67 м на высоте 38 м, или на П. Падфиндера (Pathfinder), сооруженную в ущелье шириной в 69 м лишь на высоте 64 м от дна. В зависимости от ширины ущелья применяли радиусы в 30 м, 45 м, 122 м и пр. Сводчатые П. имеют часто незначительную толщину, чему примером может служить П. Сиксмайлкрик (Sixmilecreek) в Австралии; при высоте 10 м она имеет толщину всего лишь 2,40 м; радиус свода равен 20,5 м при ширине ущелья поверху в 30 м. Наибольшей по высоте сводчатой П. является в настоящее время П. Пакоима (Pacoima) высотой 114,3 м над ложем реки и на 121,92 м выше основания; пролет свода равен 164,59 м; радиус кривизны у гребня 97,54 м, у основания 35,05 м; ширина гребня 2,44 м; ширина у основания 29,26 м. Все, что сказано в отношении рациональной подготовки основания и береговых склонов для гравитационных П., относится не в меньшей степени, а по отношению к берегам ущелья еще в большей степени к сводчатым П.

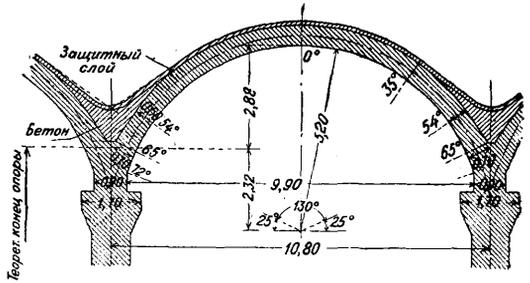
4. Арочные П. Эти плотины состоят из ряда арок, опирающихся на береговые и промежуточные опоры. Ось таких плотин делается прямолинейной за исключением особых случаев, экономически оправдывающих несоблюдение этого правила. Арки делают к воздушной стороне сильно наклоненными, а их опоры получают треугольное сечение с расположением вершины в уровне наиболее высокого горизонта воды. Поверху устраивают помост для сообщения с берегами. С водной стороны устраивают защитную шпору, долженствующую служить основанием для арок и преследующую в то же время цель уплотнения самого основания. На фиг. 19 (план), 20 (вертикальный разрез) и 21 (горизонтальный разрез) изображена арочная плотина, построенная в Германии. Опоры всегда располагают на равных расстояниях друг от друга, чтобы они не подвергались боковым усилиям. При расчете

линию ее, изогнутую по дуге круга, причем толщину арки считают вдоль дуги одинаковой. Усилиями, действующими на такой арочный элемент, являются: собственный вес, давление воды, усадка бетона



Фиг. 20.

и t° -ные изменения. Келен рассматривает давление воды: равномерное, происходящее на высоте замка арок, и неравномерное, вызываемое более пониженным расположением пят арки по отношению к ее замку. t° -ные изменения в после-строительный период д. б. во всяком слу-



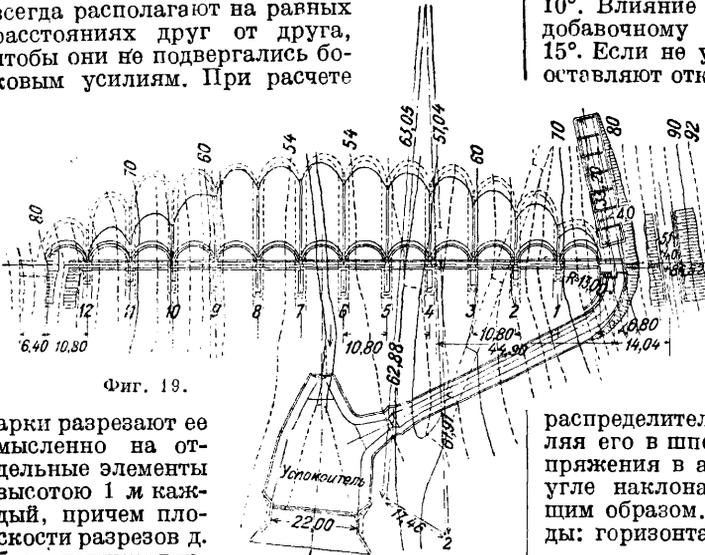
Фиг. 21.

чае учтены. Температура замыкания каменных арок принимается в среднем равной 10° . Влияние усадки бетона приравняют добавочному понижению температуры на 15° . Если не учитывают усадку, то в арках оставляют открытыми особые рабочие швы, к-рые бетонируют впоследствии после основной усадки. Кроме этих равномерных t° -ных изменений необходимо учитывать также неравномерные t° -ные изменения, происходящие от неравномерного нагрева водной и воздушной сторон арок. Необходимо предусмотреть прочную заделку арок в шпоре П., при железобетонных арках для этой цели увеличивают количество распределительного железа, прочно закрепляя его в шпоре. Усилия, вызывающие напряжения в арочном отрезке (фиг. 22) при угле наклона арки φ , выразятся следующим образом. а) Равномерное давление воды: горизонтальный распор

$$H_w = -\gamma_0 h l H'; \quad (35)$$

изгибающий момент

$$M_w = H_w \cdot y; \quad (36)$$



Фиг. 19.

арки разрезают ее мысленно на отдельные элементы высотой 1 м каждый, причем плоскости разрезов д. б. перпендикулярны к производящей арки. Каждый арочный элемент считается жестко заделанным в своих пятах. За ось арки принимают среднюю

нормальная сила

$$N_w = \gamma_0 h \lambda v l + H_w \cos \alpha. \quad (37)$$

б) Неравномерное давление воды: изгибающий момент

$$M_e = \left[-\frac{(\lambda v)^2}{\sin \alpha} t \varphi + M'_{ew} + H'_{ew} \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \cos \varphi \right) \right] \gamma_0 l^3; \quad (38)$$

нормальная сила

$$N_e = [(\lambda v)^2 \varphi + H'_{ew} \cos \varphi] \gamma_0 l^3. \quad (39)$$

в) Равномерное изменение t° : горизонтальный распор

$$H_t = \frac{E \omega}{\lambda} t l H'; \quad (40)$$

изгибающий момент

$$M_t = H_t \cdot y_0; \quad (41)$$

нормальная сила

$$N_t = H_t \cos \varphi; \quad (42)$$

г) Неравномерное изменение t° : изгибающий момент

$$M_{\Delta t} = \frac{1}{12} E \omega v^2 l^2 \Delta t. \quad (43)$$

д) Собственный вес: изгибающий момент

$$M_g = \left[-\frac{\gamma}{\sin^2 \alpha} t \varphi + M'_{eg} + H'_{eg} \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \cos \varphi \right) \right] \gamma_1 l^3; \quad (44)$$

нормальная сила

$$N_g = \left[\frac{\gamma}{\sin^2 \alpha} \varphi \sin \varphi + H'_{eg} \cos \varphi \right] \gamma_1 l^3. \quad (45)$$

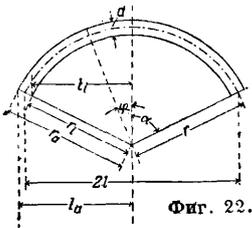
Напряжения у водной стороны:

$$\sigma = \frac{\Sigma N}{v l} + \frac{6 \Sigma M}{v^2 l^2}; \quad (46)$$

напряжения у воздушной стороны:

$$\sigma = \frac{\Sigma N}{v l} - \frac{6 \Sigma M}{v^2 l^2}. \quad (47)$$

В ф-лах (35)–(47) буквенные обозначения имеют следующее значение (фиг. 22):



Фиг. 22.

теоретич. полуарх; l — радиус; h — глубина погружения внешней замковой точки рассматриваемого поперечного сечения арки; α — центральный угол, отнесенный к полуарху; $\alpha = 75^\circ - 90^\circ$; ω — коэффициент расширения бетона, равный 0,00001; E — модуль упругости бетона; φ — центральный угол, отсчитываемый от шельги арки; t — изменение температуры по отношению к температуре замыкания арок; Δt — разность температур у внешней и внутренней поверхности арок. Вспомогательные величины: d — толщина арки; ψ — угол наклона арки;

$$\nu = \frac{d}{l}; \quad \lambda = \frac{l}{v \sin \alpha} + \frac{1}{2};$$

$$\gamma'_0 = \gamma_0 \cos \psi; \quad f_\varphi = 1 - \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi \sin \varphi;$$

$$\gamma'_1 = \gamma_1 \cos \psi; \quad t_\varphi = \varphi \sin \varphi + \cos \varphi - 1;$$

$$K_1 = 1 + \frac{1}{2} \cos \alpha - \frac{3 \sin \alpha}{2 \alpha};$$

$$K_2 = \frac{9}{8} \sin 2\alpha + \alpha - \frac{1}{4} \cos 2\alpha - 3 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha};$$

$$K_3 = 2 \sin \alpha - \frac{5}{8} \sin 2\alpha - \alpha + \frac{1}{4} \cos 2\alpha;$$

$$K_4 = \frac{1}{2} \sin 2\alpha + \alpha - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha};$$

$$K_5 = \frac{1}{2} \sin 2\alpha + \alpha;$$

$$K_6 = 2 \frac{\sin \alpha}{\alpha} - \cos \alpha - 1;$$

$$K_7 = \frac{1}{2} \alpha \cos 2\alpha + 4 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} - \frac{7}{4} \sin 2\alpha - \alpha;$$

$$K_8 = \frac{1}{4} \sin 2\alpha - \frac{1}{2} \alpha \cos 2\alpha;$$

$$H' = \frac{2 \lambda v \sin \alpha}{v^2 \sin^2 \alpha + K_5}; \quad E'w = 20 \text{ м/м}^2 \cdot 1^\circ;$$

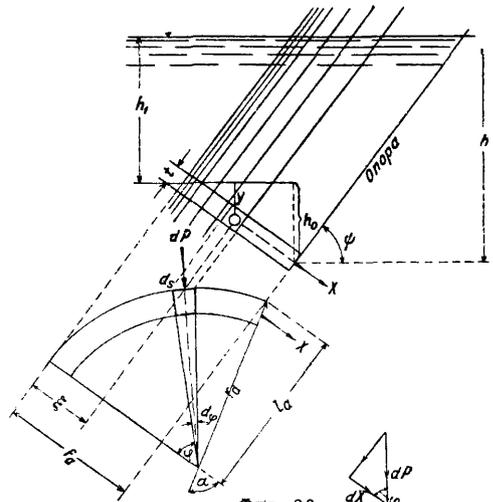
$$M'_{ew} = \frac{(\lambda v)^2}{\sin \alpha} K_1; \quad H'_{ew} = \frac{12}{v^2 \sin^2 \alpha} \frac{K_2 - K_3}{12 \frac{K_4}{\sin^2 \alpha} + K_5} (\lambda v)^2;$$

$$M'_{eg} = \frac{\gamma^2}{\sin \alpha} K_6; \quad H'_{eg} = \frac{12}{v^2 \sin^2 \alpha} \frac{K_7 - K_8}{12 \frac{K_4}{\sin^2 \alpha} + K_5} \frac{\gamma}{\sin \alpha};$$

$$y = l \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} - \cos \varphi \right) = l \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{\cos \varphi}{\sin \alpha} \right);$$

$$y_0 = \left(\frac{1}{\alpha} - \text{ctg} \alpha \right) l.$$

Приведенные выше ф-лы для определения напряжений в гравитационной П. примени-



Фиг. 23.

мы также к расчету опор арочных П., если в этих ф-лах давление воды $\gamma_0 h$ заменить специфич. давлением, передаваемым арками на опору и слагающимся из соответствующего давления воды на арки и из компоненты их веса, перпендикулярной к обращенной к напорной воде грани опоры. Для определения давления воды, передаваемого наклонной аркой на опору, вырезаем перпендикулярными к образующей арки плоскостями кольцевой слой арки шириною t (фиг. 23). На элементарную площадку $t \cdot ds$ действует радиальное давление воды:

$$dP = t \cdot ds (h_1 + y) \gamma_0, \quad (48)$$

причем

$$y = \xi \cos \psi = r_a (1 - \cos \varphi) \cos \psi, \quad (49)$$

где r_a — внешний радиус арки,

и

$$ds = r_a d\varphi, \quad (50)$$

следовательно:

$$dP = t \cdot r_a d\varphi [h_1 + r_a (1 - \cos \varphi) \cos \psi] \gamma_0. \quad (51)$$

Вертикальная к опоре компонента равна:

$$dX = dP \cos \varphi = \gamma_0 t r_a h_1 \cos \varphi d\varphi + \gamma_0 t r_a^2 \cos \psi (\cos \varphi - \cos^2 \varphi) d\varphi. \quad (52)$$

Интегрируя в пределах от 0 до α , получим:

$$X = \gamma_0 t r_a h_1 \sin \alpha + \gamma_0 t r_a^2 \cos \psi \cdot \left(\sin \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha - \frac{1}{2} \alpha \right). \quad (53)$$

Величина X представляет собой давление на одну половину арки; на опору приходится следовательно давление:

$$2X = 2\gamma_0 t r_a h_1 \sin \alpha + \gamma_0 t r_a^2 \cos \psi [\sin \alpha (2 - \cos \alpha) - \alpha] = 2l_a \gamma_0 t h_1 + \gamma_0 t \cos \psi l_a^2 \frac{1}{\sin \alpha} \left(\cos \alpha - \frac{\alpha}{\sin \alpha} \right).$$

Величина $2l_a \gamma_0 t h_1$ представляет собой давление воды на плоскую подпорную стенку П., перекрывающую пролет $2l_a$ (расстояние между двумя смежными опорами). Давление воды h_0 , выраженное в м вод. ст., произведет на опору при плоской подпорной стенке на глубине h то же действие, что и на арку, если $2X$ разделить на $2l_a \gamma_0$, т. е. если

$$h_v = \frac{2X}{2l_a \gamma_0} = h_1 + \frac{l_a}{2 \sin \alpha} \cos \psi \left(2 - \cos \alpha - \frac{\alpha}{\sin \alpha} \right). \quad (54)$$

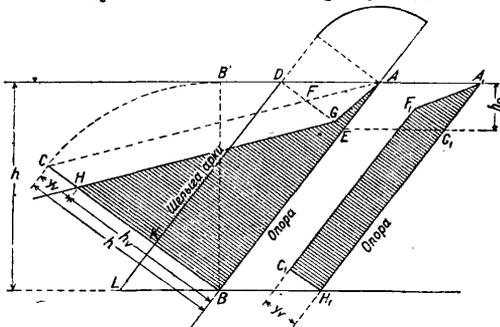
Если f_a — стрелка арки, то

$$h_0 = f_a \cos \psi = r_a (1 - \cos \alpha) \cos \psi = \frac{l_a}{\sin \alpha} (1 - \cos \alpha) \cos \psi, \quad (55)$$

а так как $h_1 = h - h_0$, то

$$h_v = h - \frac{l_a}{\sin \alpha} (1 - \cos \alpha) \cos \psi + \cos \psi \frac{l_a}{2 \sin \alpha} \left(2 - \cos \alpha - \frac{\alpha}{\sin \alpha} \right) = h - \frac{l_a \cos \psi}{2} \left(\frac{\alpha}{\sin \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha \right). \quad (56)$$

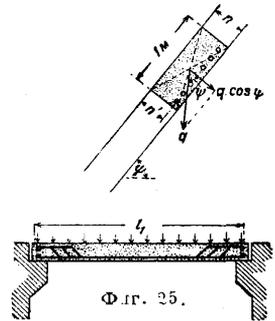
Выражение (56) относится ко всем элементам арки, расположенным ниже элемента, кточкой которого совпадает своей нижней точкой с поверхностью воды; в этих пределах при определении давления на опоры давление воды h д. б. уменьшено на величину h_v , зависящую от наклона опоры у водной сто-



Фиг. 24.

роны, от расстояния между опорами и от формы арки. Выше точки D верхнего полостью омываемого элемента арки давление воды м. б. (достаточно точно) принято линейно понижающимся до нуля на уровне воды (фиг. 24). Вес арки, приходящийся на

долю опоры, легко определяют, когда определены размеры арки, после чего намечают размеры опоры, определяя вес ее и относящейся к ней нагрузки от мостового настила и временной нагрузки. Когда все силы, действующие на опору, выявлены, проверяют целесообразность принятых размеров опоры в отношении ее устойчивости, сопротивления скольжению и допускаемых напряжений, которые нигде не должны быть превзойдены. Келен рекомендует придавать опоре ширину поверху примерно в $1/10$ расстояния между опорами, уширяя опору книзу и придавая опорам жесткость посредством ригелей, располагаемых как с воздушной, так и с водной стороны. Наиболее выгодное расстояние между двумя смежными опорами зависит от высоты П., причем оно тем больше, чем выше П. По Ергенсену наимыгоднейшее расстояние между двумя смежными опорами варьирует в пределах 9—15 м. При расчетах опор принимают наимыгоднейшее положение уровня воды, совмещая вершину треугольного сечения опоры с этим уровнем. Коэффициент устойчивости против опрокидывания принимается в пределах 1,5—2,0. Против скольжения опоры последняя сопрягается с основанием зубцами, выделанными в основании; коэф. трения $\mu = 0,8$. Если скала имеет падение в сторону нижнего бьефа, то основанию придают или горизонтальную или наклонную с подъемом в сторону нижнего бьефа поверхность с выделкой, как выше указано, зубцов в основании П. Арочные П. требуют меньше строительного материала, чем массивные (гравитационные) П., но они требуют добавочного расхода



Фиг. 25.

на подмости и опалубку, высокого качества материалов, опытных квалифицированных рабочих и более тщательного выполнения работ; все это влечет за собой удорожание П., вследствие чего арочные П. обходятся б. ч. не дешевле гравитационных.

5. Амбурсенские П. В то время как у арочных П. напорная грань представляет собой ряд арок, П. по типу Амбурсена имеют плоскую напорную грань. Особенно большое количество последнего типа П. построено компанией Амбурсен в Америке. Плоские напорные жел.-бет. плиты наклонены к воздушной стороне и поддерживаются опорами, схожими с опорами арочных П. При расчете напорную наклонную стенку П. разбивают на отдельные плиты, свободно лежащие своими концами на опорах, вследствие чего устраняются боковые усилия на опоры, а растягивающие усилия в плитах возможны лишь у воздушной стороны; благодаря этому появление с этой стороны трещин не влечет за собой повреждения арматуры. Если выделить из общей поверхности плиты полосу шириной в 1 м, то согласно обозначениям на фиг. 25 эта полоса будет подвержена моменту:

$$M = \frac{1}{8} \gamma h l_1^2 + \frac{1}{8} \gamma_1 n l_1^2 \cos \psi = \frac{1}{8} l_1^2 (\gamma h + \gamma_1 n \cos \psi), \quad (57)$$

где h —глубина воды над серединой плиты в м; γ_1 —уд. в. железобетона; $n = n' + e$; e —расстояние ц. т. арматуры от крайнего растягиваемого волокна; l_1 —расчетный пролет. Подставляя в ф-лу (57) значение величины n и пренебрегая величиной $\gamma_1 e \cos \psi$, получим:

$$M = \frac{1}{8} l_1^2 (\gamma h + \gamma_1 n' \cos \psi). \quad (58)$$

Рабочая высота

$$n' = a \sqrt{M}, \quad (59)$$

а площадь сечения арматуры:

$$f_a = \beta \sqrt{M}, \quad (60)$$

где коэф-ты a и β при допуске напряжении железа $\sigma = 1000 \text{ кг/см}^2$ и при допуске напряжении бетона σ_b имеют следующие соответственные значения:

σ_b в кг/см ²	20	25	30	35	40
a	0,217	0,180	0,155	0,137	0,123
β	5,00	6,13	7,21	8,25	9,26
$\frac{x}{n'}$	0,231	0,273	0,310	0,344	0,375

Арматура изгибается, и бугеля распределяются так же, как у свободно лежащей балки. Опорное сопротивление принимают распределенным по опорной поверхности по тр-ку (фиг. 26). Расстояние между опорами берется обыкновенно в пределах 4—6 м; опоры получают при этом расстоянии тонкими и требуют поэтому в местах примыкания к ним плит уширений в виде консолей. Опорное давление плитной полосы в 1 м ширины выражается величиной:

$$A = \frac{l_1}{2} (\gamma h + \gamma_1 n \cos \psi). \quad (61)$$

Если взять $a = \frac{n}{2}$, то $c = \frac{n}{3} = \frac{2}{3} a$ и консоль будет подвержена изгибающему моменту

$$M = A c = l_1 (\gamma h + \gamma_1 n \cos \psi) \frac{a}{3}. \quad (62)$$

Зная полезную высоту консоли до середины арматуры, равную $b = a \sqrt{M}$, определяют величину a , затем по приведенной выше таблице величины σ_b , β и нулевое расстояние x и по ф-ле (60) величину f_a . Плечо внутренних сил равно:

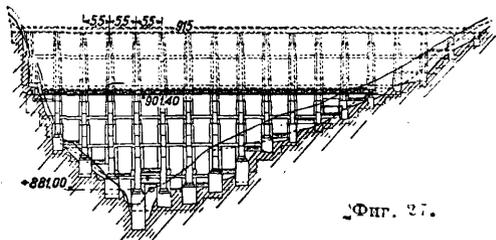
$$h_0 = b - \frac{x}{3}, \quad (63)$$

а трансверсальное напряжение будет

$$\tau_0 = \frac{A - \frac{M}{b} \operatorname{tg} \epsilon}{h_0} \quad (64)$$

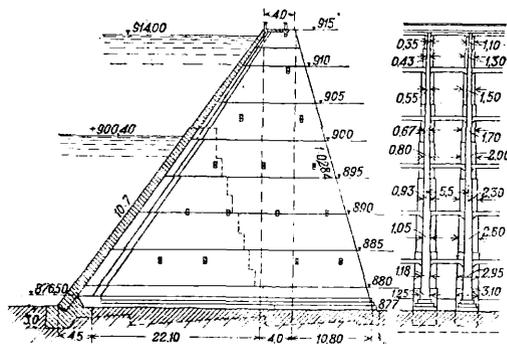
Плиты изготовляют толщиной $\leq 0,30$ м и скрепляют со шпорой. Опоры сооружают из бетона или железобетона и взаимно крепят балками; метод расчета опор амбурсенских П. тот же, что у арочных П. При большой высоте П. применяют взамен гладких ребристые плиты. На фиг. 27 и 28 представлена

плотина Комбамала, построенная по типу амбурсенских плотин и имеющая высоту 40 м. Собственный вес этих П. сравнительно



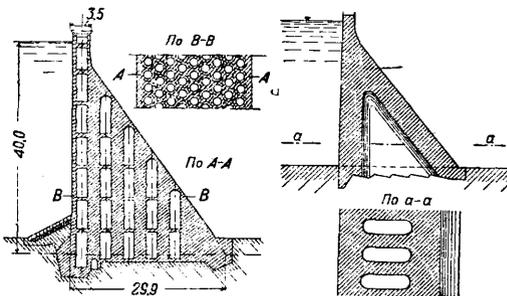
Фиг. 27.

незначителен, вследствие чего для устойчивости плотины и обеспечения ее от скольжения придают напорной грани значительный



Фиг. 28.

уклон. По Франциусу наиболее целесообразным углом наклона плиты является по видимому 45°. Расчет производят по нормам,



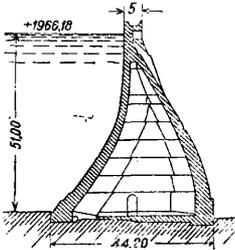
Фиг. 29.

Фиг. 30.

принятым для железобетонных конструкций (см.), обращая особое внимание на скальвающие напряжения; по германск. нормам скальвающие напряжения д. б. целиком восприняты рабочей арматурой; в Америке считают возможным передать половину скальвающих напряжений на бетон.

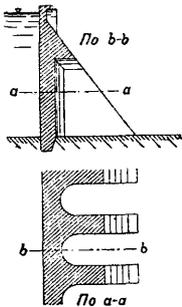
6. Другие типы каменных П. В Америке применен впервые в 1903 г. тип куполообразной П. высотой в 9 м. Плотина Кулиджа построена в виде трех сферических сегментов, расположенных по дуге круга. Оригинальным типом является сотообразная плотина (фиг. 29), предельная Гуцвиллером. В П. системы Фигари тело П. (фиг. 30) имеет внутренние вертикальные колодцы, преследующие (так же как в сотообразных плотинах Гуцвиллера) цель

удаления внутреннего слабо работающего ядра массивной П. Однако экономия в материале поглощается в этом случае расходами, связанными с применением сложных подмостей и опалубки (в целях обеспечения надлежащей водонепроницаемости). На фиг. 31 представлен разрез П. системы Фигари

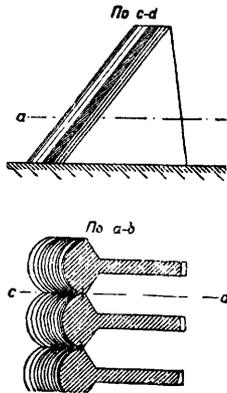


Фиг. 31.

(плотина *Rochetolles* в Италии). Дабы избежать устройства дорогих подмостей и опалубки и в то же время сэкономить материал, Келен предложил свой тип П., изображенный на фиг. 32 и представляющий собой переходный тип от гравитационной П. к арочной. Подобный же переходный тип предложил Нюэцли; слабым местом системы (фиг. 33) является уплотнение в соединительных швах; головные части опор очерчены по дуге круга т. о., чтобы избежать изгибающих напряжений. К новаторству в постройке каменных П. следует отнести также раздельные П., состоящие из ряда тонких стенок, расположенных друг за

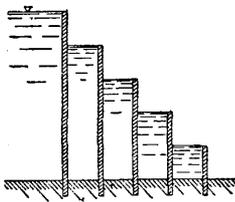


Фиг. 32.



Фиг. 33.

другом в виде уступов. В данном случае массивная плотина как бы разбивается вертикальными плоскостями на части, раздвинутые на равные расстояния друг от друга (фиг. 34). Напор, действующий на каждую стенку, соответствует разности двух смежных горизонтов. По старому проекту промежутки между стенками предполагалось засыпать землей, по новому проекту Рутенберга (фиг. 35 и 36) они заполняются водой. Хотя давление воды на каждую выше расположенную промежуточную

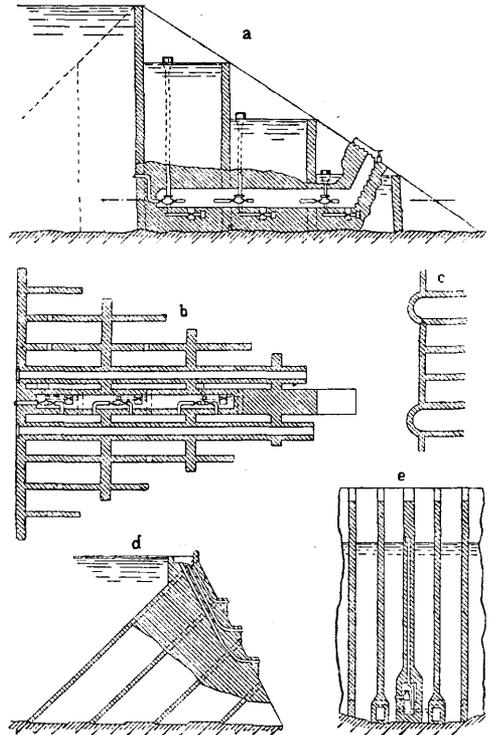


Фиг. 34.

стенку в пределах от гребня соседней ниже расположенной стенки до основания является одинаковым, однако изгибающие напряжения возрастают книзу, вследствие увеличения плеча момента. По проекту Менажа стенки имеют в плане криволинейное

очертание и работают как своды; плечо момента в этом случае не играет никакой роли, благодаря чему стенки могут иметь весьма незначительную толщину. Однако конструкция таких стенок отличается большой сложностью, в особенности если плотина составляется из нескольких систем сводов. В отдельных промежутках напорные стенки д. б. соединены между собой поперечными стенками (фиг. 35 и 36) и притом так, чтобы при колебаниях уровня воды не получались опасные напряжения; это как раз является слабым местом этой конструкции, не говоря уже о высокой стоимости опалубки.

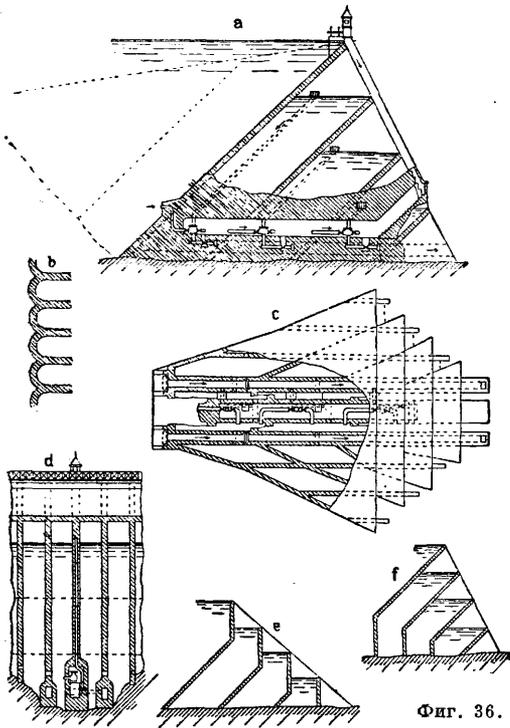
Все эти и другие типы П. представляют собой попытки разрешить вопрос о наиболее рациональной конструкции П. Однако за последнее время уже твердо установился



Фиг. 35.

тип П. треугольным профилем, с заложением верховой грани 0,05, иногда 0,03 и низовой 0,65—0,85, причем последний размер определяется гл. обр. в зависимости от принятого предположения о давлении фильтративной воды. Придание П. гравитационного типа кривизны в плане не считается обязательным и вопрос этот решается в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий и материала, из которого сооружается П. Ширине поверху массивных П. придают обычно размер ~ 5 м, увеличивая эту норму в случае опасения большого давления льда или ударов плавающих тел. Вместо сплошного уширения иногда прибегают в целях экономии кладки к уширению в виде отдельных контрфорсов, соединяемых арками, примером чему может служить Днепровская П.

К типу каменных П. относятся также П. из каменной наброски, сооружаемые при каме-

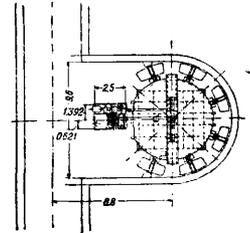


Фиг. 36.

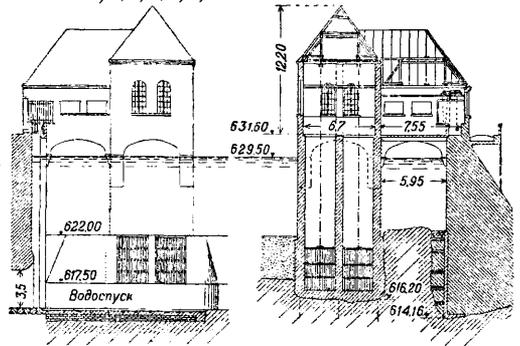
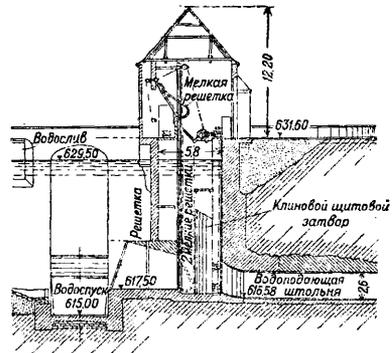
нистом грунте, отсутствии материалов для земляной П. и отсутствии в то же время цемента для каменной или бетонной кладки; отличаются эти плотины от земляных более крутыми откосами (1 : 1,5—1 : 1). П. из каменной наброски требуют принятия специальных мер для их уплотнения, т. к. иначе они страдают сильной водопроницаемостью. Для устранения последней покрывают откосы хорошего качества мостовой, а по середине П. забивают шпунтовую стенку. П. небольших размеров устраивают в виде каменных гряд, применяя камни разной величины, для того чтобы тело П. получилось более плотным и более способным в большей степени сопротивляться внешним влияниям. Когда плотина состоит

из одной каменной наброски, тогда всегда образуется вогнутый пологий откос с низовой стороны, при этом стекающая по такому откосу струя может повредить русло реки ниже П. Для устранения этого явления забивают несколько шпунтовых рядов, разбивающих низовой откос на ряд уступов, создавая подобие перепада. Гребень плотины покрывают мостовой для того, чтобы устранить возможность вымывания отдельных камней.

7. Устройство для забора и сброса воды. При каждой водоудержательной П. независимо от ее назначения, помимо устройства для постоянных наблюдений за состоянием П. д. б. предусмотрены устройства для пропусков воды и для сброса ее в случае необходимости. Такие устройства необходимы для забора воды из водоема для определенных целей, для отвода излиш-



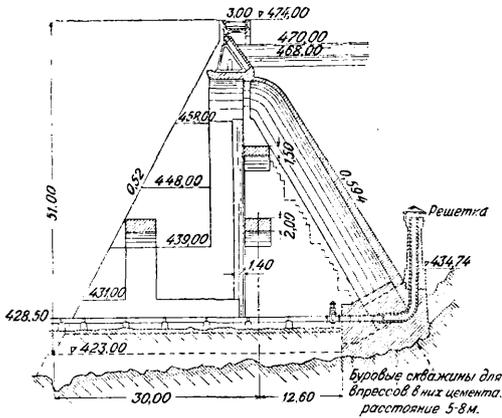
Фиг. 37б.



Фиг. 38.

ков воды, для опорожнения пруда с целью его очистки или на случай ремонта самой П. При насыпных или напильных П. все сооружения для отвода воды д. б. возведены в материке, минуя П. Сооружения для забора воды с утилизационной целью в зависимости от местных условий и конструкции П. располагают или в связи с П. (фиг. 37а—вертикальный разрез и 37б—вид сверху) или отдельно от нее (фиг. 38); эти водозаборные сооружения снабжаются решетчатыми приспособлениями и двойным затвором, из

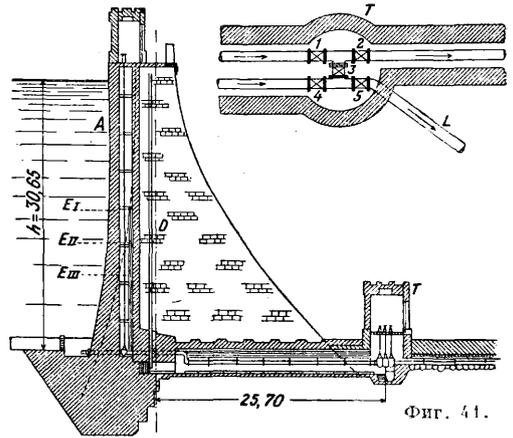
которых один расположен в непосредственной близости от начала водозабортной водовода. При заборе воды для силовой стан-



Фиг. 39.

пии, к которой вода притекает без свободной поверхности, или для водоснабжения располагают в начале заборной штольной решетки, а позади их защитные сетки, могущие быть приподнятыми для их очистки. Скорость протока через решетки принимается не свыше 1 м/сек. В зависимости от конструкции водяных турбин расстоянию в свету между стержнями решеток придается размер в 20—40 мм. Приемное отверстие располагают так, чтобы при самом низком уровне воды в водоеме оно было прикрыто слоем воды глубиной не менее 1—2 м, чтобы устранить образование водоворота и проникание воздуха в приемную штольную или же трубу. Для уменьшения потери напора штольная в своем начале расширяется воронкообразно в сторону напорной воды. В затворах по экономич. соображениям допустима скорость до ~ 6 м/сек, при чистой, не содержащей песка, воде. Забор воды м. б. производим посредством водонапорной колонны (фиг. 37) или без таковой (фиг. 3).

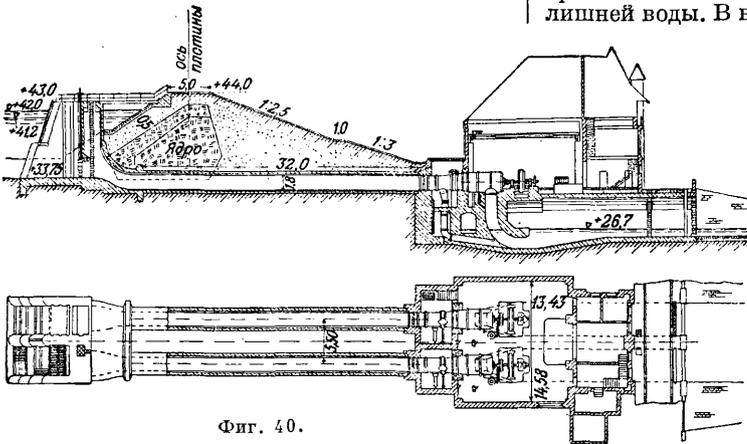
ками. В водонапорной колонне, изображенной на фиг. 37, забор воды регулируется цилиндрической задвижкой. Более просто, чем в массивных плотинах, забор воды происходит в арочных П. (фиг. 39), где приемная труба основывается в бетонном блоке. На фиг. 40 показан забор воды для силовой станции при земляной П.; приемные трубы расположены в теле П. на уровне подошвенного шва. Когда уровень воды колеблется в пределах 6—7 м, забор воды м. б. произведен при посредстве сифона (см.). Фиг. 41 изображает водоудержательную П. с водонапорной колонной, внутри которой установлена вертикальная водонапорная труба с задвижками EI, EII, EIII, расположенными на различных высотах для возможности получения воды из разных глубин; А—водонапорная колонна, D—дренаж, Т—распределительное здание, L—спускная труба, 1—5—задвижки.



Фиг. 41.

Для опорожнения водохранилища служат донные водоспуски, располагаемые в наименее месте водоема. При паводках, в половодье и при заполненном водохранилище с водоспуск (см.) применяют одно-временно с водосливом (см.) для сброса излишней воды. В водоспусках решетки отсутствуют.

Водоспуски располагают или в связи с П. или отдельно от них; в первом случае водоспуски пропускают воду через нижнюю часть плотины, во втором—водоспуск служит обходной штольной; первый способ более дешевый, но он представляет собой опасность для П. Выбор типа водоспуска зависит от местных условий и конструкции П. Спуск воды из водохранилища происходит со столь значительной скоростью, что приходится прибегать ча-

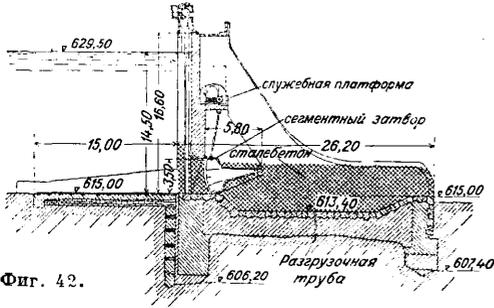


Фиг. 40.

На фиг. 3 приспособленная для ходьбы штольная прикрыта со стороны воды бетонной пробкой, через которую пропущены приемные и спускная трубы; взамен решетки приемные трубы прикрыты сетчатыми наконечни-

сто к устройствам для поглощения энергии, исключая те случаи, когда под плотинной и впереди ее расположена прочная скала. На фиг. 42 изображен водоспуск с сегментным затвором. Каждая П. должна

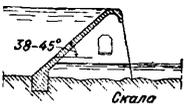
иметь водослив, через который излишняя и паводковая вода свободно может переливаться. Водосливы устраиваются простые или же сифонные. При насыпных или наплавных П. водосливы сооружаются в материковом грунте. При гравитационных П.



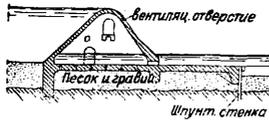
Фиг. 42.

водослив устраивают в самой П., причем переливающая часть конструируется так, чтобы переливающаяся струя воды с воздушной стороны прилегал к массиву плотины на всем его протяжении. В арочных П. переливающаяся струя отрывается от переливной части у гребня, спадая в виде водопада. Водосливы рассчитываются на пропуск $\frac{2}{3}$ паводковой воды. Для наблюдения за состоянием П. в них располагают электрические термометры для записей хода t° в плотине, а также наблюдательные трубы для наблюдения за просачиванием воды; дренаж устраивается так, чтобы он позволял наблюдать за количеством просачиваемой воды.

8. Водосливные П. строят массивными (см. Водослив), амбурсенского типа — открытые (фиг. 43) и закрытые (фиг. 44) и сифонными (фиг. 45). Водосливы амбурсенского типа строят железобетонными, основывая опоры непосредственно на скале или на жел.-бет. плите, сопряженной с основанием. Расчет этих водосливов ничем не отличается от амбурсенских П. Конструкция на фиг. 43 и 44; закрытый тип амбурсен-



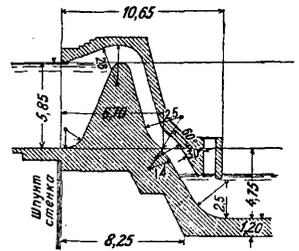
Фиг. 43.



Фиг. 44.

ских водосливов (фиг. 44) должен быть снабжен вентиляционными отверстиями вблизи гребня у воздушной стороны для устранения подпора. Железные водосливы амбурсенского типа были построены несколько раз в Америке, но они не оправдали себя на практике, почему их в настоящее время совершенно не применяют. Сифонные водосливы основаны на теории сифона и сооружаются с различными изменениями, не нарушающими однако эту теорию. В сифонных водосливах вода переливается часто (соответственно разности уровней воды в верхнем и нижнем бьефах) со значительной скоростью, вследствие чего является потребность в защите каменной кладки, в особенности в отводящем рукаве, что достигается торкретированием поверхностей этого рукава, применением сталебетона и устройст-

вом одежды из дерева и из квадров особенно плотных каменных пород. В основу сифонного водослива была положена идея использования при переливе воды через П. полной разности уровней верхнего и нижнего бьефов (при обычном типе открытого водослива м. б. использован только напор над гребнем П.). Т. к. сифон значительно повышает скорость протекания воды, то представляется возможность уменьшить размер сечения водослива. Применение сифонного водослива особенно целесообразно при глухих П. для регулирования уровня воды. Сифоны оправдали себя в работе также при наступлении морозов. В настоящее время осуществлен сифон с пропуском 150 м³ воды в ск. Сифоны устраивают из железобетона, дерева и железа. Зарядка сифона происходит автоматически. Сифон допускает весьма точную регулировку уровня воды в водохранилищах. К водосливным П. могут быть отнесены и донные запруды, применяемые при регулировании рек (см.). В Америке был применен шахтный водослив, в котором вода, поступающая через обыкновенный (массивный) водослив, б. ч. очерченный в плане по кругу, падает через шахту в отводящий туннель; при этом обыкновенно используется тун-



Фиг. 45.

нель, служивший для отвода воды во время производства работ. Циглер считает наиболее рациональным обыкновенный водослив.

9. Разборчатые П. К этому типу П. относятся все П., имеющие подвижные приспособления для подпора воды, начиная от обыкновенных шандоров и кончая большими щитовыми и вальцовыми затворами. Эти плотины сооружаются или по всей ширине реки или могут занимать участок в глухой П. Подпорные приспособления или затворы (см.) этих П. могут быть передвижными произвольно или автоматически. В зависимости от конструкции подвижных частей различают П. щитовые, шандорные, спицевые, вальцовые, сегментные, секторные и клапанные. Цель всех разборчатых П. заключается в регулировании уровня воды в водоемах и временном освобождении реки от преграды при высоких горизонтах. В зависимости от назначения плотины к подвижным частям ее предъявляют различные требования; однако все они должны удовлетворять условию полной надежности в работе при одновременной простоте конструкции и маневрирования. По Франциусу к разборчатым П. обычно предъявляются следующие требования: а) если вода используется для целей энергетики или орошения, то требуется возможно большая водонепроницаемость П.; когда вода для этих целей не используется в непосредственной близости от плотины, то достаточно иметь такую водонепроницаемость, чтобы она только обеспечивала поддержание напора; б) простота и легкость маневрирования; в) воз-

возможность полного открытия отверстия при любых условиях; г) в реках, несущих большое количество льда, должна иметься возможность освобождения верхней части отверстия (при сохранении подпора) для пропуска льда поверх П.; эта задача не может быть разрешена при подъемном затворе, так как плавающий по поверхности лед не м. б. затянут под затвор; д) должна иметься возможность частичного подъема затвора для промывки отложившихся наносов, причем закрытие затвора после его подъема не должно представлять затруднений; е) все механизмы и движущиеся части д. б. доступны для периодич. осмотра и окраски их; для этого или д. б. предусмотрена возможность временного осушения П., или же части д. б. расположены так, чтобы они обсыхали при низких горизонтах воды, или же должна иметься возможность полного удаления движущихся частей из воды.

Из всего большого разнообразия применявшихся типов разборчатых П. будущее принадлежит (по мнению авторитетов) П., имеющим поворотные затворы с двумя полотнощами, щитовые затворы без промежуточных стоек и в особенности затворы с цилиндрич. обшивкой. Выбор типа П. зависит от предъявляемых к ним требований и от местных условий. В отношении водонепроницаемости основания, устойчивости, прочности и целесообразности к разборчатым плотинам предъявляются те же требования, что и к глухим плотинам. Для сообщения с берегами и для обслуживания подъемных механизмов П. поверх опор сооружаются служебные мостики. Подвижные части опираются на одни опоры или на опоры и промежуточные стойки, к-рые делают подвижными или неподвижными. Когда от разборчатой П. требуется большая водонепроницаемость, то применяются щитовые затворы. При быстро меняющихся горизонтах воды целесообразным является применение систем, допускающих быстрое и надежное опускание затворов. В реках с большим ледоходом предпочитают конструкции, подвижные части к-рых м. б. совершенно удалены на время ледохода. Затворы, прижимаемые напорной водой к постоянным опорам, д. б. так сконструированы, чтобы при их движении пришлось преодолевать не скользящее трение, а роликовое или вальцовое трение или одно цапфенное трение (напр. в сегментных затворах). Самодействующие (автоматические) затворы применимы лишь в тех случаях, когда имеется полная гарантия в том, что в их передвижении не может последовать отказа, т. к. в противном случае нет гарантии в том, что в решающий момент (период паводка) не последует их разрушения.

10. Щитовые П. имеют затворы в виде щитов,двигающихся вертикально или близко к вертикальному направлению в пазах опор и покоящихся в опущенном состоянии на железном или деревянном порог. Щитовые П. получили наибольшее распространение. Затворы изготовляют из дерева или железа; необходимо иметь возможность приподымать их настолько, чтобы между ними и наивысшим горизонтом протекающей

через отверстие воды оставалось свободное расстояние не менее 0,5 м. Щитовой затвор может состоять из одного или нескольких щитов; в тех случаях, когда помимо регулирования уровня воды П. служит также для пропуска льда

и выноса наносов, щитовые затворы делают из нескольких щитов (фиг. 46), причем нижний щит м. б. приподнят, а верхний опущен независимо друг от друга или же оба приподняты вместе. Подразделение затвора на части особенно целесообразно при больших глубинах водохранилища, так как однощитовые затворы потребовали бы чрезмерно высоких и тяжелых подъемных механизмов. Щиты делают из дерева, если потребная толщина не превышает 0,30 м, в противном случае они изготовляются из железа. Деревянные щиты рассчитывают на давление воды у нижнего края, при этом их делают обычно по всей высоте одинаковой толщины или разной, если потребная толщина разнится на большую величину; в последнем случае щит делается в один или два уступа. Расчет щита производят, рассматривая его как балку, свободную лежащую на двух опорах. Если H есть глубина воды в м, то давление воды на этой глубине, выраженное в кг/см²:

$$p = \frac{H}{10}. \quad (65)$$

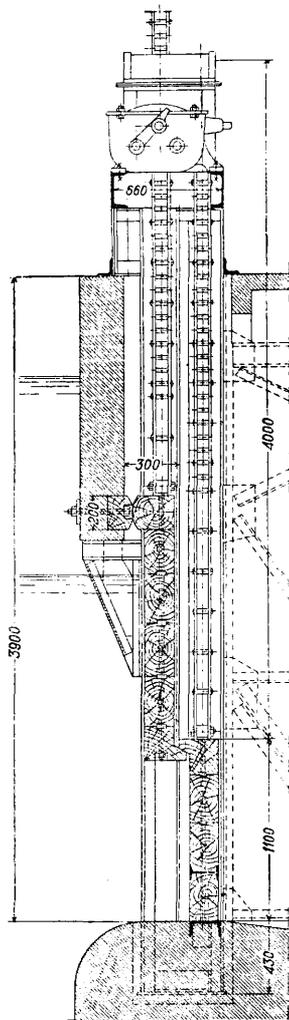
При пролете L м момент от давления воды на глубине H м, действующий на щитовую полосу высотой 1 см, определится из ур-ия:

$$M = \frac{pL^2 \cdot 100^2}{8} = 125HL^2 \text{ кгсм}. \quad (66)$$

Пролет считается от средней линии скользящих плоскостей или роликовых путей. Модуль сопротивления щитовой полосы высотой 1 см при толщине деревянных брусьев d см:

$$W = \frac{M}{\sigma} = \frac{d^2}{6} \text{ см}^3, \quad (67)$$

откуда после подстановки величины M по-



Фиг. 46.

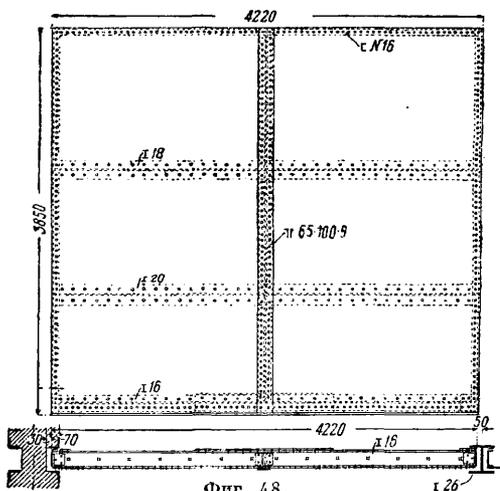
лучим следующее выражение:

$$d = 27,4L\sqrt{\frac{H}{\sigma}}, \quad (68)$$

где σ —допускаемое напряжение в кг/см^2 . Конструкция щитового затвора видна на фиг. 46. Когда по расчету d получается больше 0,30 м, щит м. б. усилен железными двутавровыми балками, которые располагаются между брусками, образуя как бы железные швы. Для уменьшения трения щиты в пределах пазов опор обшивают листовым железом. Цепи или штанги для подъема щитов крепят к щитам посредством железных лент (из полосового железа), обхватывающих щиты на всю их высоту. Железные щиты состоят из железных листов (обшивки), усиленных ригелями из фасонного железа, распределенного по площади плиты таким образом, чтобы профиль железа получился одинаковый (фиг. 47). По краям щита располагают швеллерное или угловое железо. Ригели соединяются со стойками, образующими с ригелями и крайними креплениями остова щита (фиг. 48). При больших пролетах ригель представляет собой клепаную или решетчатую балку. Толщина щитовой плиты (обшивки) м. б. определена по ф-ле Баха

$$\delta = ab\sqrt{\varphi\frac{p}{2\sigma(a^2+b^2)}}, \quad (69)$$

где a и b —длины сторон щита в см; δ —толщина плиты в см; p —давление воды в



Фиг. 47.

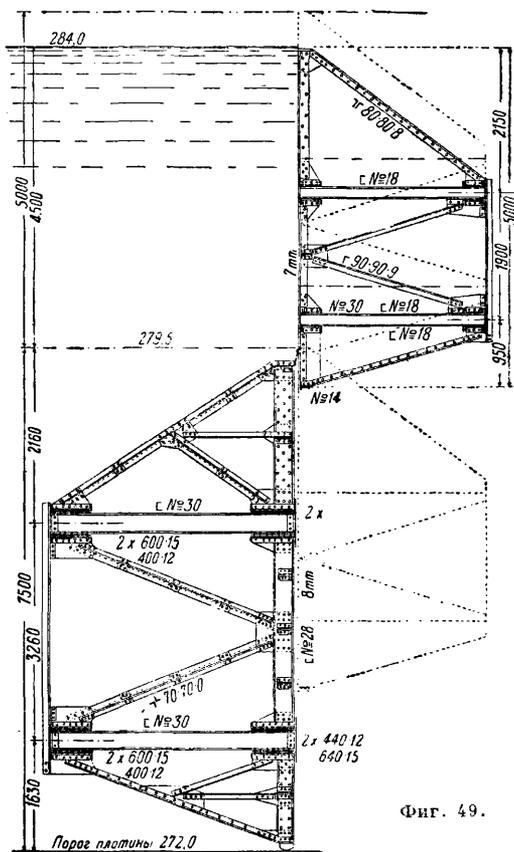
кг/см^2 ; σ —допускаемое напряжение железа в кг/см^2 ; φ —коэф.: при жесткой заделке щитовой плиты $\varphi = 0,80$, а для случая свободно лежащей плиты $\varphi = 1,20$. К определенной по формуле (69) толщине добавляется 0,2 см на случай ржавления, причем величина δ берется не менее 1 см. Более целесообразным является основывать щитовую плиту на двух главных ригелях, расположенных в таком расстоянии друг от друга, чтобы все части щита были доступны для осмотра. Передвижение щита происходит

при больших пролетах на катковых тележках по типу Стовея или, что лучше, на катках, укрепленных на самом щите; в настоящее время стоневские тележки заменяются такими катками.

Кулька принимает вес щитовой плиты с креплениями 100—130 кг/м^2 , а для определения веса главных ригелей дает формулу:

$$G_r = a\frac{B^2H^2}{\sigma} \text{ кг}, \quad (70)$$

где B —пролет в м; H —глубина воды в м; σ —допускаемое напряжение в кг/см^2 ; a —коэф., зависящий от величины B ; при $B = 5,0$ м $a = 2,34$; при $B = 20,0$ м $a = 1,56$; промежуточные значения коэф-та определяются прямолинейным интерполированием. Вес связей и



Фиг. 49.

других конструктивных частей может быть взят равным 20% от веса главных ригелей и щитовой плиты. Т. о. общий вес железного щитового затвора может быть приближенно взят равным:

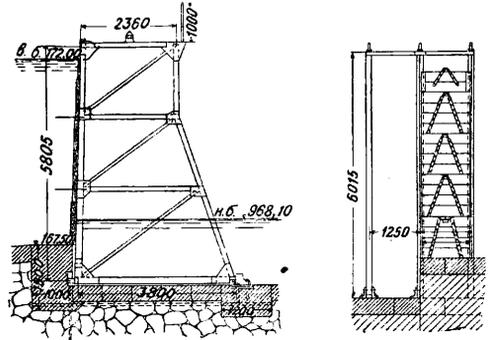
$$G = 1,2\left[BH(100 \text{ до } 130) + a\frac{B^2H^2}{\sigma}\right] \text{ кг}. \quad (71)$$

Железные щитовые затворы составляют из нескольких щитов так, чтобы верхний щит мог независимо от нижнего свободно опуститься, нижний щит независимо от верхнего быть приподнят и оба совместно быть приподняты (фиг. 49). При больших глубинах применяют клинообразные щитовые затворы на роликах (фиг. 50), а для закрытия малых под водой лежащих отверстий—

товых затворов) изменяется конструкция опор, причем по преимуществу в частях, расположенных выше горизонта воды. Пазы (ниши) для шандор располагают в расстоянии 1,5—2,0 м от пазов для щитовых затворов. Над опорами располагают рабочий помост, к-рый должен находиться на такой высоте, чтобы ось подъемного механизма была расположена на высоте 0,90—1,00 м, считая от этого помоста. Балки помоста должны свободно лежать на двух опорах (учитывается возможность деформации опор). Контур опоры снабжается защитной одеждой; при скоростях пропускаемой воды в 3—5 м/сек достаточной является одежда из 6—10-см пластин, при больших скоростях опоры облицовывают клинкером, сталебетонном или гранитными квадратами. Опоры должны быть сооружены на прочном основании, защищенном при потребности шпунтовыми рядами.

Для возможности закрытия больших пролетов и освобождения их в случае необходимости прибегают к промежуточным разборчатым опорам типа ферм Пуаре. По Франциусу щитовые плотины с разборчаты-

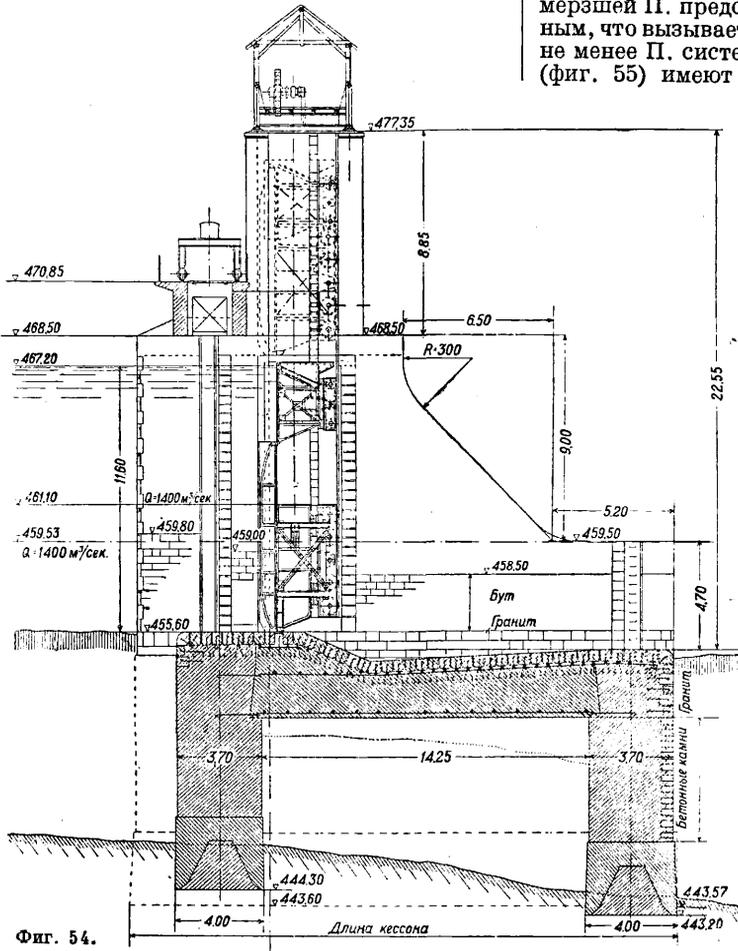
ям, причем она сильно уступает современным типам вальцовых и сегментных П. Недостатками плотин системы Пуаре явля-



Фиг. 55.

ются также невозможность пропускания льда поверх П. и ее малая пригодность для сооружений с использованием энергии вследствие большой фильтрации и затруднительности поддержки напора зимой. В случае наступления зимнего паводка открытие обмерзшей П. представляется почти невозможным, что вызывает сильный подъем воды. Тем не менее П. системы Пуаре со щитами Буле (фиг. 55) имеют еще большое применение

при больших судоходных пролетах. Опорные фермы сист. Пуаре обычно состоят из нескольких панелей, разбиваемых так, чтобы обеспечить по возможности равенство изгибающих моментов. Уклон передней ноги принимается $1/7-1/10$. Ширина поверху определяется из условия прохода крана, служащего для подъема щитов, и вагонетки, отвозящей щиты. Ширина внизу 0,6—0,7 высоты фермы. Расстояние между фермами 1,5 м, что обуславливается максимальным допустимым пролетом деревянных щитов Буле. Служебный мостик или укладывают на фермах после их подъема или шарнирно скрепляют с последними. Подъем ферм производят посредством цепи, проходящей через зажимы, укрепленные в верхней распорке, причем одновременно поднимается 4—6 ферм. Основание плотины состоит из понура, служащего для удлинения пути фильтрации, флютбета, воспринимающего опорные реакции ферм Пуаре и служащего для защиты дна реки от размыва, и рисбермы, служащей для защиты дна реки от размыва. Флютбет образует часть

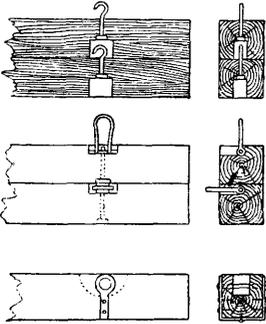


Фиг. 54.

ми промежуточными фермами представляют собой конструкцию сложную, неэкономичную и легко подвергающуюся повреждению

для защиты дна реки от размыва, и рисбермы, служащей для защиты дна реки от размыва. Флютбет образует часть

фильтрационной линии, в то время как рисберма обычно не входит в состав фильтрационного пути, но часть ее, ближайшая к флютбету, часто устраивается в виде обратного фильтра, чтобы воспрепятствовать выносу частиц грунта. В расчет длины фильтрационной линии



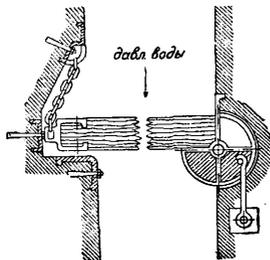
Фиг. 56.

обыкновенно вводят только понурый и королевой шпунтовые ряды. По Н. И. Пузыревскому длина водобоя с учетом лишь флютбета равна $2-3H$, а длина рисбермы равна $7-8H$, где H —высота напора. Ближайшую к флютбету часть рисбермы устраивают так, чтобы она обеспечивала погашение энергии. В американском типе первая часть рисбермы представляет каменную отсыпь в рядах на длину $6-10$ м; далее устраивается отсыпь из каменных глыб на длину $5-6$ м. Другой тип рисбермы сводится к укреплению дна реки бетонными плитами, имеющими обратный уклон или уступ; за этой частью рисбермы устраивают защиту дна реки в виде фашинного тюфяка или мостовой в плетнях на хворостяной выстилке. Флютбет П. обыкновенно делают бетонным с прокладкой небольшого количества арматуры и рассчитывают как жесткое тело на упругом основании.

11. Шандорные П. Деревянные шандоры (фиг. 56) представляют собой брусья, закладываемые в пазы опор. Для подъема и закладывания шандоров каждый снабжает крюком, кольцом или болтом. Нижний шандор должен опираться на поверхность, идущую заподлицо с общей поверхностью флютбета; устройство порога нерационально, т. к. перед ним скапливаются наносы. Такие шандоры рассчитываются как балки, свободно лежащие на 2 опорах.

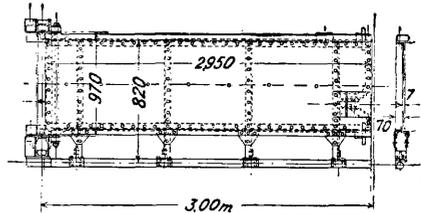
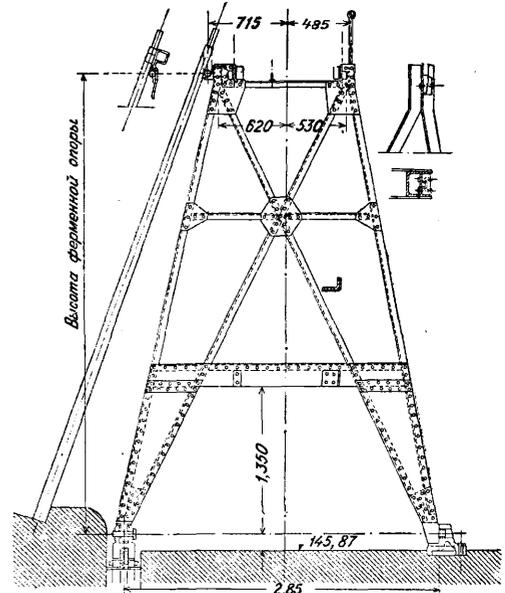
В речных потоках шандорные стенки обычно снабжаются поворотной опорой, обеспечивающей быстрое открытие отверстия (см. фиг. 57); после того как цепь, удерживающая один конец шандора, будет опущена, столб отворачивается, освобождая шандоры, которые всплывают на поверхность воды. П. с шандорными затворами в настоящее время применяются исключительно для вспомогательных целей (см. выше).

12. Спицевые П. Затвор в спицевой П. (фиг. 58) образуется балками, устанавливаемыми под небольшим углом к вертикали. Внизу эти балки (спицы) опираются на уступ в флютбете П., а вверху—на опорный брус, лежащий на откидных опорах, по к-рым про-



Фиг. 57.

ложен служебный мостик шириной около $1,0$ м. Опорный брус м. б. железным или железобетонным. Спицы делаются деревянными или стальными (трубчатые). Размеры спиц д. б. таковы, чтобы установка их могла быть без затруднений произведена двумя людьми. Верхний конец спицы имеет особое приспособление для захвата ее рабочим со служебного мостика. При установке каждую спицу плотно прижимают к ранее опущенной посредством особого бруса; остающиеся после этого зазоры между спицами забрасывают навозом, соломой или закрывают войлочной осмоленной прокладкой. Спицы рассчитывают как балки, свободно лежащие на двух опорах, учитывая, что в виду тре-



Фиг. 58.

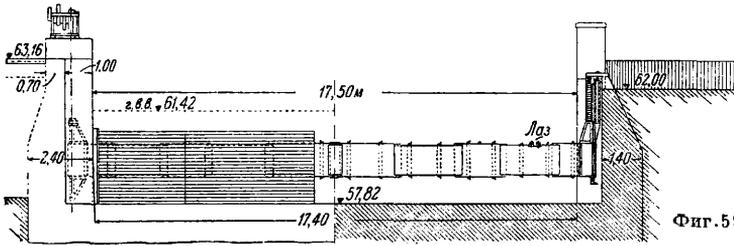
угольного характера эпюры нагрузки сечение максимального момента сдвигается вниз от середины. При расчете принимают верхний бьеф на уровне верхнего опорного бруса и пренебрегают влиянием нижнего бьефа. Если α —угол, составляемый спицей с вертикалью, то обыкновенно $\cos^2 \alpha = 0,9$. Тогда необходимая толщина спицы в сечении с максимальным изгибающим моментом определится из формулы

$$d = \sqrt{\frac{0,043h^3}{\sigma}}, \quad (73)$$

где d —толщина спицы по направлению течения в м; h —превышение верхнего опорного бруса над нижней опорой спицы в м; σ —допускаемое напряжение для сырого дерева в кг/см². Опорный брус рассчитыва-

ется как балка на двух опорах, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой. Опорами спицевых П. обычно служат разборчатые фермы типа Пуаре. Разборчатая

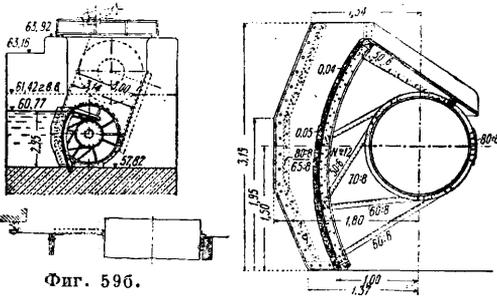
в нишах массивных опор; ниши имеют глубину 1,0—1,3 м. Вальцы снабжаются шитообразными напорными козырьками, распираемыми стержнями, тангенциально касающимися вальцев. Подъем вальца производится посредством цепи Галля или каната, укрепляемого на одном конце вальца, в то время как другой конец поддерживается холостой цепью. На концах вальца устраиваются зубчатые бандажы, двигающиеся по зубчатым рельсам, уложенным с



Фиг. 59а.

ферма представляет собой решетчатую конструкцию, шарнирно укрепленную у своего нижнего конца. В новейших типах спицевых П. опоры располагают в таком расстоянии друг от друга, чтобы при опускании они не перекрывали друг друга. При высоте опорных ферм 5—6 м последние располагаются на расстоянии свыше 6 м. Ферменные опоры имеют разнообразную конструкцию и рассчитываются как фермы (см.), причем учитывается передаваемое спицевыми затворами давление воды, собственный вес опор и покоящегося на них служебного мостика и временная нагрузка. Не могущие быть заранее учтенными динамич. усилия, воздействующие на П., заставляют принимать при расчетах большой запас прочности. Решетчатые опоры шарнирно укреплены

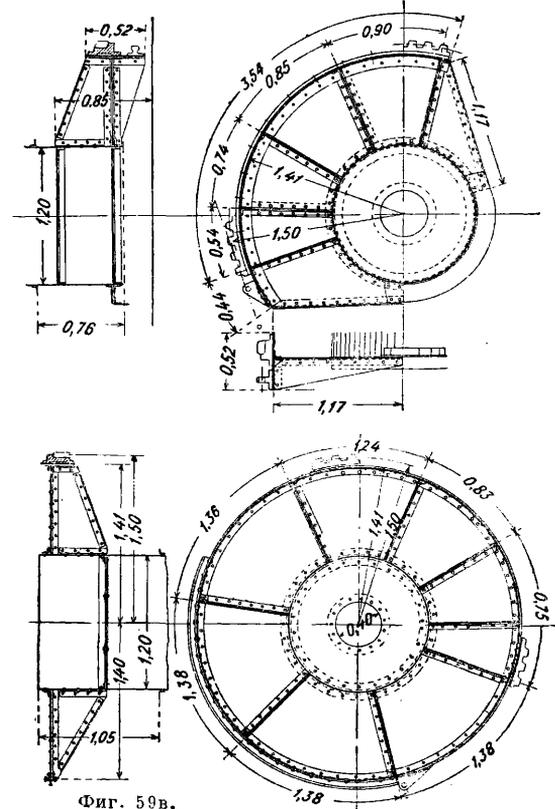
уклоном 1:0,4. Для пропуски наносов затвор приподымается, и напорная вода, проходящая под затвором, выносит наносы за пределы П. Пловучие тела и лед пропусаются или опускаются откидного козырька или опусканием самих вальцев. Уплотнение внизу осуществляется посредством деревянного бруса или пружинящего листа. Напряжение в затворе достигает наибольшей величины в момент, когда валец только что отошел от



Фиг. 59б.

у своего нижнего конца, причем, т. к. передний (ближайший к напорной воде) шарнир при закрытом затворе подвергается выдерживающим усилиям, он закрепляется в основании анкерами. Вследствие большой неплотности спицевых П. они непригодны для силовых установок и используются только для канализации рек, да и в этом случае лишь тогда, когда подпруженная вода не м. б. в дальнейшем использована и если опоры в период образования льда и низких 1° м. б. опущены, так как иначе является опасность смерзания спиц, оттаивание которых весьма затруднительно. Вот почему в северных странах спицевые П. на судоходных реках не применяются. Непригодны спицевые П. и в тех случаях, когда река несет с собой большое количество наносов. В общем спицевые затворы подобно шандрным получают применение для вспомогательных целей.

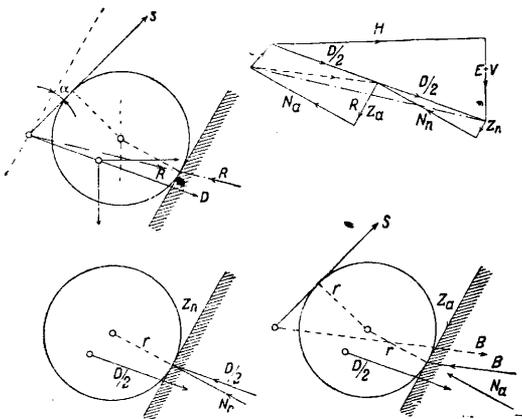
13. В а л ь ц ы в ы е П. (фиг. 59). В этих П. вальцовый затвор движется как катыванием по наклонным путям, расположенным



Фиг. 59в.

флютбета. В этот момент в затворе помимо напряжений, вызываемых изгибом, появляются также напряжения, вызванные наличием крутящих моментов. Силы, действующие на валец в момент его подъема, представлены на фиг. 60, причем буквы имеют следующее значение: S — величина силы натяжения подъемного каната или цепи;

D —результатирующая веса E вальцев, вертикальной компоненты V давления воды и горизонтальной компоненты H давления воды; R —сумма опорных давлений вальца на обоих путях; план сил дает зависимость



Фиг. 60.

между силами D , R и S . Рассматривая холостой конец вальца, переносим мысленно на этот конец силу $\frac{D}{2}$ — равнодействующую сил $\frac{H}{2}$ и $\frac{V}{2}$; силе $\frac{D}{2}$ противодействует реакция опоры, складывающаяся из нормальной ком-

конца будет тогда действовать крутящий момент

$$M_{da} = r(S + Z_a). \quad (75)$$

Действующие на валец между опорными сечениями внешние силы равномерно распределены по вальцу. Момент M_{dm} для некоторого промежуточного сечения, удаленного на величину x от холостого вальцового конца, выразится ур-ем:

$$M_{dm} = M_{dn} + \frac{x}{L}(M_{da} - M_{dn}), \quad (76)$$

где L —длина вальца. Помимо этого крутящего момента на валец действует также изгибающий момент

$$M = \frac{Dx}{2} \left(1 - \frac{x}{L}\right). \quad (77)$$

Если d_a —внешний диаметр вальца, а d_i —его внутренний диаметр, то

$$\frac{d_a^4 - d_i^4}{d_a} = \frac{32}{\pi \sigma_b} [0,35M + 0,65 \sqrt{M^2 + \mu^2 M_d^2}], \quad (78)$$

где σ_b —допускаемое напряжение на изгиб; μ —коэф-т, равный для литого железа ~ 1 . Условия статич. расчета опор вальцовых П. по существу те же, что и для шитовых П. с массивными опорами. Наибольшее напряжение испытывает средняя опора, когда один вальцовый затвор приподнят, а другой нормально расположен. На опору действует тогда одностороннее давление воды, причем



Фиг. 61а.

поненты N_n и реакции рельсового зубца Z_n . В опорном сечении холостого вальцового конца будет тогда действовать крутящий момент:

$$M_{dn} = + Z_n \cdot r. \quad (74)$$

Переносим мысленно также на рабочий конец вальца силу $\frac{D}{2}$, к-рая вместе с силой S дает равнодействующую B . Этой силе противодействует равновеликая и обратно направленная опорная реакция B , которую можно разложить на нормальную компоненту N_a и реакцию рельсового зубца Z_a . В опорном сечении рабочего вальцового

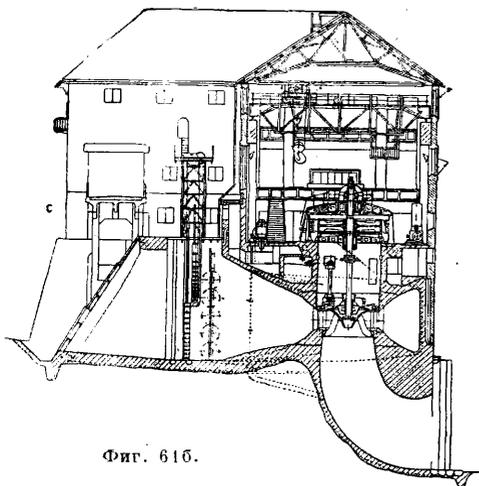
д. б. учтено также боковое давление ветра. Если R —результатирующая всех действующих на опору сил, N —нормальная компонента силы R , M_x и M_y —моменты силы N относительно продольной оси x и поперечной оси y основной части опоры, W_x и W_y —модули сопротивления поперечного сечения F основной части опоры относительно тех же осей, то максимальные краевые напряжения определятся из выражения:

$$\sigma = \frac{N}{F} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y}. \quad (79)$$

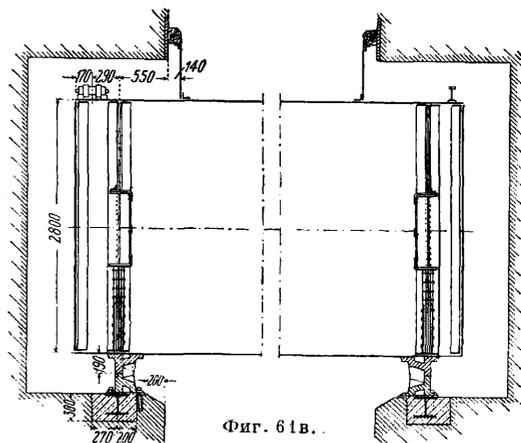
Величина σ не д. б. отрицательной, чтобы не получились растягивающие напряжения,

могущие крайне вредно отозваться на прочности опор. Защитным затвором служит спи-

без посторонней помощи и плотно прилегать к порогу. Большие сегментные затворы подо-



Фиг. 616.

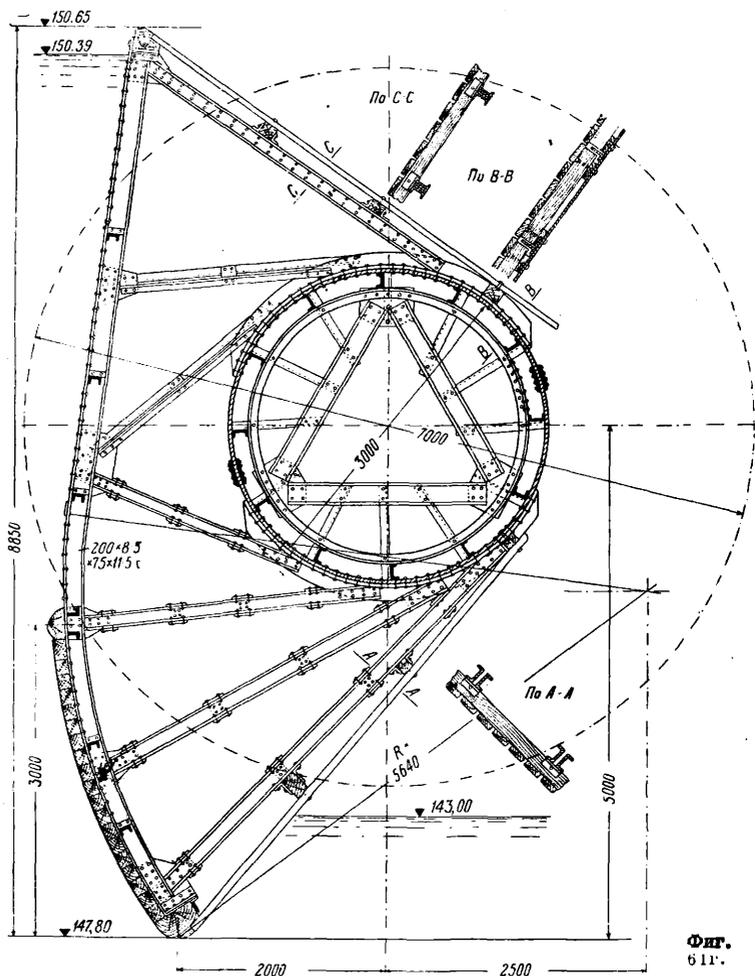


Фиг. 61b.

цевый затвор с расположением спиц под уклоном 1:0,2. Наибольший до сего времени примененный пролет для вальцовых затворов равен 45 м (считая в свету) при глубине подпора воды в 6,5 м; наибольшая использованная глубина подпора воды при вальцовых затворах составляет 8,75 м при пролете 20 м (считая в свету); оба примера относятся к П., сооруженным в Норвегии. Против обледенения вальцовых затворов применяются различные отопительные системы. Выше на фиг. 61a изображена в плане и в фасаде вальцовая П. в Швеции, обслуживающая силовую станцию Forshuvudfors; на фиг. 61б, в и г представлены: поперечный разрез электростанции, продольный разрез низких вальцов, а также поперечный разрез высоких вальцов.

14. Сегментные П. (фиг. 62). Затворы этих П. вращаются вокруг неподвижной или во время вращения мало подвижной точки; угол вращения не превышает 90° . Затвор состоит из изогнутой или плоской стенки, поддерживаемой обыкновенно двумя подкосными фермами. При малых пролетах обе точки вращения соединяются балкой, на которую могут опираться промежуточные фермы. Затвор должен опускаться

бно щитовым затворам так конструируются, чтобы давление воды поровну воспринимали

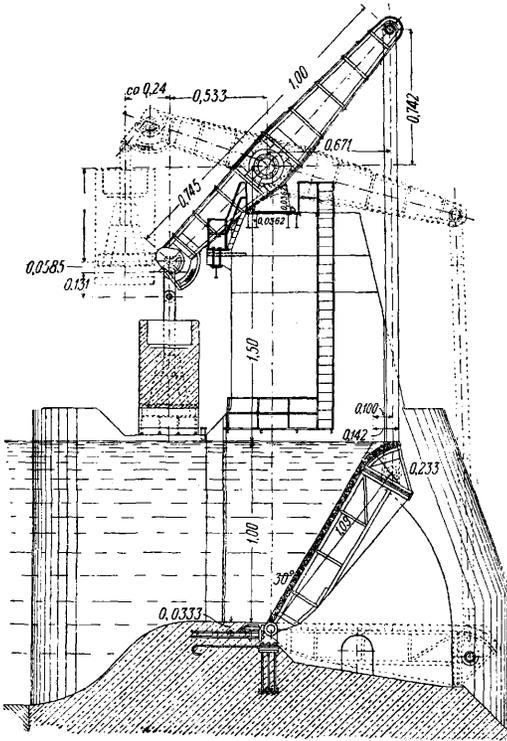


Фиг. 61a.

лось двумя горизонтальными главными ригелями, связанными с целой системой рас-

на горизонтальной оси O и имеет ширину b , то сила давления воды на клапан будет равна

$$W = \frac{\gamma b}{2 \cos \alpha} [(a + h)^2 - a^2 - s^2], \quad (82)$$



Фиг. 70.

а момент относительно точки A будет:

$$M = \frac{\gamma b}{6 \cos^2 \alpha} \{ (a + h)^3 - a^3 - s^2 [3(a + h) - 2s] \}. \quad (83)$$

Опорная реакция A равна

$$A = \frac{We}{u} = W - \frac{M}{u}. \quad (84)$$

При e равном 0 клапан находится в равновесии, а при отрицательном e клапан переберется. Сжимающее усилие $\frac{M}{u}$ действует на ось вращения вертикально к поверхности AB . Для открытия клапана необходимо затратить момент $A \cdot u$. Наибольший изгибающий момент в частях AO и OB клапана будет (если не учитывать противодействия нижней воды у O) равен

$$M_{max} = \frac{\gamma b}{6 \cos^2 \alpha} [(o \cos \alpha + s)^3 - s^3 (3 - o \cos \alpha + s)]. \quad (85)$$

К гидростатич. давлению необходимо прибавить динамич. давление движущейся через клапан воды, равное

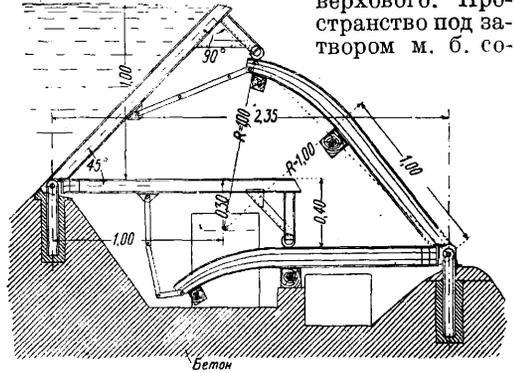
$$P = k\gamma F \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}. \quad (86)$$

Изгибающий момент для $F = bo$ выразится величиной

$$M' = P \frac{o}{2} = k\gamma \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2g} bo^2, \quad (87)$$

где v — скорость течения воды, g — ускорение силы тяжести, γ — уд. в. воды, k — коэф., равный $\sim 0,75$. Полный изгибающий момент будет $M + M'$.

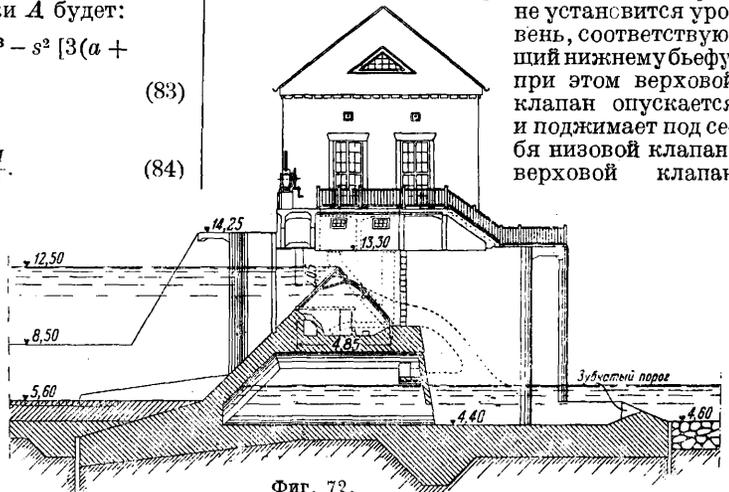
В двухклапанных затворах (фиг. 71 и 72) клапаны расположены в виде крыши, причем низовой клапан служит опорой для верхового. Пространство под затвором м. б. со-



Фиг. 71.

общено с верхним или нижним бьефом посредством каналов, закрываемых задвижками. В первом случае давление на верховой клапан будет приблизительно одинаковым с обеих сторон, а на низовой клапан будет действовать изнутри давление, соответствующее верхнему бьефу; низовой клапан в данном случае будет служить для подъема затвора. Во втором случае происходит истечение воды до тех пор, пока под затвором

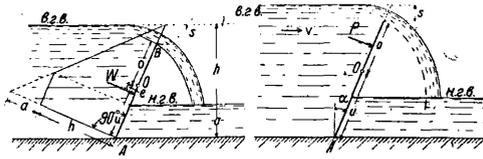
не установится уровень, соответствующий нижнему бьефу, при этом верховой клапан опускается и поджимает под себя низовой клапан; верховой клапан



Фиг. 72.

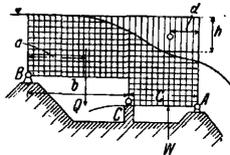
в описываемом случае служит для опускания затвора. Низовой клапан соединен с флютбетом цепью, удерживающей клапан в определенном положении. В тяжелых (металлических или железобетонных) конструкциях помимо автоматического затвора применяется еще другой тип затвора (вспомогательный затвор) для создания начального подпора достаточной величины или первоначально затвор поднимается при по-

средстве сжатого воздуха. В этом типе затвора д. б. обращено особое внимание на создание надлежащего уплотнения между обоими клапанами. При наличии только двух клапанов будет происходить скольжение одного клапана по другому (когда шар-



Фиг. 73.

нирные опоры устроены у нижних концов клапанов) или скольжение нижнего конца одного из клапанов (к-рое необходимо допустить при устройстве шарнирного соединения в вершине затвора). Такое скольжение весьма затрудняет устройство надлежащего уплотнения и влечет за собой опасность попадания в камеру песка. Предохрательными мерами являются специальные защитные полотнища и подразделение одного из щитов на 2 части. Двуклапанные затворы получили широкое распространение в Северной Америке, где они несут название б е р т р е п о в (bear-trap). При этих затворах удачно разрешается вопрос о пропуске льда. Однако при этом затворе не является возможным полностью обеспечить точное



Фиг. 74.

регулирование подпорного горизонта и водонепроницаемость затвора. Наибольшая осуществленная до сих пор длина двуклапанных затворов равна ~48 м при высоте подпора ~5 м. Статическ. расчет двуклапанных затворов со-

гласно обозначениям на фиг. 74 дает следующие результаты. Рассматривается участок П. длиной 1 м. Опорное давление верхнего клапана на нижний в С будет равно

$$C = \frac{Q \cdot a}{b}, \quad (88)$$

где Q —вес верхнего клапана. Момент относительно точки А определится из выражения:

$$M_{GA} = Cc + Ud = Q \frac{ac}{b} + Ud, \quad (89)$$

где U —вес нижнего клапана. Давление воды на нижний клапан снизу (при выпуске воды под затвор) будет $W = \gamma hc$, а момент этой силы относительно точки А будет

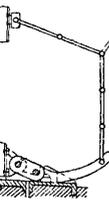
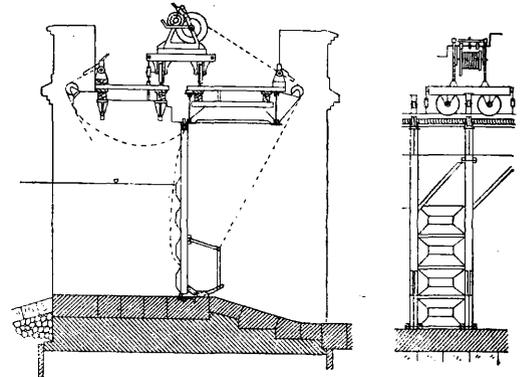
$$M_{WA} = \gamma hcd. \quad (90)$$

Напор воды изнутри поднимет затвор, если будет удовлетворено условие $M_{WA} > M_{GA}$, или что то же:

$$h > \left(Q \frac{ac}{b} + Ud \right) \frac{1}{\gamma cd}. \quad (91)$$

При меньшем h принимают меры для увеличения M_{WA} или уменьшения M_{GA} : искусственно повышают подпор или механически приподнимают затвор настолько, чтобы было удовлетворено ур-ие (91).

17. Мостовые П. На фиг. 75 изображена П. типа Претзиен (Pretzien). Верхние концы подъемных стоек этой П. шарнирно опираются на мост, а нижние опираются на подвижную опору, расположенную на флютбете и управляемую посредством коленчатого рычага. Для закрытия пролетных отверстий служат щиты, поднимаемые проволочными тросами. После окончания уборки щитов удаляют нижнюю опору при помощи коленчатого рычага; нижние концы стоек освобождаются и стойки поднимаются течением, освобождая путь для последнего. Применение такого устройства диктовалось требованием пропуска ледохода. Основными недостатками этого типа П. являются затрата чрезмерно большого количества металла и невозможность пропуска льда поверх П. Особую группу представляют собой мостовые П. с подъемными мостами. Освобождение стоек производится путем поднятия моста на несколько десятков см, причем стойки утрачивают свою опору внизу. В некоторых типах мостовых П. мосты делают



Фиг. 75.

поворотными; тип этот наиболее применим в тех случаях, когда необходимо обеспечить проход морских судов, так как вследствие большого габарита последних подъемные мосты не удовлетворяют условию пропускания этих судов.

18. Практические данные о П. В таблицах 2—9 приведены данные о сооруженных П. разной конструкции, могущие служить материалом при проектировании подобных П.

19. Разрушенные П. Не считая случаев недобросовестного выполнения работ и перелива воды вследствие недостаточной пропускной способности водосливов, причиной обрушения П. было, почти без исключения, неудовлетворительное основание П., причем разрушение происходило либо от сдвига либо от вымыва грунта из-под П. Все земляные П. и П. из каменной наброски разрушались от перелива воды. В табл. 10 собраны некоторые данные о разрушенных плотинах.

20. Основные типы американских П. На фиг. 76—81 изображены основные типы америк. П., отличающихся лишь в деталях от идентичных по типу рас-

смотренных выше плотин. Фиг. 76 рисует гравитационную бетонную П. В Зап. Америке такие П. сооружаются как правило в широких долинах, где сводчатые П. не могут иметь применения. Напорная

грань П. получает небольшой уклон. Вдоль напорного края П. проделывают глубокие скважины (глубиной 6—15 м), через к-рые впрысывают в основание жидкий цемент для предупреждения просачивания и умень-

Табл. 2.—Земляные плотины с жестким ядром.

Наименование плотины и год постройки	Размеры плотины						Размеры камен. ядра				Объем плотины в тыс. м ³	
	Наибольшая высота в м	Длина по гребню в м	Ширина в м		Глубина заложения в м	Откос		Наибольшая высота в м	Ширина в м			Материал
			гребня	подшвы		с водной стороны	с воздущной стороны		по гребню	по подошве		
Нью-Кротон (1906)	37,05	1850	9,15	—	—	1:2	1:2	54,60	1,83	5,50	Кирп. кладка	—
Мейлхирд, Снэк-ривер (1905)	26,20	640	6,10	150	2,00	1:4 1:2,5	1:1,5 1:2	3,00	2,00	2,00	—	220
Олив-Бридж (1905)	32,00	1600	10,36	160	—	1:2,67 1:3	1:2,75 1:2,5	30,00	1,20	3,00	Бетон	2000
Титикус (1895)	40,80	300	9,15	100	—	1:2,4	1:2,5	32,00	1,52	5,60	*	318
Золинген (1902)	8,85	105	3,00	45	5,00	1:2	1:2	11,25	1,00	2,00	Бетон	—
Вохейо (1910)	20,00	—	10,00	90	13,00	1:2	1:2	60,00	3,00	6,00	»	—
Литль-Берваллей (1911)	62,00	260	6,00	300	6,20	1:2,5	1:2	70,00	0,90	6,00	»	956
Вайльна (1889)	30,00	140	6,10	125	5,50	1:4	1:1,33	11,20	1,80	1,80	»	110
Саусборо (1894)	20,00	595	4,20	80	5,00	1:2	1:2	25,00	0,60	3,00	Бетон	—
Энгельберг (1905)	5,50	520	2,50	20,8	—	1:2	1:1,5	5,20	0,60	1,00 (2,00)	»	—

* Каменная кладка.

Табл. 3.—Земляные плотины с пластичным ядром.

Наименование плотины и год постройки	Размеры плотины						Размеры глиняного ядра				Объем плотины в тыс. м ³
	Наибольшая высота в м	Общая длина в м	Ширина в м		Глубина заложения в м	Откос		Наибольшая высота в м	Ширина в м		
			гребня	подшвы		с водной стороны	с воздущной стороны		по гребню	по подошве	
Вэгицаль	24,26	872	5,00	91,00	1,00	1:1 1:1,5 1:2 1:3	1:1 1:1,5 1:2 1:3	20,41	2,00	22,00	—
Ярро	26,50	160	9,15	150,00	26,00	1:3	1:2	52,50	1,50 1,83	—	—
Страшин (1910)	18,00	235	5,00	80,00	—	1:1,5	1:2,5	9,00	2,50	13,50	76
Летш (1908)	21,60	217	6,00	110,00	6,00	1:2	1:2	27,00	3,00	6,00	110
Ойгава	88,45	214	6,10	300,00	12,20	1:1,5	1:1,5	88,00	5,00	65,00	1800
Ла-Меза (1895)	20,00	143	6,00	70,00	—	1:1,5	1:1,5	14,00	5,00	16,00	29
Калаверас (1919)	73,00	384	7,60	370,00	—	1:3	1:2,5	75,00	2,00	75,00	2400
Андельсбух (1908)	7,50	400	3,00	—	1,00	1:2 1:3 1:10	1:1,5	7,00	1,50	4,50	40
Тинмаус (1902)	26,82	317	6,10	—	—	1:3 1:4 1:3	1:2,5 1:3	29,00	1,83	7,32	33
Некекса (1912)	60,00	400	16,50	300,00	1,00— 5,00	1:3	1:2	60,00	6,00	108,00	1640
Тенанго (1912)	39,00	2910	6,00	170,00	1,00— 2,00	1:2,5	1:2	37,70	3,00	22,00	1300
Вейсе-Дессе (1915)	14,16	243,50	4,00	54,16	—	1:1,5 1:2	1:1,5	17,00	1,50	3,00	32

Табл. 4.—Массивные плотины основного треугольного сечения.

Наименование плотины и год постройки	Размеры плотины						Уклон	Начертание в плане (R-радиус кривизны в м)	Кам. кладка		
	Наибол. высота в м	Длина по гребню в м	Ширина в м		Глубина заложения в м	с водной стороны			с воздущной стороны	род камен. кладки	Объем в тыс. м ³
			гребня	подшвы							
Вамафос (1907)	32,00	72,00	8,00	27,25	—	—	1:0,714	—	Бетон с камнями	—	
Мёне (1912)	40,30	640,00	6,00	34,20	8,00	—	—	Парабола	Камен. кладка	290	
Рузвельт (1910)	82,29	210,00	4,87	50,20	—	1:0,05	1:0,87	R=120	Бетон	260	
Эстамгента (1913)	20,00	188,30	0,80	12,00	—	—	1:0,875	R=90	Камен. кладка	—	

Табл. 4.—Массивные плотины основного треугольного сечения. (Продолжение).

Наименование плотины и год постройки	Размеры плотины						Направление в плане (R—ра- диус кривизны в м)	Кам. кладка		
	Набол. вы- сота в м	Длина по гребню в м	Ширина в м		Уклон			Р. д. камей. кладки	Объем в тыс. м ³	
			гребня	подшвы	Глубина за- ложения в м	с водной стороны				с воздущ- ной сто- роны
Спаульдинг (1914)	79,20	—	4,27	56,60	—	{ 1 : 0,16 1 : 0,03	{ 1 : 0,57 1 : 0,7	—	Литой бетон 1 : 2 : 4	—
Пренс-Альфонсо (1914)	76,00	150,00	5,00	58,00	10,00	1 : 0,05	1 : 0,73	R=150	—	—
Элефант Бутте (1915)	92,00	365,50	5,48	71,65	—	1 : 0,063	{ 1 : 0,67 1 : 1	—	Бетон с камнями	421
Вальден (1915)	48,00	—	5,00	36,00	—	{ 1 : 0,02 1 : 0,04	{ 1 : 0,66 1 : 0,73	R=305	Кам. кл.	296
Арроурок (1916)	107,00	320,00	4,60	72,50	—	—	1 : 0,73	R=200	Бетон с камнями	403
Сан-Антония (1916)	82,00	203,00	4,00	69,66	4,00— 10,00	1 : 0,05	1 : 0,852	R=300	Литой бетон	270
Барберин (1923)	85,00	264,50	4,50	58,60	8,00	1 : 0,05	1 : 0,8	R=350	Бетон с камнями	225
Шпуллерзе (1923)	34,00	278,00	3,50	28,00	—	1 : 0,1	1 : 0,87	R=700	Бетон с камнями	—
Веггиталь (1924)	100,00	155,70	4,00	75,05	до 44,5	1 : 0,033	1 : 0,78	R=∞	Бетон с камнями	230
Гримвель (1924)	101,00	162,00	4,00	82,00	10,0	1 : 0,025	1 : 0,825	R=100	Кам. кл.	260
Шварценбах (1925)	67,00	—	5,00	47,00	—	1 : 0,088	1 : 0,635	R=400	Литой бетон с камнями	290

Табл. 5.—Арочные плотины.

Наименование плотины	Наибольшая высота в м	Длина по гребню в м	Опоры		Уклон гра- ней опор в градусах		Толщина арок в м		Центр. угол в градусах	Радиус кривизны арок (r _{вн} —вне- шний, r _{вн} —вну- тренний)	Год постройки	
			Расстояние между опо- рами в м	Толщина в м		с вод- ной сто- роны	с возд- ной сто- роны	от				до
				от	до							
Белубула (Австралия)	18,3	131,4	8,53	1,22	2,60	60	—	0,38	1,22	—	1898	
Хюм-Лэк (Калифорния)	18,3	206,9	15,20	0,60	1,60	68	70	0,45	1,00	—	1909	
Аазенхос (Мэн)	23,8	268,5	6,10	1,22	1,22	58	78	0,61	1,22	—	1912	
Джем-Лэк (Калифорния)	24,4	211,0	12,20	0,56	1,30	50	80	0,30	1,10	120	r _{вн} =7,04 1916	
Селюнь (Франция)	15,0	129,0	5,00	0,20	0,20	45	76	0,12	0,16	180	r _{вн} =5,00 1917	
Лэк-Ходж (Калифорния)	41,5	164,0	7,25	0,46	1,22	45	76	0,30	0,80	110	r _{вн} =4,22 1918	
Элеанор (Калифорния)	21,4	384,0	12,20	1,53	2,72	50	85	0,38	0,92	121	r _{вн} =7,02 1918	
Понте Стреттара (Италия)	23,5	76,0	9,50	1,60	2,50	51,3	76	0,40	1,00	—	r _{вн} =4,25 1920	
Тирзо (Сардиния)	69,5	283,0	15,00	2,50	8,00	57	70,6	0,50	1,67	—	1922	
Мельби (Швеция)	10,0	77,6	7,50	1,50	1,50	63,5	66,5	0,35	0,50	—	r _{вн} =3,50 1921	
Плено (Италия)	30,0	224,0	8,00	2,00	3,45	51	84	0,40	0,60	180	r _{вн} =3,00 1922	
Аазенсире (Норвегия)	58,0	210,0	13,00	0,60	2,50	52	70	0,40	1,90	180	— 1922	
Сворна (Швеция)	23,0	240,0	12,00	1,50	1,50	45	79	0,60	0,80	—	— 1922	
Шпримен-Исланд (Гудзон)	24,6	300,0	5,79	1,06	1,06	45	90	0,45	0,81	180	r _{вн} =2,36 1923	
Ференбах	28,0	160,0	10,80	0,80	1,20	50	77,5	0,40	0,60	144	— 1923	
Сапейо	18,0	110,0	10,00	0,84	0,95	50	71	0,25	0,38	140	— 1923	
Пальмдэль (Лос-Анджелос)	53,0	210,0	7,30	0,38	1,96	45	65	0,38	1,22	—	r _{вн} =4,78 1924	
Павана (Италия)	57,0	117,5	16,50	2,00	6,00	59,5	62,5	0,65	1,70	—	— 1925	

Табл. 6.—Амбургенские плотины.

Наименование плотины	Наибольшая высота в м	Длина по гребню в м	Опоры		Уклон гра- ней опор в градусах		Толщина плит в м		Год постройки	
			Расстояние между опо- рами в м	Толщина в м		с водной стороны	с воздущ- ной сто- роны	от		до
				от	до					
Эльсворе (Мэн)	21,9	137,2	4,57	0,30	0,46	45	60	0,36	0,95	1907
Ля-Прэль (Уайоминг)	41,0	110,0	5,50	0,35	1,27	40	82	0,30	1,37	1909
Иорден-ривер (Ванкувер)	38,4	230,0	5,50	0,30	1,06	77	44	0,30	0,98	1913
Гуйабал (Порто-Рико)	36,6	280,0	5,50	0,35	1,07	44	76	0,30	1,40	1913
Стоней-ривер (Западная Вир- гиния)	15,6	324,6	4,57	0,46	0,46	45	80	0,46	0,46	1913
Аустин (Техас)	25,0	170,0	6,10	0,61	0,61	42	60	0,71	0,71	1915
Комбамала (Италия)	35,0	95,0	5,50	0,35	1,85	55	73	0,40	1,35	1916
Циско (Техас)	30,0	265,0	5,40	0,35	1,05	45	76	0,38	1,60	1923

Табл. 7.—Вальцовые плотины.

Наименование плотин	Река	Отверстие в свету в м.	Затвор для одного отверстия			
			длина в м.	высота в м.	Подъемный вес в т.	санный вес в т.
Швейнфурт	Майн	35,00	37,65	2,00	87,70	
Колбермур	Мангфол	30,00	31,84	1,70	39,00	
Бранау	Брахе	23,00	23,96	2,50	37,00	
Киссинген	Заале	10,00	11,08	2,65 (0,80)	10,20	
Нейгаттерслебен	Боде	17,50	19,19	2,95 (1,20)	24,40	
Попшенвейлер	Неккар	29,00	29,86	3,60	67,00	
Троубен	Бечва	10,00	11,45	1,75	18,80	
Шененверд	Аар	17,00	18,20	2,00	20,60	
С.-Михель	Арк	30,00	33,00	3,00	62,00	
Верона	Эч	12,00	13,43	3,40	27,00	
Тротхатан	Ггаальф	20,00	21,80	3,60	55,70	
Дэфор	Аарэльфвен	32,00	34,30	3,50	90,00	

Табл. 8.—Сегментные плотины.

Месторасположение	Отверстие в свету В в м.	Высота Н в м.	Общий вес затвора G в кг.	$\frac{G}{B^2 H^2}$
Берлин	5,56	1,60	5 210	64,3
Дортмунд	19,00	3,00	94 900	32,6
Берлин	12,00	1,87	6 350	12,7
Эльба	18,00	2,25	34 050	20,7

шения выталкивающего давления воды под основанием. Помимо этого устраивают шпору в виде заполненной бетоном траншеи глубиной 1,5—3,0 м. Ниже этой траншеи пробуривают скважины, соединяя их с дренажными трубами, расположенными в теле плотины и ведущими к наблюдательной штольне. Не смотря на эти мероприятия при расчетах принимают во внимание подфундаментный подпор воды. Во избежание

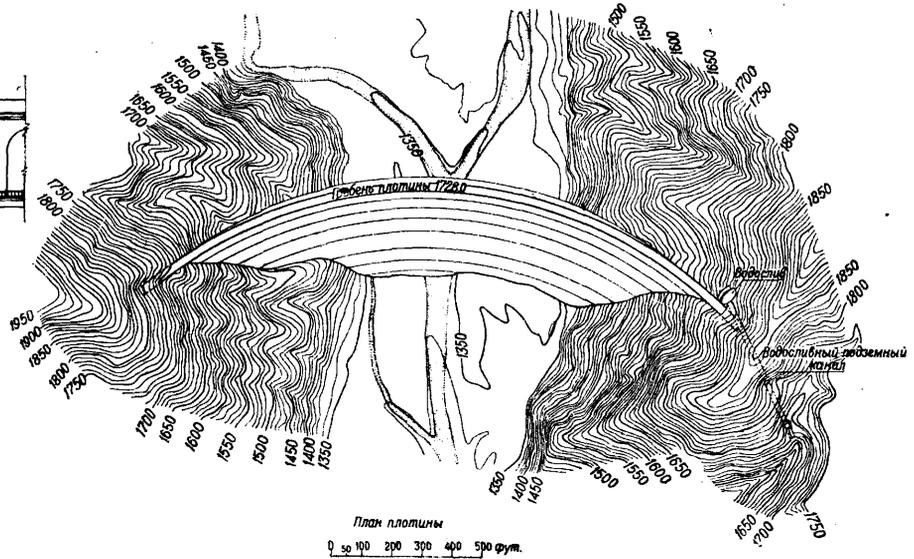
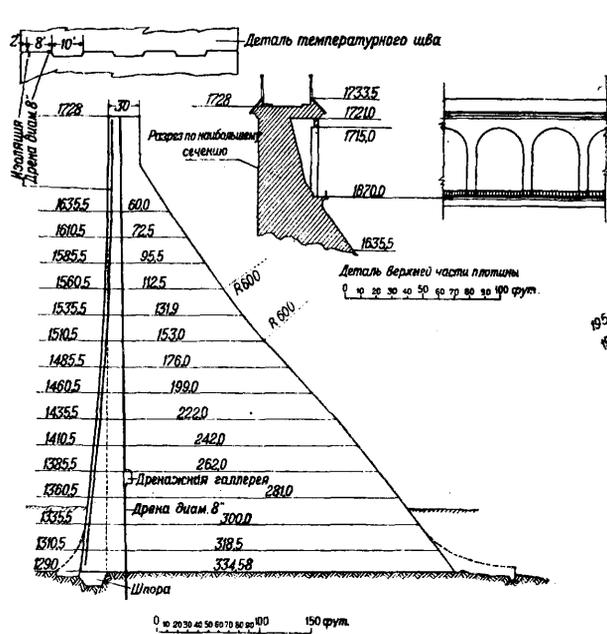
Табл. 9.—Вес катковых щитов по типу Стонея (Stoney).

Месторасположение	Высота Н в м.	Отверстие В в м.	Н ² В ²	Вес щитового затвора в кг.	$\frac{G}{H^2 B^2}$
Рейфельден	5,00	10,80	2 920	25 000	8,57
Кайнек	6,50	10,85	4 970	22 000	4,42
Бепнау	6,30	16,10	10 200	57 500	5,63
Альбулаверк	9,00	9,00	6 560	42 800	6,50
Виммис	7,00	12,80	8 050	43 000	5,35
Лауфенбург	15,00	17,30	67 200	296 000	4,42
Сольт-С.-Мориа	3,90	16,50	4 130	27 000	6,53
Локпорт	6,10	9 58	3 410	29 000	8,52
Шевр	8,50	11,38	9 357	50 000	5,34

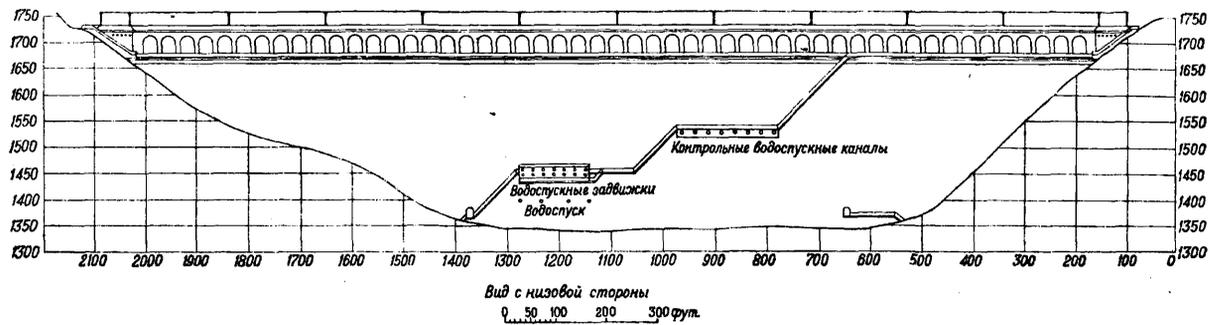
появления трещин от усадки бетона устраняют l^o -ные швы. II. возводят отдельными частями шириной от 9 до 15 м и высотой около 6 м, располагая соединительные швы под прямым углом к оси II. Эти швы в сечениях имеют вид неправильных линий с выступами и углублениями. В углах указанных швов оставляют отверстия диаметром около 50 мм для впрыскивания в них жидкого цемента после надлежащей усадки бетона. Вблизи подводной части II. ставят вдоль швов гибкие медные пластины для воспрепятствования просачиванию воды, в особенности до заливки. Кроме того делают вертикальные отверстия на шве близ подводной части II., диаметром от 75 до 100 мм, заполняя эти отверстия горячей упругой асфальтовой смесью для устранения просачивания через швы. Длинные гравитационные II. сооружаются обыкновенно по кривой малой кривизны. Фиг. 77 рисует сводчатую II., применяемую в узких долинах с прочными скалистыми берегами, выдерживающими давление свода II. Предельный радиусом считается ок. 100 м. Идеальный радиус при к-ром достигается минимальный объем

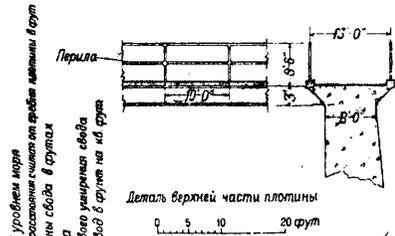
Табл. 10.—Разрушенные плотины.

Наименование плотин	Основание	Высота в м.	Тип плотины	Причины разрушения
Джонстаун	—	22,5	Земляная II.	Перелив воды
Лоуэр-Отэй	—	39,0	Каменная наброска	» »
Уолног-Гров	—	33,0	» »	» »
Инглиш	—	30,0	» »	» »
Остин-Техас	Слабая скала	18,0	Бетонная кладка	Сдвиг по основанию
Колумбус	—	11,7	» »	Опрокидывание верхней части
Андерсон	—	13,0	» »	Разрушение позднейшей надстройки
Талласи	—	9,0	» »	Перелив воды
Остин (Падуки)	Песчаник и сланец	15,0	» »	Сдвиг
Судоход. II. на Огайо	Сланец	—	» »	»
Домарог	Глина	6,0	» »	Вымыв глины из-под основания
Севт-Ф, енсис	Сланец и конгломерат	50,0	» »	Сдвиг правого крыла II. по основанию (конгломерат)
Порт-Анжелос	Гравий и песок	33,0	» »	Вымыв гравия и песка из-под II.
Мойн-ривер	Мягкая скала	16,0	Бетонная арочная	Разрыв под водосливом
Лайк-Ланье	Слабая скала	18,6	» »	Подмыв устоя
Стони-ривер	Глина и глинистый сланец	13,0	Железобетонная II.	Сдвиг
Ашли	—	12,0	» »	Подмыв II.
Каназерага-Крик	—	—	» »	Перелив воды
Дуселесьяль	—	—	» »	Вымыв грунта из-под II.
Глено	Скала	43,0	Железобетонные арки на массивном фундаменте	Плохое качество работы и недостаточная подготовка основания
Гаузер-Лейк	Гравелистый грунт	21,0	Металлическая II.	Усиленная фальтрация



Фиг. 76.



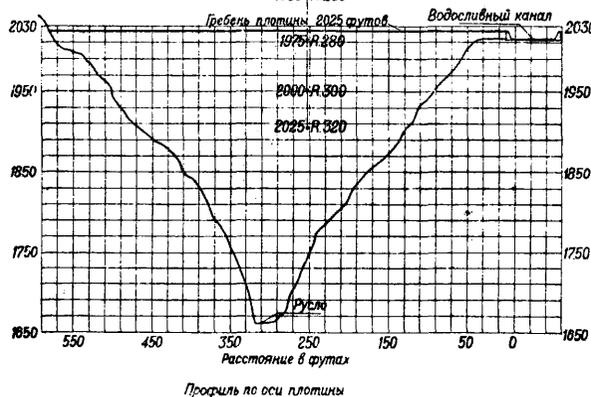
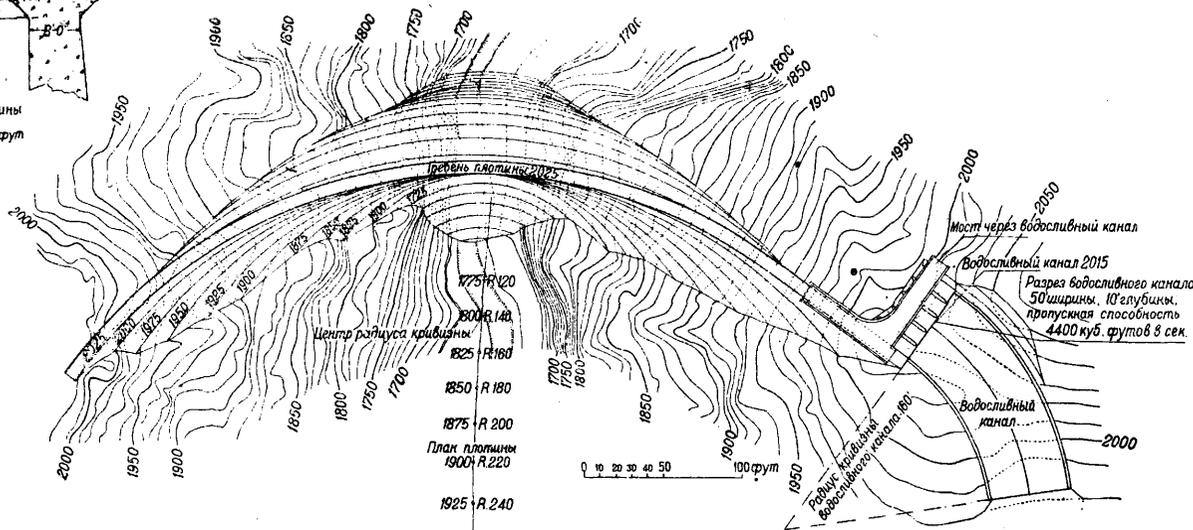


Стрелки над уровнем моря

1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
375	350	325	300	275	250	225
120	120	120	120	120	120	120
630	630	630	630	630	630	630
330	320	310	300	290	280	270
1700	1725	1750	1775	1800	1825	1850
1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
1900	1925	1950	1975	2000	2025	2050
2000	2025	2050	2075	2100	2125	2150
2100	2125	2150	2175	2200	2225	2250
2200	2225	2250	2275	2300	2325	2350
2300	2325	2350	2375	2400	2425	2450
2400	2425	2450	2475	2500	2525	2550
2500	2525	2550	2575	2600	2625	2650
2600	2625	2650	2675	2700	2725	2750
2700	2725	2750	2775	2800	2825	2850
2800	2825	2850	2875	2900	2925	2950
2900	2925	2950	2975	3000	3025	3050
3000	3025	3050	3075	3100	3125	3150
3100	3125	3150	3175	3200	3225	3250
3200	3225	3250	3275	3300	3325	3350
3300	3325	3350	3375	3400	3425	3450
3400	3425	3450	3475	3500	3525	3550
3500	3525	3550	3575	3600	3625	3650
3600	3625	3650	3675	3700	3725	3750
3700	3725	3750	3775	3800	3825	3850
3800	3825	3850	3875	3900	3925	3950
3900	3925	3950	3975	4000	4025	4050
4000	4025	4050	4075	4100	4125	4150
4100	4125	4150	4175	4200	4225	4250
4200	4225	4250	4275	4300	4325	4350
4300	4325	4350	4375	4400	4425	4450
4400	4425	4450	4475	4500	4525	4550
4500	4525	4550	4575	4600	4625	4650
4600	4625	4650	4675	4700	4725	4750
4700	4725	4750	4775	4800	4825	4850
4800	4825	4850	4875	4900	4925	4950
4900	4925	4950	4975	5000	5025	5050
5000	5025	5050	5075	5100	5125	5150
5100	5125	5150	5175	5200	5225	5250
5200	5225	5250	5275	5300	5325	5350
5300	5325	5350	5375	5400	5425	5450
5400	5425	5450	5475	5500	5525	5550
5500	5525	5550	5575	5600	5625	5650
5600	5625	5650	5675	5700	5725	5750
5700	5725	5750	5775	5800	5825	5850
5800	5825	5850	5875	5900	5925	5950
5900	5925	5950	5975	6000	6025	6050
6000	6025	6050	6075	6100	6125	6150
6100	6125	6150	6175	6200	6225	6250
6200	6225	6250	6275	6300	6325	6350
6300	6325	6350	6375	6400	6425	6450
6400	6425	6450	6475	6500	6525	6550
6500	6525	6550	6575	6600	6625	6650
6600	6625	6650	6675	6700	6725	6750
6700	6725	6750	6775	6800	6825	6850
6800	6825	6850	6875	6900	6925	6950
6900	6925	6950	6975	7000	7025	7050
7000	7025	7050	7075	7100	7125	7150
7100	7125	7150	7175	7200	7225	7250
7200	7225	7250	7275	7300	7325	7350
7300	7325	7350	7375	7400	7425	7450
7400	7425	7450	7475	7500	7525	7550
7500	7525	7550	7575	7600	7625	7650
7600	7625	7650	7675	7700	7725	7750
7700	7725	7750	7775	7800	7825	7850
7800	7825	7850	7875	7900	7925	7950
7900	7925	7950	7975	8000	8025	8050
8000	8025	8050	8075	8100	8125	8150
8100	8125	8150	8175	8200	8225	8250
8200	8225	8250	8275	8300	8325	8350
8300	8325	8350	8375	8400	8425	8450
8400	8425	8450	8475	8500	8525	8550
8500	8525	8550	8575	8600	8625	8650
8600	8625	8650	8675	8700	8725	8750
8700	8725	8750	8775	8800	8825	8850
8800	8825	8850	8875	8900	8925	8950
8900	8925	8950	8975	9000	9025	9050
9000	9025	9050	9075	9100	9125	9150
9100	9125	9150	9175	9200	9225	9250
9200	9225	9250	9275	9300	9325	9350
9300	9325	9350	9375	9400	9425	9450
9400	9425	9450	9475	9500	9525	9550
9500	9525	9550	9575	9600	9625	9650
9600	9625	9650	9675	9700	9725	9750
9700	9725	9750	9775	9800	9825	9850
9800	9825	9850	9875	9900	9925	9950
9900	9925	9950	9975	10000	10025	10050

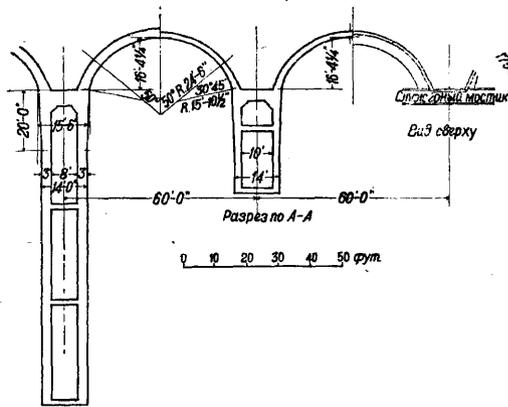
Разрез по наибольшему сечению

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 фут

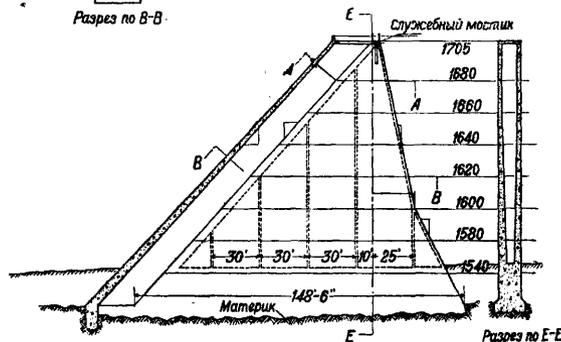
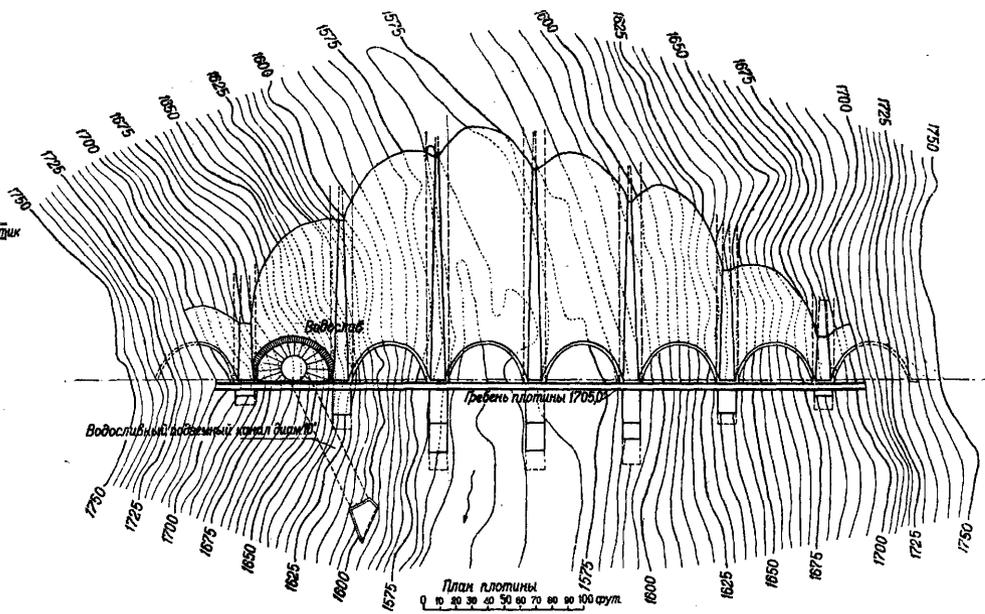


Фиг. 77.

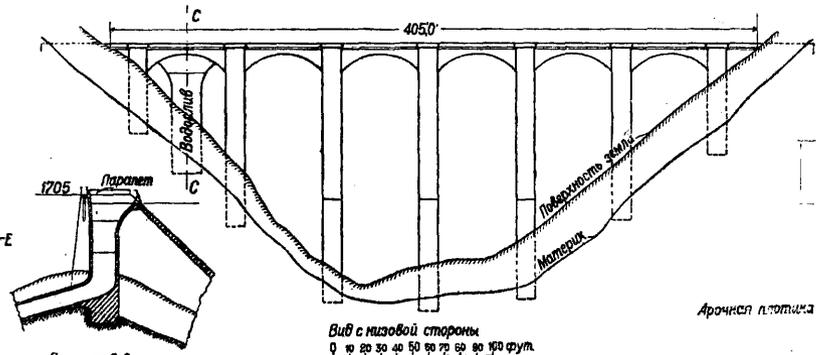
Сводчатая плотина



Разрез по В-В



Поперечный разрез плотины по свободу
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 футов



Разрез по С-С

Вид с низовой стороны
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 футов

Арочная плотины

Фиг. 78.

каменной кладки, получается при центральном угле в $133^{\circ}34'$; от этого размера центральных углов допускаются отклонения, ограничиваясь пределами от 100 до 160° . При проектировании сводчатых П. пренебрегают весом сооружения, рассматривая его как добавочный фактор надежности. При расчете толщины свода принимают коэф-т надежности равным от 5 до 10. Контрольные и дренажные галереи (по малости размеров свода в толщину) отсутствуют. Меры против просачивания воды под фундаментом и устройство l° -ных швов ничем не отличаются от таковых в гравитационных П. Большое внимание обращается на рациональное устройство уст.ев по концам сводчатой плотины, на которые передается давление воды. Толщина секций сводчатых П. «с изменяющимся радиусом» изменяется в соответствии с радиусом и в соответствии с давлением воды на сводчатую стену П., причем центральный угол, образованный радиусами от концов свода, делается постоянным. На фиг. 78 изображена а р о ч н а я П. Эти П. сооружают специально в тех случаях, когда перегораживается широкая долина, не допускающая устройства односводчатой П., и где экономия является существенным фактором. Опоры располагаются обычно на расстоянии 6—12 м ось от оси. Подпорному откосу этих опор придают обычно уклон 1 : 1, а обращенную к нижнему бьефу сторону делают почти вертикальной. Наклонные полукольца или цилиндрические арки кладут на напорную сторону опор, доводят их до непроницаемого скалистого основания. Арки делают у вершины толщиной около 30 см, увеличивая эту толщину вниз до 90—120 см, по мере того как они подвергаются большому давлению воды, с тем чтобы достигнуть однообразной нагрузки на бетон. За последнее время появилось стремление увеличить расстояние между опорами до 18 м и делать их полыми (фиг. 78); опоры в этом случае д. б. сильно укреплены при помощи стальной арматуры. Расчет арочных плотин в США ведется по девяти ф-лам Кэна (W. Cain) и используя для этой цели расчетные диаграммы толстых арок, составленные Фаулером на основании ф-л Кэна. Цилиндрические арки могут быть заменены плоскими плитами; получается П. типа Амбурсена; расстояния между опорами делаются меньшими, чем в арочных П.; формы для бетона в амбурсенских П. стоят дешевле, чем в арочных. П. Амбурсена представляют собой невысокую конструкцию, в то время как арочные П. строят высотой до 60 м. Фиг. 79 изображает з е м л я н у ю П., с о о р у ж е н н у ю н а м ы в н ы м с п о с о б о м (с п о с о б о м г и д р а в л и ч. н а п о л н е н и я) из материала, содержащего 15—30% глины (остальное количество—песок и камни). Задняя и передняя части П. состоят из каменной наброски. Неправильный массив в центре поперечного сечения представляет отложения глины. Напорные поверхности П. должны быть защищены соответствующей одеждой против действия волн. Фиг. 80 рисует з е м л я н ы е П. н а с ы п н о г о т и п а (с у х о г о н а п о л н е н и я).

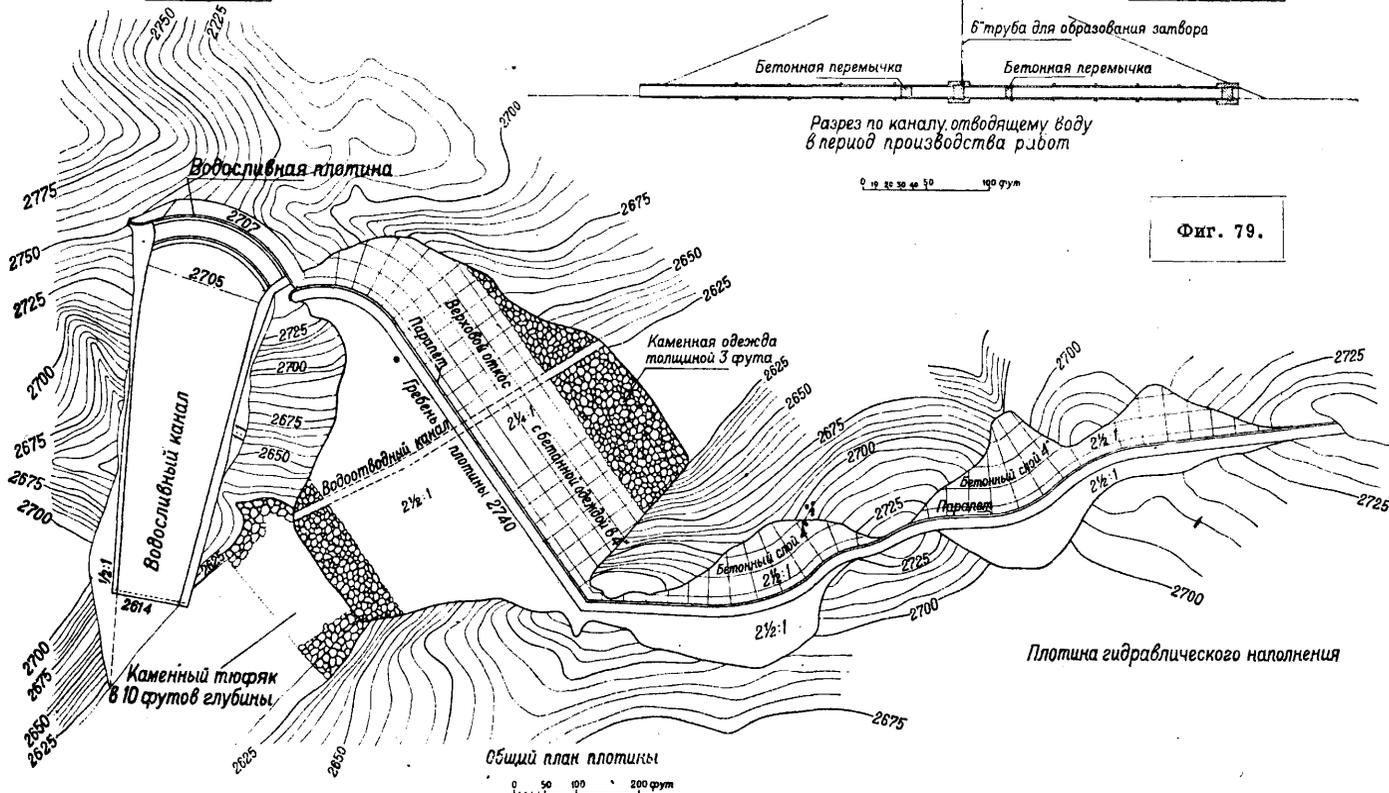
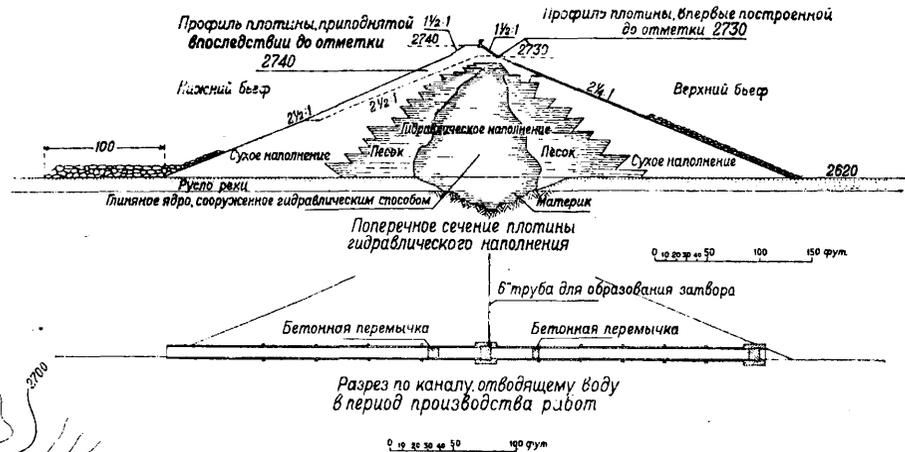
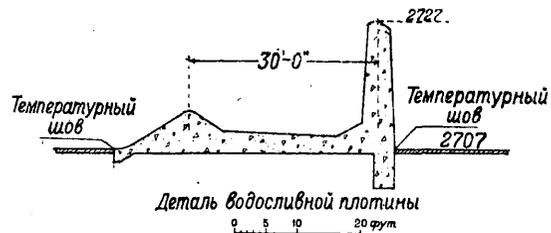
Для устранения перепада гребень П. располагают по крайней мере на 3 м выше максимального уровня воды в бассейне и кроме того устраивают парашет. Пользуясь паровыми лопатами большой мощности (до 2 куб. ярдов) и газолиновыми вагонетками емкостью до 10 куб. ярдов, земляные П. сооружают в зап. части США с издержками не свыше 45 центов за куб. ярд при заработной плате 4,5 доллара в день, что представляет большую экономию по сравнению с перевозкой материалов лошадьми. На фиг. 81 изображена П. из каменной наброски в бетонных стенках, устраиваемая в реках с песчаным руслом, в которых скалистое основание недосыгаемо. Эти П. состоят обыкновенно из тяжелой каменной наброски, облицованной тяжелыми камнями с ровной поверхностью мощения, имеющего уклон 1 : 12 к стороне нижнего бьефа. Уровень воды нижнего бьефа должен превышать мощение настолько, чтобы удары падающей воды приходились на последнее. Длина просачивания воды определяется по ф-ле Бляе:

$$L = C \cdot H, \quad (92)$$

где L —длина пути просачивания; H —высота напора воды, представляющая максимальную разницу уровней воды верхнего и нижнего бьефов; C —коэф-т, зависящий от рода материала русла реки и равный: для русла из легкого ила 18, тонкого слюдяного песка 15 и грубозернистого песка 12.

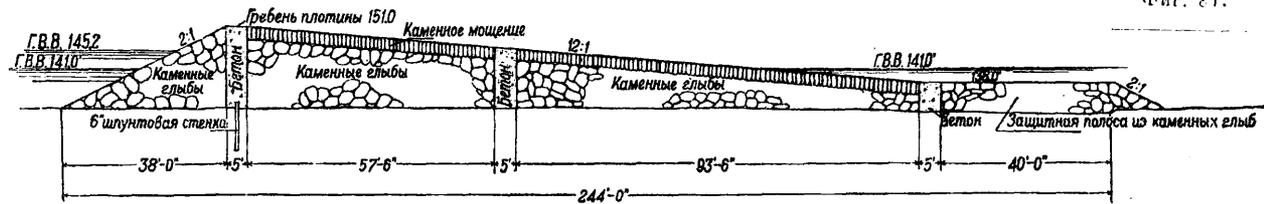
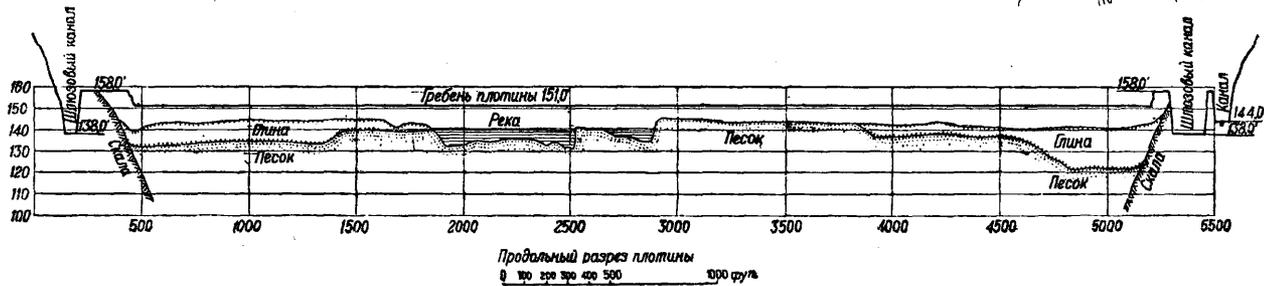
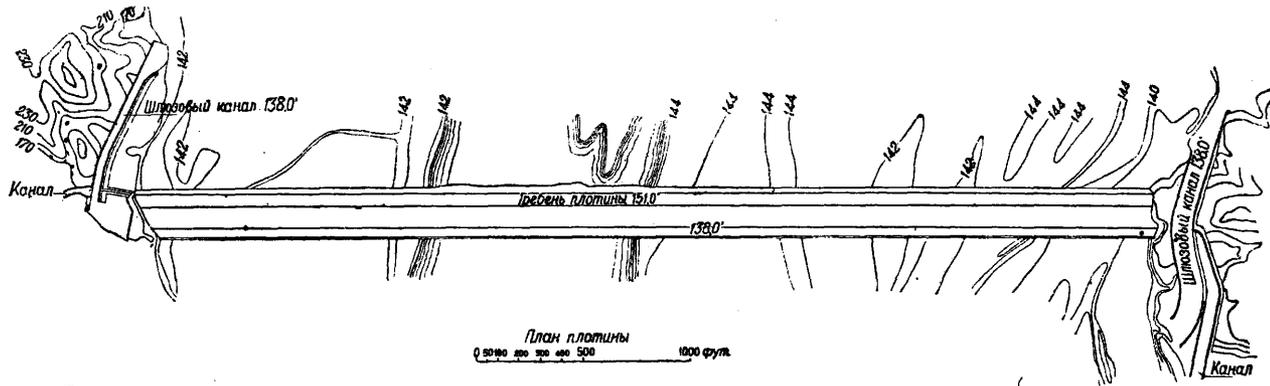
Следует упомянуть об интересном факте постройки инженерными организациями в Калифорнии опытной арочной плотины для экспериментальных исследований, высотой ~ 18 м, шириною гребня 0,6 м и в основании шириною ~ 2,3 м с радиусом в центре плотины ~ 30 м.

21. П р о и з в о д с т в о р а б о т. При сооружении П. необходимо обеспечить пропуск расхода реки в период работ, в виду чего постройку П. производят в несколько очередей, окружая *перемычкой* (см.) сначала одну часть П., а затем другую; за точкой раздела между очередями обыкновенно принимается средняя опора. Когда приступают к работам во второй части плотины, то расход пропускается через законченную часть ее. При разборчатых П. никаких препятствий к такому пропуску расхода не встречается, при глухих же П. летние паводки пропускаются либо через здание гидростанции (если сооружается таковая) либо через канал (при мелиорационных постройках), если таковые будут окончены к этому моменту; в противном случае котлован второй очереди ограждают перемычками значительно большей высоты, чем для первой очереди, имея в виду пропуск воды через гребень законченной части П.; в последнем случае работы второй очереди придутся производить при наличии в реке некого подпора. Однако при *земляных П.* (см.) перелив через их гребень недопустим. Необходимо принимать меры против размыва в скажном русле и к устройству плотных перемышек. В подходящих случаях сооружают временную запруду выше места работ и отводят воду через вновь сооруженные в обход канал, штольню или деревянный жолоб.



Фиг. 79.

ПЛОТИНЫ



Разрез по максимальному сечению плотины
0 10 20 30 40 50 100 футов

Плотина из каменной наброски в бетонных стенах

Фиг. 81.

Целесообразно использовать водоспуск для пропуска воды в период работ, построив его в первую очередь. Особенно важным является вопрос об обеспечении надлежащего сопряжения П. как с основанием, так и с боковыми склонами берега и о мероприятиях против фильтрации воды.

Для постройки каменных плотин применяются каменная кладка, трамбованный бетон и литой бетон. В настоящее время при постройке П. предпочитают пластичный бетон и каменную кладку. Бетон при заливке нагревается и в результате расширяется. Охлаждение бетона в больших П. требует иногда до 2 лет. Процесс охлаждения вызывает сжатие, которое в свою очередь вызывает трещины, если не будут приняты специальные меры против них. На многих американских П. применялся бетон из 1 ч. цемента, 3 ч. песка и 6 ч. щебня. Бетон при этом применялся жидкой консистенции с кладкой в него в любом порядке отдельных булыг. В Америке, при расположении булыг в правильном порядке, содержание их повышалось до 60—65% общего объема кладки, в Германии же, при неправильном расположении булыг, процент их был доведен до 18. Кладку в бетонную массу камней в наст. время делают в исключительных случаях. Для рационального производства работ и получения возможно большей суточной выработки необходимо, чтобы были механизированы все карьеры, в которых происходит выломка камня, а также камнедробилки и песчаные мельницы, служащие для получения щебня и песка. Необходимо также снабдить надлежащим механич. оборудованием склады вяжущих веществ. Общее расположение устройств для получения материалов для производства работ д. б. самым тесным образом связано с транспортными устройствами для перемещения материалов и для подачи их к месту производства работ. В широкой степени надлежит применять механизацию работ, учитывая выгоду скорейшего возведения плотин. Для подвозки материалов к месту работ обыкновенно применяют тягу паровозами. Устройства, расположенные на разных уровнях, связываются между собой посредством подъемников. При сооружении П. из каменной кладки или трамбованного бетона перевозка материалов в пределах самой П. может производиться по рельсам, уложенным на самой П. При применении литого бетона приходится располагать рельсы на эстакаде или осуществлять доставку при помощи кабелькранов. Эти транспортные устройства дополняются большим количеством кранов, располагаемых б. ч. у напорной грани и перемещаемых вверх по мере возведения П. Распределение литого бетона по сооружению осуществляется при помощи литевой башни и связанного с ней распределительного устройства в виде расположенных на флигерах системы желобов и бункерных воронок. По Франциусу наибольшая производительность в Германии составляла 1 200 м³ при 11-часовом рабочем дне, а средняя производительность в течение сезона продолжительностью в 160 дней не превышала 700 м³. По данным Энцвейтера

при возведении П. из литого бетона в Германии м. б. достигнута производительность до 1 000 м³ в день, в то время как в Америке производительность за тот же промежуток времени достигла 2 500 м³.

О производстве работ при сооружении земляных П. см. *Земляные плотины*.

Применение намывного способа при сооружении земляных П. является целесообразным при наличии естественного уклона и напора или при возможности создания таковых в процессе постройки. Напор необходим для получения достаточной скорости струи, служащей для отрывки грунта и заменяющей собой т. о. работу экскаватора. В месте расположения карьера желательно иметь давление в 7—10 atm при расходе воды через каждую насадку в 300—400 л/сек. В виде исключения допускается давление в 3 atm и расход в 50 л/сек. Получаемая при отрывке струей воды кашеобразная масса, содержащая от 15 до 30% твердых частиц, доставляется в тело П. по лоткам, уложенным с наименьшим уклоном в 3%. Когда грунт добывается из карьера, расположенного внизу, он подается вверх (накачивается через трубы) центробежными насосами, сконструированными наподобие морских землесосов. При возведении плотин намывным способом устраивают сначала у подножия обоих откосов валики из каменной наброски, к-рые быстро уплотняются настолько, что масса грунта стекает постоянно от краев к середине. При наличии в размытом грунте крупных частиц таковые укладываются у краев П. и служат продолжением первоначально уложенных валиков из каменной наброски. Внешние части П. таким образом состоят из крупного материала, устойчивого, а центральная часть П.—из тонких водонепроницаемых глин, медленно опускающихся в спокойной воде, которой наполнена центральная часть П., вдоль ее оси. Вода удаляется посредством дренажа или откачиванием. В насыпных П. уплотнение достигается укаткой механическими катками. Намывной способ уступает укатке, и при нем грунт насыпи получается менее уплотненным, но, с другой стороны, при нем обеспечен однородный состав отдельных слоев и достигается достаточная водонепроницаемость. Одним из наиболее выдающихся случаев применения намывного метода является постройка Гатунской П. на *Панамском канале* (см.).

Рассмотренные здесь основные типы П. имеют в практике различные конструктивные особенности, преследующие цель рационализации основных типов П. в утилитарном и экономич. отношениях.

Лит.: Врилинг С. Р., *Формулы и таблицы для расчета инженерных конструкций*, ч. 2, 3 изд., М.—Л., 1931; его же, *Краткое руководство по водоснабжению*, 2 изд., М.—Л., 1928; Павловский Н. Н., *Теория движения грунтовых вод под гидротехнич. сооружениями и ее основные приложения*, П., 1922; Фридман А. И., *Об изменении гидравлич. давления под фундаментами плотин*, «Труды Московского ин-та инженеров транспорта», М., 1927, вып. 4; Андисимов И. И., *Водоподъемные плотины*, М., 1924; его же, *Производство работ по устройству плотин на реках*, М., 1927; его же, *Плотины*, ч. 1, *Водоудержательные плотины*, Москва, 1923; Гельб В. Г., *Затворы гидротехнических плотин*, Л., 1928; его же, *Водоподдерживающие затворы из трубчатых балок с вы-*

тянутым поперечным сечением, Л., 1924; Францус О., Гидротехнич. сооружения, пер. с нем., М., 1929; Герсеванов Н. М., Расчеты фундаментов гидротехнич. сооружений на основании учета деформаций построенных сооружений, Москва, 1923; Подарев В. В., Гидротехнические сооружения, вып. 1—3, М., 1925; его же, Расчеты гидротехнич. сооружений, М., 1925; Спировский М. Г., Примеры гидравл. расчета отверстий плотин, М.—Л., 1929; Тяпкин Н. Д., Водоподъемные разборчатые плотины на реках, М., 1909; Акулов К. А. и Козлов Г. А., Курс внутренних водных сообщений, том 2, Искусственные водные пути, Москва, 1928; Kelen N., Die Staumauern, Berlin, 1926; Kelen N., Die Spannungsverhältnisse in Staumauern, «В. у. Е.», 1925, Н. 18; Kelen N., Grundrissanordnung d. Gewölbereihendämme, «Deutsche Wasserwirtschaft», Charlottenburg, 1924, Heft 10; Kelen N., Ausbau d. Wasserkrafts Sardinien und die Tirso-Talsperre, «Deutsche Wasserwirtschaft», Charlottenburg, 1924; Mörsch E., Berechnung kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck, «Schweizerische Bauztg», Zürich, 1906, В. 51; Mörsch E., Der Eisenbetonbau, 6 Aufl., В. 1, Н. 1, Stg., 1925; Ritter H., Die Berechnung von bogenförmigen Staumauern, Karlsruhe, 1913; Etcheverry B. A., Irrigation Practice a. Engineering, N. Y., 1916; Stucky A., Etudes sur les barrages arqués, «Bulletin technique de la Suisse romande», Lausanne, 1922; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, 3 Auflage, В. 1, 2, Berlin, 1923, Ergänzungsheft, Berlin, 1926; Schuyler J. D., Reservoirs for Irrigation, Water-Power a. Domestic Water Supply, 2 ed., N. Y., 1909; Fillunger P., Neuere Grundlagen für die statische Berechnung von Talsperren, «Ztschr. d. österreichischen Ing.- u. Architekten-Vereines», Wien, 1914, Heft 23; Mohr O., Der Spannungszustand einer Stauwehr, ibid., 1908, Н. 40/41; Schoklitsch A., Geschiebebewegung in Flüssen u. an Stauwerken, В. 1926; Schoklitsch A., Der Wasserbau, W., 1930; Salinger R., Der Eisenbeton, 5 Aufl., Lpz., 1925; Link B., Die Bestimmung d. Querschnitte von Staumauern u. Wehren aus dreieckigen Grundformen, Berlin, 1910; Jorgensen L. R., Multiple Arch Dams on Rush-Creek, «Transactions of the Americ. Society of Civil Engineers», New York, 1917, v. 81; Hargood, Huacal Dam, Sonora, Mexico, ibid., 1915, v. 78; Ludin A., Die Wasserkrafts, В. 1—2, В., 1923; Kulkа H., Der Eisenwasserbau, Band 1, Berlin, 1928; Kulkа H., Beitrag zur Theorie des Wasserdruckes u. zur Bewertung u. Konstruktion des Segmentwehres, Schützen-u. Walzenwehres, Lpz., 1913; Lauck A., Der Ueberfall über ein Wehr, «Ztschr. f. angew. Mathematik u. Mechanik», В., 1925, Н. 4; Koch A., Carstanjen M., Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften, Berlin, 1926; Talsperrenausschuss, Anleitung für den Entwurf, Bau und Betrieb von Talsperren, Berlin, 1930; Oseen C. W., Hydrodynamik, Leipzig, 1927; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, В. 1—2, 3 Aufl., Lpz., 1923; Handb. Ing., Т. 3, В. 2, Аbt. 1—2, 4 Aufl., Stauwerke, 1912—13; Becher Th., Neuere Eisenwasserbauten auf dem Gebiete des Eisenwehrbaues, «Der Bauingenieur», В., 1925, 6; Forchheimer Ph., Hydraulik, Lpz., 1930; Hilgard K. E., Die beweglichen Wehre, Handb. Ing., 1912; Franzios O., Der Verkehrswasserbau, Berlin, 1927; Locker u. Co., Niederdruck und Hochdruckanlagen, Zürich, 1924; Matten E., Die Talsperren, Handb. Ing., Т. 3, 4 Aufl., Lpz., 1913; Platzmann F., Ueber den Querschnitt d. Staumauern, «Forsch. der Ing.-Wiss.», Lpz., 1908, Н. 20; Plenkner W., Beanspruchung d. Baustoffe in Staumauern nach neueren Forschungen, «Allg. Deutsche Bauztg», В., 1913, В. 76; Greng H., Versuche an Modellen d. Stevens-Creek Mauer, «Zeitschrift d. Österreich. Ingenieur- u. Architekten-Vereines», Wien, 1929, В. 81; Maillart R., Die Wahl d. Gewölbbestärke bei Bogenstaumauern, «Schweizerische Bauztg», Zürich, 1928, Band 92; Maier F. u. Kammler K., Das Kraftwerk Vöhrenbach, «Der Bauingenieur», В., 1923, В. 4; Maier F., Die Stauwehr des Kraftwerkes Vöhrenbach, «В. у. Е.», В., 1924, В. 23; Kammler K., Die Theorie d. Gewichtstaumauern unter Rücksicht auf die neue Ergebnisse d. Festigkeitslehre, В., 1929; Hamberger E., Die Druckluftarbeiten beim Bau d. Entnahmewerkes des Achensee-Kraftwerkes, «Wasserbau u. Wasserwirtschaft», München, 1928, В. 22; Zorn J., Die Spiegelabsenkung des Kratersees Kloet (Java) mittels Heberleitung, «Ztschr. d. Österreich. Ingenieur- u. Architekten-Vereines», Wien, 1927, В. 79; Hofbauer R., Ein Mittel zur Bekämpfung d. Wirbelbewegung und Kolkbildung unterhalb d. Stauwehre, ibid., 1915, В. 67; Schnell, Ueber Flussregime und Talsperrenbau in den Ostalpen, ibid., 1910, В. 62; Singer M., Ueber Flussregime und Talsperrenbau

in den Ostalpen, ibid., 1909, В. 61; Hülsemann, Die Bewegung d. Sperrmauer d. Gothaer Talsperre, «Zeitschrift f. Vermessungswesen», Stg., 1920, В. 49; Huber J., Automatische Stau- u. Abflussvorrichtungen, «Schweizerische Bauztg», Zürich, 1911, В. 58; Greve J., Stauregelungsvorrichtung f. Nadelwehre, «Ztbl. der Bauverwaltung», Berlin, 1901, В. 21; Nadel u. Stützenwehre in d. Staustufe von Troja, «Allgemeine Bauztg mit Abbildungen f. Architekten-Ingenieure», W., 1901, В. 66; Greve J., Nadel- u. Segmentwehr bei Unter-Berkowitz, ibid., 1905, В. 70; Greve J., Die Stauanlage bei Wegstädtl a. d. Elbe, ibid., 1908, Band 73; Greve J., Neuerungen an Nadelwehren, «Schweizerische Bauztg», Zürich, 1901, В. 37; Rehbock Th., Stauwerke, Handb. Ing., Т. 3, В. 2, Аbt. 1, 4 Aufl., Lpz., 1912; Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, В. 4, Wasserbau, 3 Aufl., Berlin, 1926; Ludin A., Kolkverhütung an Wehren, «Z. d. VDI», 1927, В. 71; Hinds J., «Proceedings of the American Society of Civil Engineers», N. Y., 1928, v. 94, May; Cain W., ibid., 1922, v. 85, p. 254; Tölke F., «Der Bauingenieur», Berlin, 1931, Н. 8; Ziegler D., ibid., Н. 11; Tölke F., ibid., Н. 12—13; Marquardt E., ibid., Н. 22—23, 25; Cicin P., ibid., Н. 22—23; Tölke F., ibid., Н. 36; Don Martin, ibidem, Heft 39; Rinsun A., «Die Bautechnik», В., 1931, Н. 37—43; Proceedings of the American Society of Civil Engineers, N. Y., 1930. С. Брилинг и И. Липпинотт (Лос-Анжелос, США).

ПЛОТНОСТЬ измеряется массой данного тела (M г), заключенной в единице его объема (V см³): $D = \frac{M}{V}$; отсюда, зная плотность тела, можно вычислить одну из двух величин (M , V), зная другую: $V = \frac{M}{D}$, $M = V \cdot D$. П., как физическая величина, имеет размерность $[D] = M \cdot L^{-3}$ и выражается обычно для твердых тел и жидкостей в г см⁻³. Для газов же и паров, в виду их малой П., последняя измеряется обычно в г/л или в кг/м³. Уд. в. называется отношение веса данного тела к весу раз навсегда выбранного стандартного тела, взятого в том же объеме. Из определения следует, что уд. в.—отвлеченное число, выражающееся отношением плотностей данного (D) и стандартного (D_0) тела: $P = \frac{D}{D_0}$, и не имеющее размерности. Так как за единицу массы в CGS-системе (абсолютной системе физич. величин) выбрана масса 1 см³ чистой воды, равная 1 г при t° ее наибольшей плотности (3,99°), то П. воды при $t^\circ \approx 4^\circ$ равна 1, и уд. в. любого тела по отношению к воде при 4° , как к стандарту, численно равен плотности этого тела: при $D_0 = 1$, $P = D$. П. газа по отношению к водороду или к воздуху часто называют (не вполне правильно) уд. в. этого газа относительно водорода или воздуха, взятых при тех же условиях. П. твердых тел и жидкостей обычно измеряют или по методу гидростатич. взвешивания (пользуясь законом Архимеда) или же пикнометром (см.). К первому же способу относится и наиболее употребительное в технике измерение П. с помощью ареометра.

П. газов или паров измеряют обычно с целью определить молекулярный вес вещества в парообразном состоянии M (см. Молекулярный вес). Зная M , легко приблизительно вычислить П. газа в г/л по следующему выражению:

$$D = \frac{M}{22,4(1 + at)}$$

П. тела определяется массой его молекул и густотой их расположения (т. е. числом их в единице объема). В твердых телах и в жидкостях эта густота расположения различна, и потому П. их не находится в

простой связи с их мол. в. При приближении же к идеальноегазовому состоянию число молекул всех веществ в единице объема становится одинаковым при равных условиях (см. Газ, Молекулярный вес) и потому D пропорционально M . Из твердых тел наименьший Π обладает твердый водород (по Дьюару при $-259,9^\circ D = 0,076 \text{ г см}^{-3}$), из металлов—литий ($D = 0,534$); наибольшую Π имеют: платина ($D = 21,4$), иридий ($D = 22,4$) и осмий ($D = 22,48$).

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1, Берлин, 1923; Kohlgusch F., Lehrbuch d. prakt. Physik, 15 Aufl., В.—Лpz., 1927; Ostwald W.—Luther R., Phys.-chem. Messungen, 4 Aufl., p. 199, Lpz., 1925; Winkelmann A., Handbuch d. Physik, 2 Aufl. ge, В. 1, Lpz., 1908; Dictionary of Applied Physics, v. 1, L., 1922. П. Ребиндер.

П. электрического тока измеряется силой электрич. тока I , отнесенной к единице площади S , перпендикулярной к направлению тока. Обозначая Π электрич. тока через j , получим $j = \frac{I}{S}$ или $j = \frac{dl}{ds}$; обычно Π электрич. тока выражается в А/см^2 . Для тока проводимости (или вообще тока переноса, или конвекционного) Π электрич. тока м. б. определена как количество электричества q , проходящее в единицу времени сквозь площадку в 1 кв. единицу, перпендикулярную направлению тока, или сквозь площадку $\frac{1}{\cos \alpha}$, если α есть угол между нормалью к площадке и направлением тока. Π электрич. тока проводимости связана с величиной электропроводности σ и напряженности поля E соотношением: $j = \sigma E$ (дифференциальная форма закона Ома). Для случая тока переноса (электронный или ионный ток), а также для ионного тока в электролите имеем: $j = \sum Nev = ev$, где N , e , ρ , v —суть последовательно для данного сорта ионов: число ионов в 1 см^3 , заряд иона, Π электрич. заряда ионов, их скорость; т. о. знак e , ρ определяется знаком данных ионов, а знак v —фактич. направлением скорости их в определенном случае; нормально v для $+$ и $-$ ионов противоположны по направлению. Для тока смещения $j = \frac{\epsilon}{4\pi} \frac{\partial E}{\partial t}$. Оба последних соотношения могут рассматриваться и как векторные, т. к. j есть вектор, параллельный вектору I . С магнитным полем напряженности H вектор Π электрич. тока связан соотношением: $4\pi j = 4\pi \sigma E + \epsilon \frac{\partial E}{\partial t} = \text{rot } H$ (первое ур-ие Максвелла), где j , E , H выражены в одной и той же системе единиц, обычно CGSM. Знание величины Π электрич. тока важно в различных случаях, например в электрохимии (электрометаллургия, гальваностегия), правильный подбор Π электрич. тока определяет успешность процесса; далее Π электрич. тока является важнейшим фактором, определяющим t° проволоки, по к-рой проходит электрич. ток. Зависимость термоэлектронного тока от t° обычно дается в виде табл. значения Π тока от t° , хотя часто величина тока относится в этом случае не к 1 см^2 , а к $\pi \text{ см}^2$ (поверхность «единичного цилиндра») и т. д.

Б. Введенский.

ПЛУГИ, орудия для обработки почвы с обрачиванием пласта. В то время как тех-

ника в др. отраслях машиностроения достигла огромной высоты, с.-х. машиностроению были чужды научные приемы и исследования до самого последнего времени; поэтому большинство конструкций с.-х. инвентаря является результатом глазмерного и любительского творчества.

С доистории. времен до 16 в. орудие обработки почвы носило самый примитивный характер. Но и появившаяся в 16 в. орудие, римский Π , едва заслуживает названия Π . в современном представлении, так как этот плуг имел только зачатки отвала. К этому же веку относится появление и англо-саксонского Π . с более развитым уже отвалом, с ноном и двухколесным передком. В таком виде Π пребывали до 17—18 вв., когда появились в работе Π . брабантский и роттердамский, послужившие образцами для конструкторов. Первый завод для пахотных орудий построил в Англии в Berwickshire в 1763 году James Small. С этого времени разработка конструкции Π . перешла и на заводы. В 1785 г. англ. завод Рэнсома уже патентует самозаостривающийся чугунный лемех (применяемый в Англии и в настоящее время). Теоретич. разработка началась с 1795 года с появлением в Англии работы Bailey по теории Π . В 1797 г. президент США Джефферсон предложил для рабочей поверхности теоретич. форму—г и е р б о л ч е с к и й п а р а б о л о и д. В 1818 г. проф. Шверц выработал свой Гогенгеймский Π . с полувинтовой рабочей поверхностью. В 1872 г. бр. Веверна (Богемия) был дан тип плужного корпуса с цилиндрч. рабочей поверхностью, сильно дробящей пласт, получивший название р у х а д л о в о й (ruch, ruschado—двигатель). В 1832 г. итальянск. аббаты Lambuchini и Ridolfi создали теоретич. форму винтового корпуса г е л и к о и д а. В этом же году француз Гранже изобрел первый самоходный Π . Во Франции появились и первые многокорпусные Π . Англ. заводы Рэнсом и Хауерд разработали винтовые отвалы и конструкции Π . Рухадловые и культурные типы корпусов разработаны в Германии, причем Энкертом созданы многокорпусные типы Π ., а Р. Сакном—первоклассные типы рабочих поверхностей и дерновыми. Из русских первобытных орудий с а б а н послужил прототипом англо-болгарского плуга, созданного совместными трудами заводов Ransomes, Howard и русского з-да Гена (Одесса). Самостоятельно шла разработка конструкций Π . в США. Там появились сложные Π . с сидением (sulky plow), с типами рабочих поверхностей: измененными па аболодами и гиперболами. Механич. двигатель был введен для вспашки Фаулером в 1856 г. при канатной системе, к-рая считается одной из лучших и теперь. С появлением тракторов-буков и с развитием тракторостроения параллельно быстро прогрессировало и усовершенствование тракторных Π . в США и в Европе. В России по теории Π . появился в печати труд Зелянского в 1885 г. Большие заслуги имеют за собой выставки-испытания с.-х. машин и орудий, устроенные под Москвой на Бутырском хуторе с 1892 по 1910 год. Благодаря совместной работе крупных научных технич. и агрономич. сил и работников-практиков эти выставки внесли массу поправок, предъявили новые требования к конструкциям и установили методы испытания сел.-хв. инвентаря. С 1911 г. научно-исследовательская работа началась при кафедрах высших технич. и агрономич. школ и на станциях. Наиболее ценными работами являются труды В. П. Горячкина по теории Π . Однако агрономией до сих пор еще не установлены окончательные определенные требования к обработке почвы (см.), а следовательно и к конструкции Π . Вопрос этот является крайне сложным, еще мало изучен и должен быть вероятно изучаться по-районно для каждого климата и состава почвы.

Условия работы Π . Как всякое пахотное орудие, Π . предназначен для обработки почвы, т. е. пахотного слоя толщиной 100—400 мм. Но почва как среда, на которую действуют рабочие органы плуга, не является однообразной. Процессы почвообразования проявляются в таких разнообразных условиях и комбинациях, которые вообще редко еще где повторяются в природе. Потому и сами почвы в большинстве случаев являются средою крайне сложной по своему механич. и химич. составу, по физическим свойствам, по растительному покрову и по совершающимся в них биологич.

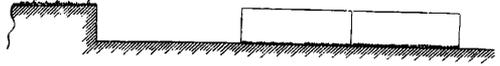
процессам. а) Механический состав почвы (см.), т. е. величина и форма почвенных частиц, указывает на это разнообразие. Среди них можно найти и л (коллоидальную глину), который по классификации Фаддеева имеет размер (толщину) частиц $\delta < 0,0015$ мм, пыль, песок, хрящ и наконец камни (диам. от 10 мм), встречающиеся на полях в ледниковых отложениях в виде различных валунов и осколков, достигающих величины огромных монолитов.

б) Удельный вес почвы зависит от уд. в. отдельных составных частей, который колеблется в пределах 1,2—1,9. По Шюблеру кварцевый песок имеет уд. вес 2,75, жирная глина 2,65, перегной 1,22. Отношение объема почвы с промежутками к такому же объему воды называют кажущимся уд. в.; он колеблется в пределах 1,01—1,5.

в) Влагоемкость почвы. Различают: 1) наименьшую влагоемкость, или гигроскопичность, т. е. когда толщина слоя воды, покрывающей поверхность почвенных частиц, равна диаметру молекулы воды; 2) капиллярную влагоемкость, т. е. то количество воды, которое поднимается по капиллярным промежуткам образца почвы, приведенной своей нижней частью в соприкосновение с водой, и наконец 3) полную влагоемкость, когда все промежутки между частицами почвы заполнены водой. Содержание воды в почве имеет особенно большое значение при вспашке. По Пухнеру при 40—50% полной влагоемкости происходит наилучшее крошение. Сухая почва дает глыбы и грубые комки с частицами, перетертыми в пыль, а сильно влажная замазывается и налипает на рабочую поверхность П. Влияние прочности и связности почвы на работу плуга весьма велико. Под прочностью подразумевается сопротивление почвы разрывающему действию воды. Под связностью же — способность почвы противостоять разъединению частиц: при раздавливании (абсолютная связность), при разрыве (относительная связность) и при разъединении частиц клином. Научные данные по этому вопросу невелики и не могут оказать заметной услуги плугостроению. Прилипание почвы к железу и стали — вопрос чрезвычайно важный для всякого пахотного орудия, но в современной научной литературе он еще освещен весьма слабо. Данные практики указывают, что налипание зависит от рода почвы, степени ее влажности, от скорости перемещения орудия, от величины давления пласта на рабочую поверхность и от самой рабочей поверхности. Приходится однако предполагать, что и химич. состав почвы и почвенных растворов играет не последнюю роль в этом явлении. Коэф. трения почвы о железо, чугун и сталь равен 0,3—0,9, в зависимости от механич. состава и влажности почвы. Весьма важно знать величину коэффициента трения для разных почв при различных скоростях и нагрузках и при различных способах обработки поверхности металла, применяемого для изготовления рабочих поверхностей плужных корпусов. Данные в этом направлении слишком не-

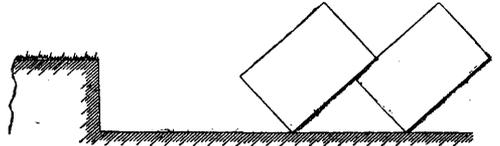
достаточны. С появлением на полях тяжелых механизмов необходимо весьма внимательно отнестись еще к одному свойству почвы — ее способности к уплотнению. Уплотнение м. б. или естественное — под влиянием атмосферных агентов или же искусственное — при проходе и перекатывании машин и орудий большого веса. Вопрос этот также очень сложный и является первоочередным для нашего с. х-ва, отходящего от живого двигателя.

Задачи обработки почвы П. заключаются в 1) рыхлении пахотного слоя, т. е. уве-



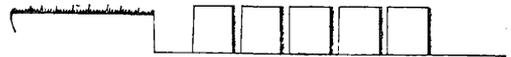
Фиг. 1.

личении промежутков между отдельными частицами; 2) оборачивании почвы в виде пласта, т. е. перемены верхней его части вниз, а нижней — вверх (оборачиванием пласта почвы П. и отличается от других землеобрабатывающих орудий); 3) переме-



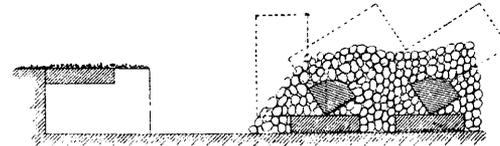
Фиг. 2.

шиванию почвенных частиц между собою; 4) проветриванию пахотного слоя, 5) уничтожении сорняков и вредителей животного происхождения и 6) заделке семян и удобрений. Несмотря на очень большое разнообразие приемов обработки почвы П. разли-



Фиг. 3.

чают след. основные типы вспашек: 1) полный оборот пласта (фиг. 1), 2) наклонный пласт или взмет (фиг. 2), 3) лущение (фиг. 3) и 4) культурная вспашка с дерновником (фиг. 4), когда пласт снимается почти в два слоя.



Фиг. 4.

Из этих типов вспашек наиболее часто применяется взмет, а в интенсивных хозяйствах и культурная вспашка. Надо отметить, что при работе П. в конечном итоге важна не только форма, но и окончательное положение пласта, дно же борозды играет малую роль. Всякий рабочий орган П. — нож, лемех или же плужный корпус, прокладывающий себе путь в почвенном слое, — встречает целый ряд сопротивлений. При своем проникновении в почву и при дальнейшем движении в ней орган этот должен разъединить между собою частицы почвы,

сдвинуть их со своего пути и при том сжатии, растяжении и истирании, которые здесь неизбежно появляются, часть их даже разрушить. Одновременно происходит и деформация поднимаемого пласта и перемещение его из одного положения в другое. Рабочие органы П. должны здесь вновь преодолеть связь между частицами почвы, их вес, появляющиеся силы трения, прилипания почвы к рабочей поверхности, а также и инерцию всего пласта и другие сопротивления, к-рые встречаются в почве. Все это в совокупности и дает т. наз. сопротивление почвы П. Обычно это сопротивление (некоторая средняя величина его) относится к единице площади поперечного сечения пласта, и тогда его называют удельным сопротивлением. Величина сопротивления зависит от весьма многих причин. Как ориентировочные цифры проф. Горячкин принимает следующие сопротивления на 1 дм² поперечного сечения пласта: для легких почв 20 кг, для средних—40 кг и для тяжелых—60 кг. Но эти данные не следует ставить в связь с уд. в. почв, потому что почва, легкая при обработке, напр. песчаная, имеет как-раз наибольший уд. в. (ок. 2,75), тогда как тяжелая при обработке глинистая почва (жирная глина) имеет уд. в. 2,65.

Рабочие органы и детали П. Всякий П. должен отрезать пласт в вертикальном направлении, подрезать его в горизонтальном и, принявши на свою рабочую по-



Фиг. 5.

верхность, или сохранить его форму или б. или м. разрушить, а затем уложить в определенном порядке. Поэтому современный П. имеет следующие рабочие органы и детали (фиг. 5): н о ж *a*, отрезающий пласт по вертикали, л е м е х *b*, подрезающий пласт по горизонтали, о т в а л *e*, принимающий на себя отдельный пласт, и п о л е в у ю д о с к у с п я т к о й, на которую опирается П. Лемех, отвал и полевая доска прикрепляются к с т о й к е *z* (которую иногда заменяет башмак и грядиль) и составляют то, что называют к о р п у с о м П. Корпус и нож прикрепляются к грядилю *d* или к р а м е. Для управления П. снабжается ручками *e*. На переднем же его конце помещается у п р я ж н ы й к р ю к *ж*, р е г у л я т о р *з* и остальные детали и механизмы. Самоходные П. имеют еще двухколесный передок или же поддерживающие раму колеса, а иногда даже и сиденье для пахаря. Нож (резак, резец, чересло) устанавливается впереди плужного корпуса. В Европе наибольшим распространением пользуется простой нож (фиг. 5, 6, 7а и 7б), состоящий из лезвия и черенка (круглого или прямоугольного), которым он при-

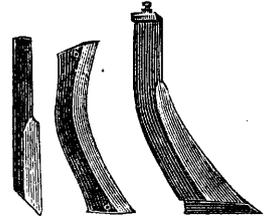


Фиг. 6.

крепляется к грядилю или раме разными способами. Лезвие ножа делается треугольного сечения с углом заострения γ в 8—10°. Режущий край ножа обыкновенно ставится под углом 60—70° к дну борозды и закрепляется в вер-

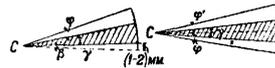


Фиг. 7а.



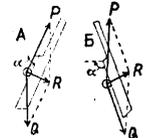
Фиг. 7б.

тикальной плоскости. Кроме того лезвие вывернуто так, чтобы между стенкою борозды и спинкою ножа оставался зазор в 1—2 мм (фиг. 8). Делается это в предупреждение излишнего сопротивления, т. е. если направление движения ножа совпадает с медианой его поперечного сечения (фиг. 9), то разрезаемая земля будет обходить его с обеих сторон и вызовет трение на обеих щеках ножа. Так как коэффициент тре-



Фиг. 8.

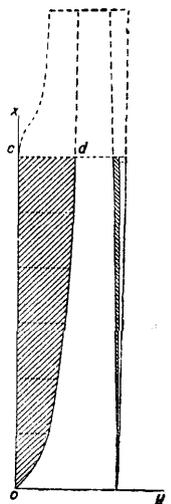
Фиг. 9.



Фиг. 10.

ния земли о железу очень велик (0,3—0,9) и численно равен tg угла трения, то, отвлекаясь от трения, можем заменить его соответствующим увеличением угла заострения ножа на величину угла трения, к-рый при средней величине коэффициента $f = 0,6 = \operatorname{tg} \varphi$ и $\angle \varphi$ будет равен 31°. Тогда при вывернутом ноже общий угол заострения будет равен $10^\circ + 31^\circ = 41^\circ + \sim 2^\circ$ (1—2 мм зазора), в сумме $\sim 43^\circ$. При невывернутом же ноже этот угол равен $\gamma + 2\varphi = 10^\circ + 2 \cdot 31^\circ = 72^\circ$, что значительно менее выгодно. Однако при вывернутом ноже установка плуга в работу должна быть несколько иная. Слагающая P от общего сопротивления R почвы ножу (фиг. 10), направленная вдоль лезвия, стремится продвинуть пласт вдоль его режущего края, что способствует перерезанию пласта с корнями растений и их остатками. Но чтобы такое передвижение произошло, необходимо неравенство $\alpha + \varphi < 90^\circ$, где α —угол наклона ножа. Следовательно для разных почв угол наклона ножа d б. разный.

И тем не менее при рыхлой почве с корневичами, растительными остатками и при запашке солоमистого навоза П. с простыми ножами легко забиваются. Практическое правило установки ножа такое: конец ножа

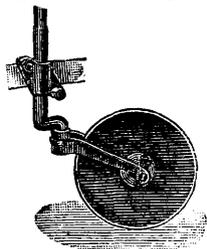


Фиг. 11.

относительно конца лемеха д. б. поднят на ~40 мм и выдвинут на столько же вперед. При очень сухих почвах конец лемеха должен несколько выступить вперед относительно конца ножа. Простой нож как деталь, направленная свободным гибким концом в сторону сопротивления, работает в очень тяжелых условиях, и потому размеры его должны быть подобраны с большим запасом прочности. Проф. Зелинский еще в 80-х годах рекомендовал придавать ноже форму тела равного сопротивления (фиг. 11), при которой он постепенно уменьшает свою толщину к нижнему концу и имеет кривую стенку, форма которой определяется

из уравнения $y = u \sqrt[3]{\frac{x}{y}}$, где u обозначает ширину в наивысшей точке cd , x —расстояние от точки o до места поперечного сечения реза. Такая форма вызывает значительно меньшее сопротивление. Вообще же, при равномерном слое слежавшейся почвы сопротивление ножу и лемеху с глубиной увеличивается. Но иногда почва пронизана прочными корнями в верхнем слое, а потому и наибольшее сопротивление может оказаться в верхней части пласта. По Вюсту на 1 см длины разреза средняя почва требует усилия в 3 кг; на 1 см длины разреза сухая и твердая почва требует усилия примерно в 8 кг.

Дисковые ножи были изобретены в С. Америке. С конными П. они у нас до 1914 г. применялись редко, а с тракторными после

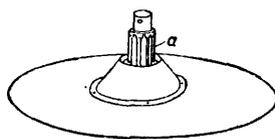


Фиг. 12.

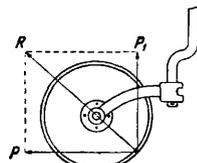
1918 года быстро распространились по СССР. Дисковые ножи представляют собой диски с острыми краями, \varnothing 300—400 мм и толщиной 4—8 мм (чаще же ок. 5 мм), вращаются около горизонтальной оси (фиг. 12). Ось помещается обычно в вилке, в свою очередь вращающейся около вертикальной оси, расположенной

на черенке впереди диска, благодаря чему диск сам становится точно по линии хода. Черенок прикрепляется к грядилу или к раме одним или двумя хомутами и имеет внизу колено, которое позволяет установить диск дальше или ближе к корпусу. Обычно его отводят от корпуса на 10—15 мм влево, чтобы получилась более правильная и чистая борозда. Сам диск устанавливается своим центром над концом лемеха на 3—4 см выше дна борозды, а при глубокой пахоте и выше. Вообще же диск не должен прорезать почву глубже 100 мм. К диску прикрепляется фланцами ступица, которая опирается или на два конуса, укрепленные сквозным болтом к вилкам, или на особые вкладыши. Конусы и вкладыши при трудности смазки ножа и избытии пыли и грязи быстро изнашиваются и нож теряет свой правильный ход. В настоящее время ножи делаются с хорошо закрытыми от пыли роликowymi вкладышами a (фиг. 13), что значительно улучшает работу и упрощает уход за ними. Дисковый нож, накатываясь сверху, легко разрезает

пласт вместе с его корнями, растительными остатками и соломыстым навозом. Благодаря небольшой толщине он вызывает меньшее сопротивление почвы, чем простой нож. Т. к. сопротивление R почвы диску приложено впереди и направлено вверх (фиг. 14),

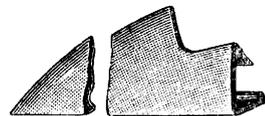


Фиг. 13.



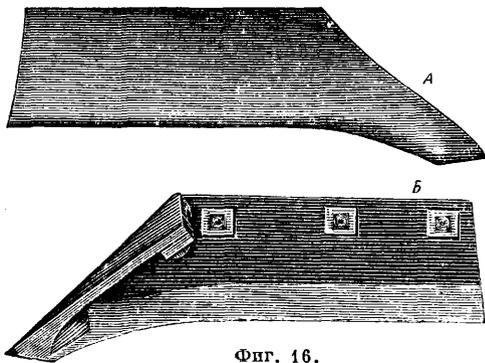
Фиг. 14.

то при общем сопротивлении R и горизонтальной слагающей P слагающая P_1 стремится приподнять плуг. Поэтому дисковый нож принимает на себя часть вертикальных усилий, действующих на плуг, разгружает пяту и колеса и при хорошей смазке, а особенно при роликовом вкладыше, добавочно уменьшает общее тяговое усилие. Диск вообще должен прорезать почву не глубже 100 мм. При твердой же почве его надо поднимать выше, приближать к корпусу и не следует выносить далеко вперед, за конец лемеха, так как он может приподнимать корпус и даже выкатывать П. из борозды.



Фиг. 15.

Лемех предназначен подрезать пласт снизу в горизонтальном направлении, принять его на себя и передать на отвал. Форма лемехов бывает различная. Треугольная форма применяется для небольших дешевых одноконных плужков (фиг. 5). В ан-



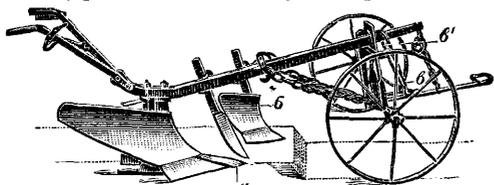
Фиг. 16.

глийских П. чугунные лемехи похожи на лемехи сохи (фиг. 15). В Европе и у нас наиболее распространены лемехи в форме трапеции. Американские и частью франц. заводы делают лемехи с сильно вытянутым передним концом (см. фиг. 16, А и Б), иногда даже со сменным (фиг. 17), и конец этот для более плотных почв отгибается вниз сильнее, чем для мягких почв. Для вспашки каменных почв конец лемеха заменяется даже особым долотом a (фиг. 18). Вытянутый вперед конец лемеха помимо более легкого внедрения



Фиг. 17.

корпуса в землю очевидно создает еще благоприятные условия для отделения пласта, т. к. уходящий вперед носок действует как клин, приподнимает левую сторону пласта



Фиг. 18.

(фиг. 19), к-рая уже подрезана вертикально ножом, и отрывает на некоторой длине пласт от дна борозды. Идущая здесь часть режущего края лемеха встречает уже меньшее сопротивление или даже проходит свободно. Отрывание же пласта происходит по направлениям наименьшего сопротивления, тогда как лемех режет там, где проходит



Фиг. 19.

его режущий край, поэтому тяговое усилие д. б. здесь уменьшено. Форма лемеха и острота его режущего края (как и у ножа) имеет весьма большое влияние на качество работы П., на устойчивость его хода и на величину тягового усилия. А так как лемех, и особенно его передний конец, быстро тупится и изнашивается, приходится его точить и восстанавливать нормальн. размеры. В этих целях снизу по всей длине лемеха делается утолщение, а иногда еще и наплыв у переднего его конца, из которых и берется металл при возобновлении формы в кузнице по шаблону (фиг. 20). По



Фиг. 20.

данным некоторых непосредственных измерений (Wüst, Smith) и косвенным подсчетам можно принять, что лемех и нож берут для выреза пласта не менее 50% общего тягового усилия, потребного для работы П., а на работу отвала идет всего ок. 10%. Поэтому лемеху и ножу следует придавать возможно меньший угол заострения и поддерживать всегда их остроту. Стальные лемехи следует точить с нижней и отнюдь не с верхней стороны. Заточить лемех сверху значительно проще, но при этом неизбежно увеличивается угол заострения режущего края, и в самом ответственном месте создается резкий перелом, а следовательно и порча рабочей поверхности. Острие при этом способе быстро притупляется и требует новой заточки (фиг. 21).



Фиг. 21.

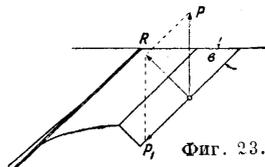
При заточке же снизу приходится снимать значительно более широкий слой, но в этом случае ни угол заострения лемеха ни его рабочая поверхность не изменяются. Здесь однако надо следить за тем, чтобы не получить т. наз. завала лемеха.

В погоне за быстрой заточкой нередко лемех закругляют снизу и получают выступ (фиг. 22), на который опирается лемех, а выше его расположен режущий край. П. с таким лемехом в землю не входит и отказывается работать, несмотря на остроту ж а л а, т. к. завал не позволяет ему это сделать. От завала дно борозды получается блестящее. До выезда в поле места завала на лемехе можно обнаружить



Фиг. 22.

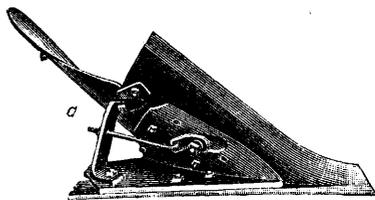
линейкой, приставляя один конец ее к пятке П., а другим ведя по режущему краю. В тех местах лемеха, где линейка не доходит до режущего края и опирается на возвышения, имеется завал. После снятия завалов плуг начинает вполне нормально работать. Режущий край лемеха всегда становится относительно стенки борозды под углом 30—55° (фиг. 23), где R—сопротивление лемеха, P—давление на стенку борозды и P₁—слагающая, перемещающая пласт вдоль лезвия. Такое положение облегчает лемеху перерезывание корней и растительных остатков, а также и внедрение в почву, вследствие более легкого разъединения частиц. Вообще же величина этого угла α определяется типом рабочей поверхности корпуса, которая включает



Фиг. 23.

в себя и рабочую поверхность лемеха. Лемехи прикрепляются к стойке или к башмаку при помощи болтов с потайной головкой или глухарями, если лемех имеет достаточную толщину для резьбы. Америк. заводы делают целые приспособления для быстрой смены лемехов (фиг. 24а и 24б).

Отвал принимает на себя пласт, поднятый лемехом, и, действуя своей рабочей



Фиг. 24а.

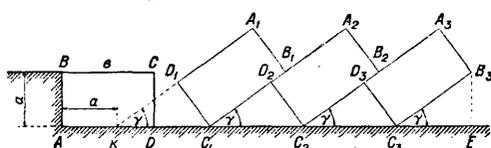
поверхностью, рыхлит его в большей или меньшей степени, переворачивает и укладывает на место. Отсюда ясно, что отвал



Фиг. 24б.

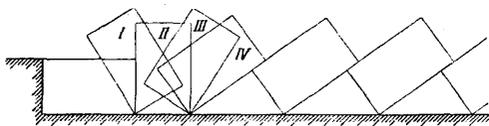
является самой ответственной деталью П., так как от него зависит окончательные результаты вспашки. Рабочие поверхности ле-

межа и отвала составляют вместе рабочую поверхность плужного корпуса. Размеры и очертания рабочей поверхности определяются размерами пласта и типом вспашки. Из чертежа поперечного сечения пластов при взмете (фиг. 25) можно сделать следу-



Фиг. 25.

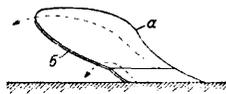
ющие выводы: 1) глубина пахоты a равна B_3E так как прямоугольные тр-ки C_3B_3E и $C_2D_3C_3$ равны, как имеющие по равному острому углу γ и гипотенузе, следовательно $B_3E = D_3C_3 = a$; 2) если продолжить линию наклона пласта A_1D_1 до пересечения с плоскостью дна борозды AD , то точка пересечения ее k будет отстоять от точки A на расстоянии Ak , равном глубине пахоты a , так как $Ak = AC_1 - kC_1 = AD + DC - kC_1 = b + a - b = a$. Отсюда мы получаем: 1) указание на то, в каком месте вспаханного поля измеряют в целях контроля глубину вспашки, и 2) способ, которым по боковому обрезу отвала можно определить, для какой глубины построен данный корпус. Величина $Ak = a$ и угол наклона пласта γ являются отправными пунктами при проектировании рабочих поверхностей. Считают, что глубина пахоты 5—10 см очень мелкая, 10—15 см—мелкая, 15—20 см—средняя, 20—25 см—глубокая и свыше 25 см до 1 м—очень глубокая, производящаяся для специальных культур. Отношение ширины пласта b к глубине a имеет очень большое влияние на окончательный результат работы. При меньшем отношении $\frac{b}{a}$ можно легче достигнуть сильного крошения пласта, но затрудняется оборачивание; при большом же отношении $\frac{b}{a}$ наоборот. Связный пласт при переворачивании занимает следующие характерные положения I, II, III и IV (фиг. 26). При слишком большом отношении $\frac{b}{a}$ пласт ложится плашмя—случай полного оборота пласта. При уменьшении этого отношения пласты ложатся наклонно (в з м е т). При отношении $\frac{b}{a} = 1,27$ диаго-



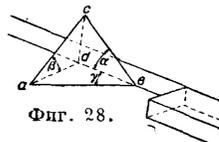
Фиг. 26.

наль поперечного сечения пласта становится вертикальной; это — последнее возможное наклонное положение пласта (фиг. 26, III). При дальнейшем уменьшении отношения $\frac{b}{a}$

пласт станет на ребро (случай лущения) или будет заваливаться обратно в борозду. Так как ширина пласта для каждого П. величина постоянная, то, изменяя глубину, можно одним и тем же П. достигнуть на связанном пласте всех этих положений. Нередко недолгая пласти приписывают к недостаткам П., тогда как он в действительности является результатом ненормальной установки орудия. Современные требования к вспашке сводятся к следующему: или 1) вместе с удовлетворительным оборачиванием нужно и сильное рыхление пласта, до его полного раздробления в комковатую массу, или 2) наоборот—тщательное оборачивание при слабом рыхлении, или же 3) некий промежуточный тип обработки. Но получить при помощи П. равномерное дробление связанного пласта по всей его ширине вообще нельзя, т. к. разные части его проходят по разным местам наклонной рабочей поверхности и поэтому подвергаются различному рыхлению. Части, проходящие вдоль верхнего обреза отвала, совершают более длинный путь a , больше растягиваются и более рыхлятся (фиг. 27), в то время как противо-



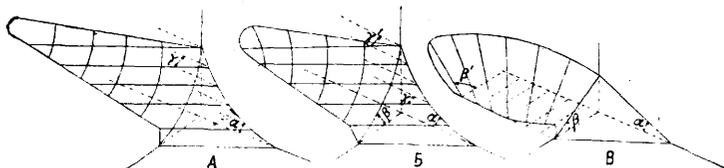
Фиг. 27.



Фиг. 28.

положная сторона пласта проходит очень короткий путь b по рабочей поверхности и рыхлится значительно слабее. Поэтому даже хорошая культурная вспашка, имеющая вид рыхлой гряды, обманчива, т. к. в действительности каждый пласт представляет собой две разрыхленные полосы (от дернонима и остаток пласта), засыпанные сверху комками земли.

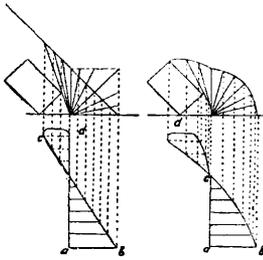
Различают следующие типы рабочих поверхностей плужных корпусов: 1) винтовую,



Фиг. 29.

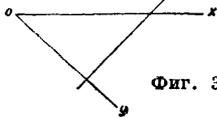
2) полувинтовую, 3) культурную и 4) рыхловую. Винтовая превосходно оборачивает пласт, но слабо его дробит; рыхловую, наоборот, сильно дробит, но плохо оборачивает; полувинтовая и культурная служат для промежуточных целей, причем работа полувинтовой м. б. близка к винтовой, а культурной—к рыхловой. Все рабочие поверхности Горячкин производит из трехгранного клина $abcd$ (фиг. 28) соответственным развитием его элементов. Разлагая сложный клин на три простейших, можно видеть, что клин a поднимает пласт кверху, клин γ отодвигает его в сторону, а клин β переворачивает. Если за клином $cad = \beta$ поместить ряд клиньев с постепенно увеличивающимся углом наклона β , то получится винтовая поверхность (фиг. 29, B). Если

за клином a поставить ряд клиньев, у которых угол a будет постепенно увеличиваться, то получим цилиндрич. (рухадловую) форму рабочей поверхности, у которой образующие параллельны (фиг. 29, А) и находятся под одним и тем же углом γ к стенке борозды. Сечения этой поверхности плоскостями, перпендикулярными ко дну и стенке борозды, будут совершенно одинаковые, параллельные между собою кривые. В рухадловом корпусе крошение дает угол a , параллельными образующими он отодвигает пласт, но т. к. угол γ у него постоянный, то он плохо оборачивает пласт. Если же мы



Фиг. 30. Фиг. 31.

будем изменять одновременно все три угла a , β и γ так, что при постоянно увеличивающемся угле a образующие прямые будут направлены к стенке борозды также под все увеличивающимися углами γ , то получим культурную или полувинтовую рабочую поверхность (цилиндроида). Сечение ее плоскостями, перпендикулярными ко дну и стенке борозды (фиг. 29, Б), дает однообразные, однако не параллельные кривые, с постепенно увеличивающимися наклонами книзу (т. е. угол β увеличивается). Все эти рабочие поверхности м. б. построены различными методами. Так, Джеферсон получил поверхность гиперболич. параболоида (фиг. 30) скольжением образующей прямой ab по двум направляющим прямым bc и ad , когда образующая остается перпендику-

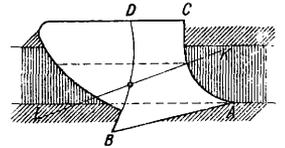


Фиг. 33.

лярной к направляющей прямой ad . Ламбручини и Ридольфи дали поверхность геликоида (фиг. 31) из двух сросренных линейчатых винтовых поверхностей, перемещая параллельно вертикальной плоскости образующую прямую ab сначала по направляющей прямой ca и винтовой линии bc для передней части, затем по двум винтовым—для задней, т. е. вращением пласта сначала около одного ребра, а затем—другого.

Для того чтобы приспособить винтовую поверхность к оборачиванию пластов различных размеров, вместо прямой образующей линии берется выгуклая. Винтовые поверхности применяются по традиции в Англии, причем там длина плужных корпусов достигает 1,75 м. В Швеции, Франции и Бельгии также применяются винтовые корпуса, однако уже значительно более короткие (Fiscars,

Vajas, Melotte). Вообще же винтовые поверхности в СССР мало распространены и предполагать, что они могут иметь значение в будущем, едва ли возможно, так как подъем целины (их главная роль) м. б. вполне хорошо выполнен корпусами полувинтового типа—цилиндроидами (фиг. 32, вкл. л.). Культурная и полувинтовая поверхность, как поверхность цилиндроида или коноида, м. б. спроектированы также несколькими методами. По Горячкину можно: 1) задаться сечениями цилиндроида двумя плоскостями (направляющими кривыми), например AC и BD (фиг. 33), в плоскости стенки борозды AC и в плоскости, перпендикулярной к лезвию лемеха в точке B , или 2) задаться направляющей AC в плоскости стенки борозды и законом изменения угла образующей (KL) со стенками борозды (фиг. 34); образующие прямые м. б.



Фиг. 34.

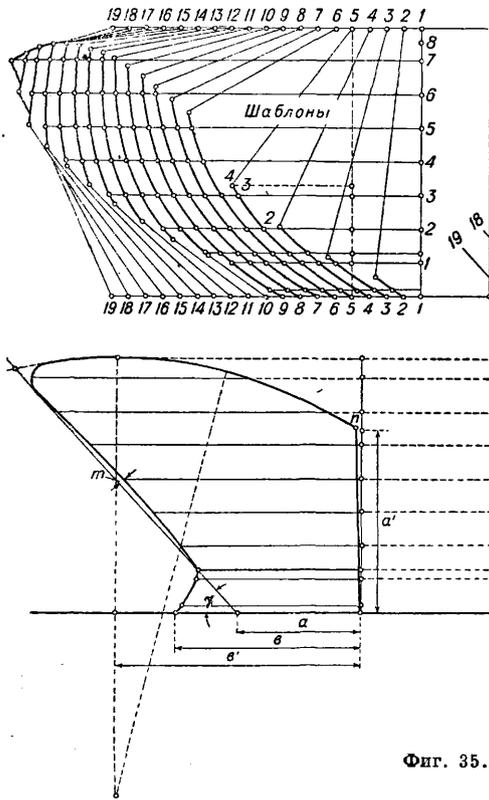
в обоих случаях параллельны или горизонтальной плоскости или же другой, расположенной иначе. Положительные результаты получены от рабочих поверхностей цилиндроидов П. Гос. Брянского завода, построенных графическим методом по двум направляющим параболом (фиг. 35), из к-рых одна находится в плоскости стенки борозды, а другая—в параллельной ей плоскости, проходящей через задний конец лемеха. В принятых трех типах корпусов отношение ширины пласта b к глубине a разное: для типа П (пологого, полувинтового) $\frac{b}{a} = 1,6$, для типа К (крошащего, культурного) $\frac{b}{a} = 1,5$ и для типа Р (рыхлящего, рухадлового) $\frac{b}{a} = 1,4$. Высота каждого корпуса H определена по эмпирической формуле: $H = [1,25 + (\beta - 35^\circ) \cdot 0,02] \cdot b$, где β —угол наклона режущего края лемеха к стенке борозды, а b —принятая при проектировании ширина пласта. Направляющие параболы построены по двум касательным и двум точкам касания. Для бокового обреза всех типов отвалов выбран угол $\gamma = 48^\circ$, т. к. при нем оборачивание связанного пласта, при принятых отношениях $\frac{b}{a}$, обеспечено, а для раздробленного пласта этот угол близок к углу естественного откоса для большинства почвенных грунтов. Для проектирования можно рекомендовать проверенные на опыте данные, помещенные в следующей таблице. Задаваясь глубиной a , имеем:

Типы плугов	a	b	a'	b'	H	γ°	m, n	α°	α'°	β°	β'°	h	R	ϕ°
П . . .		1,6a	1,3a	2a	1,25b	48	0,05a	14	12	35	45	0,03H	1,1H	50
К . . .		1,5a	1,4a	1,5a	1,35b	48	0,05a	16	16	40	47 1/2	0,03H	0,9H	45
Р . . .		1,4a	1,5a	1,4a	1,45b	48	0,05a	18	18	45	50	0,03H	0,7H	40

Построение указано на фиг. 35. Там же помещены и шаблоны, т. е. кривые сечения рабочей поверхности корпуса вертикальными параллельными плоскостями,

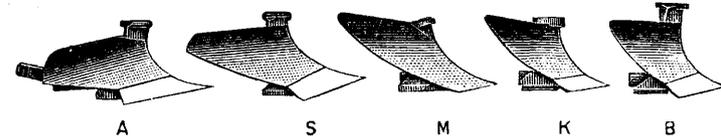
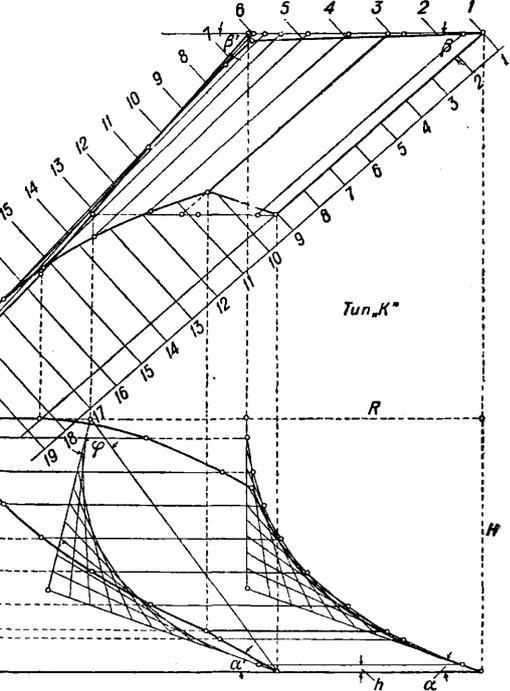
перпендикулярными к линии режущего края лемеха. По этим шаблонам изготавливается первый образец. По данным этих таблиц получается полное подобие рабочих поверхностей каждой типа при переходе от одного размера корпуса к другому. Классич. кол-

пам: 1) Prairie Breaker (фиг. 37) для плавного подъема дернины и полного оборота пласта; 2) Black Land (фиг. 38) для вспашки вязких и липких почв и черноземов; 3) General

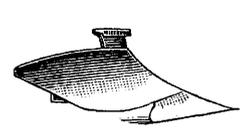


Фиг. 35.

лекция рабочих поверхностей создана немецким в-дом R. Sack, к-рая оказала большие услуги сельскому хозяйству. В этой коллекции имеются следующие 6 типов: мар-



Фиг. 36а.

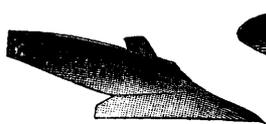


Фиг. 36б.

ки SS (фиг. 36б) для очень тяжелых, S—для тяжелых почв, А—для подъема пласта на плугах, М—для средних почв, К—для липких и клейких почв и В—для мягких почв

Purpose (фиг. 39) универс. типа; 4) Stubble Bottom (фиг. 40) сильно крошащий тип. Горячин, изучавший америк. корпуса, назвал их испорченными поверхностями гиперболоидов и параболоидов. Так как америк. фермеры ведут большей частью экстенсивное хозяйство, то их плуги дают более грубую пашню, чем плуги европейских заводов, как например Сакка, Эккерта и других. Для обработки особенно липких и клейких почв американцы приме-

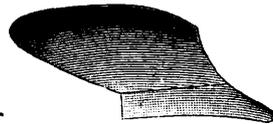
няют отвалы, поверхность которых составлена из пластинок или из прутьев (фиг. 41). У нас такие отвалы должны иметь большое значение, напр. налипание светлокаштанов



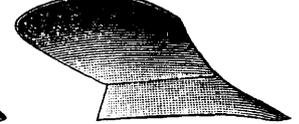
Фиг. 37.



Фиг. 38.



Фиг. 39.



Фиг. 40.

(фиг. 36а). Поверхность SS винтовая (геликоид), остальные поверхности—цилиндриды. Рабочие поверхности америк. заводами сведены к четырем основным стандартным ти-

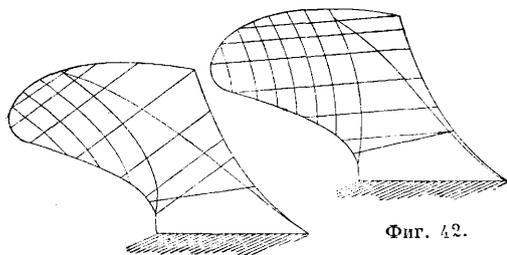
вой влажной почвы в Крыму на твердую зеркальную поверхность америк. плуга (Little Genius) было настолько сильно, что отвал с трудом очищался не только скребком, но

даже перочинным ножом. При работе пласт шел не по рабочей поверхности, а по слою налипшей земли; пашня имела безобразный вид. Трактор Avance, работавший с одним и тем же 3-корпусным П. на этой почве, расходовал: а) в сухое время года на 1 га 23,6 кг нефти, 1,49 кг смазочных материалов при часовой производительности 0,35 га и б) после увлажнения (весной)—29,42 кг нефти и



Фиг. 41.

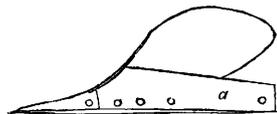
1,74 кг смазочного материала при часовой производительности 0,27 га. Большого внимания заслуживают разгибачи поверхности, предложенные проф. Горячкиным (фиг. 42). Эти линейчатые поверхности при штамповании не будут усаживаться или вытягиваться, как это неизбежно происходит при остальных типах. Отвал, как и лемех, прикрепляется к стойке или башмаку



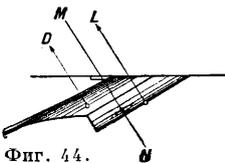
Фиг. 42.

болтами с потайными головками, а если толщина отвала позволяет сделать достаточной длины винтовую нарезку, то глухарями.

Полевая доска *a* корпуса (фиг. 43) предназначается: 1) принимать на себя боковое давление пласта на все рабочие органы П. и передавать его стенке борозды; 2) передавать вертикальное давление пласта и П. на дно борозды непосредственно или же при помощи специальной пятки и 3) направлять до известной степени ход орудия, служа ему как бы рулем. Поперечное сечение полевой доски обычно прямоугольное. Своим перед-



Фиг. 43.

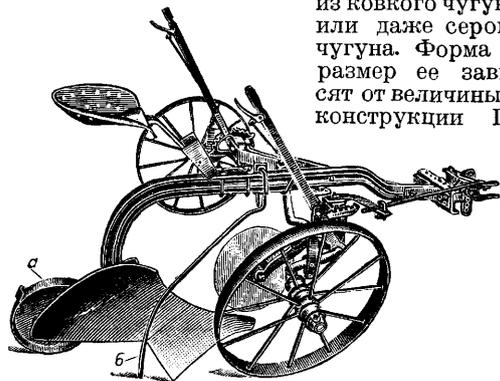


Фиг. 44.

ним концом она прикрепляется болтами или глухарями к стойке или к башмаку т. о., что конец уходит внутрь корпуса и приподнят, благодаря чему он не касается ни стенки ни дна борозды. Задний же конец полевой доски, наоборот, опирается и на стенку и на дно борозды. Нередко в предупреждение износов этот конец снабжается сменной пяткой со щекой из материалов, стойких против истирающих усилий. Длина полевой доски *d. б.* такова, чтобы вертикальная плоскость *MN*, в к-рой находится равнодействующая сопротивления лемеха *L* и давления на рабочую поверхность *D* П., пересекала ее зад-

ний конец (фиг. 44). Ширина же ее зависит от величины этого давления и материала, из которого она сделана. В многокорпусных П. полевая доска обычно ставится только на заднем корпусе. В американских же как конных, так и тракторных П. полевая доска разгружается в значительной степени наклонно поставленным задним транспортным колесом *a*, что уменьшает тяговое усилие (фиг. 45).

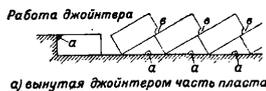
Стойка является основой плужного корпуса. Обыкновенно она стальная, реже из ковкого чугуна или даже серого чугуна. Форма и размер ее зависят от величины и конструкции П.



Фиг. 45.

Стойка плуга соединяется с грядилом или с рамой неподвижно или подвижно. Нередко стойку заменяет башмак (фиг. 24а), литой стальной или чугунный, или же штампованный из стального листа. Башмак скрепляется в одно целое с крюкообразно изогнутым грядилом. Считают, что последняя конструкция менее забивается растительными остатками и травой.

Впереди корпуса, а иногда и ножа, при разных видах вспашки ставят предплужники.

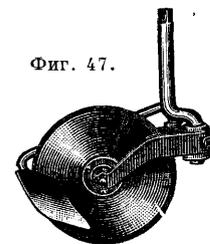


Фиг. 46а.



Фиг. 46б.

Главными предплужниками являются след.: джойнтеры, скимкоультеры и дерноснимы. Джойнтер (фиг. 46. а и б) применяется вместо ножа, его задача вынуть в левом углу паз, срезав уголок, чтобы пласт в этом месте осыпался и не прорастал, что обыкновенно бывает после вспашки задернелых почв плугом с одним ножом. Скимкоультер ставится теперь обычно при дисковом ноже (фиг. 47) и снимает с пласта более широкую ленту, толщиной 3—5 см и сбрасывает ее на дно борозды, как и джойнтер.

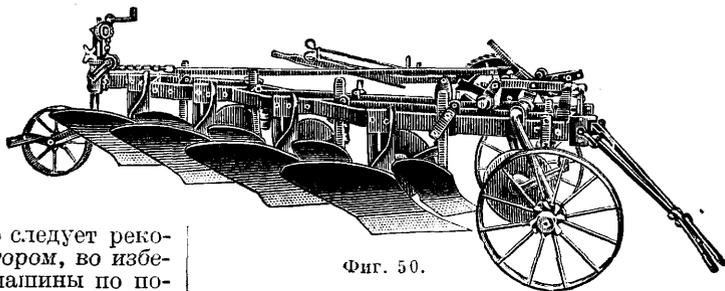


Фиг. 47.

Дерносним типа Сакка представляет собой небольшой плужный корпус (фиг. 18, б); его задача снять перед проходом кор-

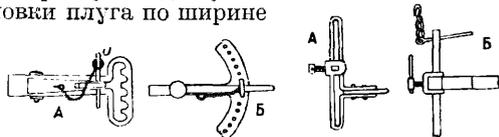
куса с пласта его задерненную часть, шириною не менее $\frac{2}{3}$ всей ширины пласта и сбросить ее на дно борозды дерном вниз. Тогда освобожденная от толстых корней эта часть пласта под напором рабочей поверхности корпуса легко дробится, рассыпается на комки и заваливает собой всю растительность. Поверхность пашни получается слитная, без гребней, пласт дробится настолько, что поле становится готовым для посева после 1—2 проходов простой бороны. Это и есть культурная вспашка, к-рую следует рекомендовать при работе с трактором, во избежание повторных проходов машины по полю, с к-рыми связано неизбежное прессование почвы. Джойнтер и дерноносим прикрепляются к грядилю и к раме тем же способом, как и простой нож. Дерноносим должен стоять на таком расстоянии от корпуса, чтобы пласт последнего при падении не сливался с пластом от дерноносима, иначе крошение будет слабое. Расстояние между корпусами, по линии хода П. при дерноносиме д. б. больше, чем с одним ножом. При 30 см ширины захвата и при вспашке на глубину 18—20 см это расстояние д. б. < 700 мм, иначе П. будет забиваться. При запашке высокой растительности перед корпусом иногда ставится стальной прут б (фиг. 45) со слегка загнутым вперед нижним концом, к-рый укладывает стебли травы вдоль борозды перед переворачивающимся пластом, и трава закрывается без следа. Для запашки навоза применяются иногда специальные навозоадаптеры (фиг. 48 и 49). Корпус, нож и предплужники прикрепляются к грядилю или к раме. Для однокорпусных плугов грядиль иногда делается из дерева (фиг. 5). Но обыкновенно в современных плугах он делается стальным, прямоугольного или фасонного сечения (двухавровый, коробчатый и специальный в америк. П.), обработанный применительно к конструкции П. Когда грядиль загибается крючкообразно вперед и к нему прикрепляется башмак, то, работая одновременно на изгиб и кручение, он служит в

очень неблагоприятных условиях нагрузки, болтов (фиг. 50), являются более жесткими, прочными и менее склонными к деформациям, чем рамы америк. типа, составленные из отдельных скрепленных между собою болтами грядилей с крючкообразно загнуты-



Фиг. 50.

ми вперед концами. Америк. тип рам требует не только значительно большего запаса прочности, но и специальной термич. обработки. Длина грядилей и рам определяется числом корпусов и высотой стоек, присутствием или отсутствием дерноносимов, а также и общей конструкцией самого П. Для управления конными П. и для занесения их при заездах в борозду они снабжаются ручками а и м. В беспередковых П. правильно сделанные ручки расположены на одинаковом расстоянии от середины борозды. Высота ручек рассчитывается на средний рост, но П. Сакка делаются с переставными для разного роста ручками. Нижний конец ручек иногда входит в систему крепления корпуса. В переднем конце грядилей и рам помещаются упрядной крюк и регулятор. Регулятор служит для установки плуга по ширине



Фиг. 51.

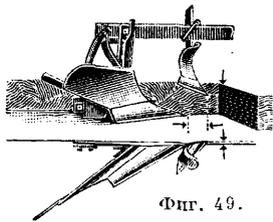
Фиг. 52.

и для изменения глубины пахания. Существует ряд систем регуляторов, но все конструкции сводятся к одной и той же схеме: к возможности установить в необходимых пределах упрядной крюк вправо, влево, вверх и вниз. На фиг. 51, А и Б изображен регулятор, позволяющий перемещать упрядной крюк скачками. На фиг. 52, А и Б—регулятор скользящий, допускающий более точную установку. Иногда крюк по ширине устанавливается даже при помощи червяка. В тракторных П. глубина регулируется перестановкою тяги относительно рамы—выше или ниже, по отверстиям, а установка по ширине—установкою полос самой тяги. Упрядной крюк висит иногда на кольце или на цепи, иногда делается на железной полосе. В тракторных же П. прицеп имеет специальное устройство: с одной стороны, он позволяет подать П. несколько назад (для освобождения от случайных препятствий), а с другой, в случае большого сопротивления, — должен автоматически распцепить П. с трактором.

Современные типы П. обычно имеют колеса, которыми придает П. полную



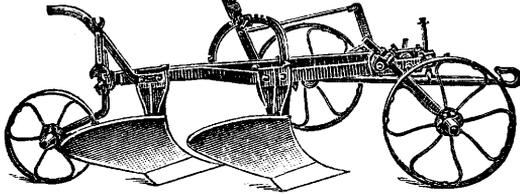
Фиг. 48.



Фиг. 49.

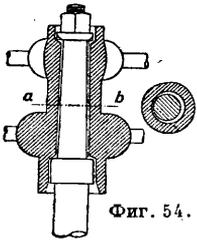
поэтому делается с большим запасом прочности. Однокорпусные П. иногда имеют не грядиль, а раму, согнутую из простого прямоугольного железа. Но обычно рама ставится на многокорпусных П., и тогда она имеет различную конструкцию. Как общее правило можно отметить, что системы клепаных рам из полосового или фасонного прокатного материала, к которым корпуса прикрепляются своими стойками при помощи

устойчивость и самоходность. Для простых конных П. их отливают целиком из чугуна. В более сложных их делают с железными и стальными спицами прямоугольного или круглого поперечного сечения, расположенными в один или два ряда и залитыми концами в чугунные ступицы. Спицы приклепываются к ободьям перед их заливкой в ступицу, что при остывании вызывает в них настолько большие напряжения, что иногда разрываются заклепки. В предупреждение этого спицам придается изогнутая форма (фиг. 53). Ободья колес обычно сварива-



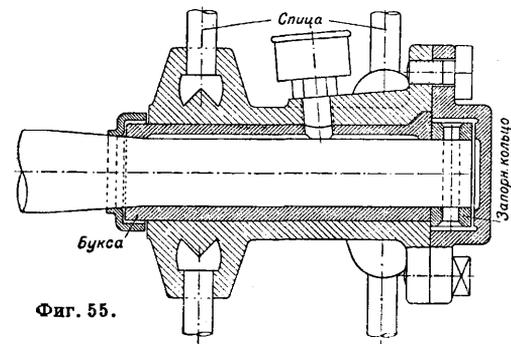
Фиг. 53.

ются из полосового железа прямоугольного сечения разной ширины или же делаются выпуклыми, чтобы они легче приспособлялись к неровностям поля. На оси колеса удерживаются обыкновенной гайкой, при открытой ступице (фиг. 54), или же кольцом, посаженным наглухо на ось, в закрытой глухой ступице (фиг. 55), к-рая хорошо удерживает смазку и закрыта от пыли. Колесо — одна из самых дорогих деталей П., от которой зависит его правильный ход, и поэтому конструкторы стремятся разными средствами удлинить срок их службы. Есть ступицы со сменными втулками (из более мягких материалов, например баббит) и с роликовыми вкладышами, широкое применение которых



Фиг. 54.

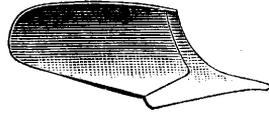
имеет весьма большое значение, т. к. колеса плуга работают в очень тяжелых условиях службы и ухода.



Фиг. 55.

Материалами для изготовления П. являются различные сорта стали, железа, чугуна, в редких случаях баббит, бронза, а для грядилей и ручек одноконных плугов применяется дерево (береза, дуб и ясень).

З-д Сиракузской плужной компании в США льет из чугуна все детали конных плугов до грядилей включительно. Завод Oliver в США дает для песчаных и хрящеватых почв чугунные лемехи, отвалы и полевые доски (фиг. 56) с особенно твердою и стой-

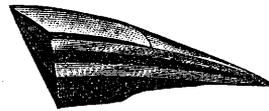


Фиг. 56.

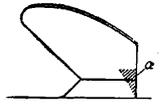


Фиг. 57.

кою против истирания поверхностью (chilled bottom). Благодаря дешевизне чугунные лемехи должны иметь и в СССР очень большое значение. Обыкновенно же лемехи и отвалы делаются из различных сортов стали. В Америке готовят их из тигельной стали (crucible) или же из трехслойной панцирной стали (фиг. 57), у которой средним слоем является мягкое железо, а оба наружных — сталь с высоким процентом углерода. При таком сочетании твердость наружных слоев возможно доводить до большой величины (600—700 Нв) без ущерба для прочности. Носок лемеха делается кроме того даже пятислойным: нижний слой — мягкая сталь, средний — мягкое железо, рядом с ним оба слоя из очень твердой закаленной стали, а верхний слой — особо твердая каленая сталь (фиг. 58). Места наибольшего давления пласта на лемехе и от-



Фиг. 58.

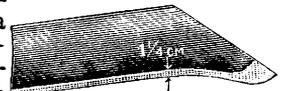


Фиг. 59.

вале иногда навариваются высокими сортами стали *a* (фиг. 59). Наварки завода J. Deere имеют следующий химический состав (в процентах):

Образец	C	Mn	Si	Cr	V	Al	P	S	Fe
1 . . .	0,59	0,24	0,12	1,09	0,28	0,18	0,03	0,02	97,45
2 . . .	0,50	0,49	0,12	1,22	Сл.	0,41	0,03	0,02	97,21

Большая твердость наружного слоя на лемехе и отвале легче дает зеркальную полировку, при которой уменьшаются трение и налипание и повышается качество работы П. В самое последнее время в Америке (фиг. 60) стали наваривать режущий край лемеха на ширине 1 1/4 см стеллитом (stelliting plow Shares). У нас уже частично проведены всеозначные технологич. стандарты на материалы для главных плужных деталей: ОСТ 579 — сталь для дисковых ножей, ОСТ 602 — сталь для лемехов, ОСТ 805 — сталь для ножей и полевых досок, ОСТ 787 — сталь для отвалов: Т — трехслойная, панцирная, Ц — цементованная. Пятка делается или из отбеленного чугуна или также из специаль-

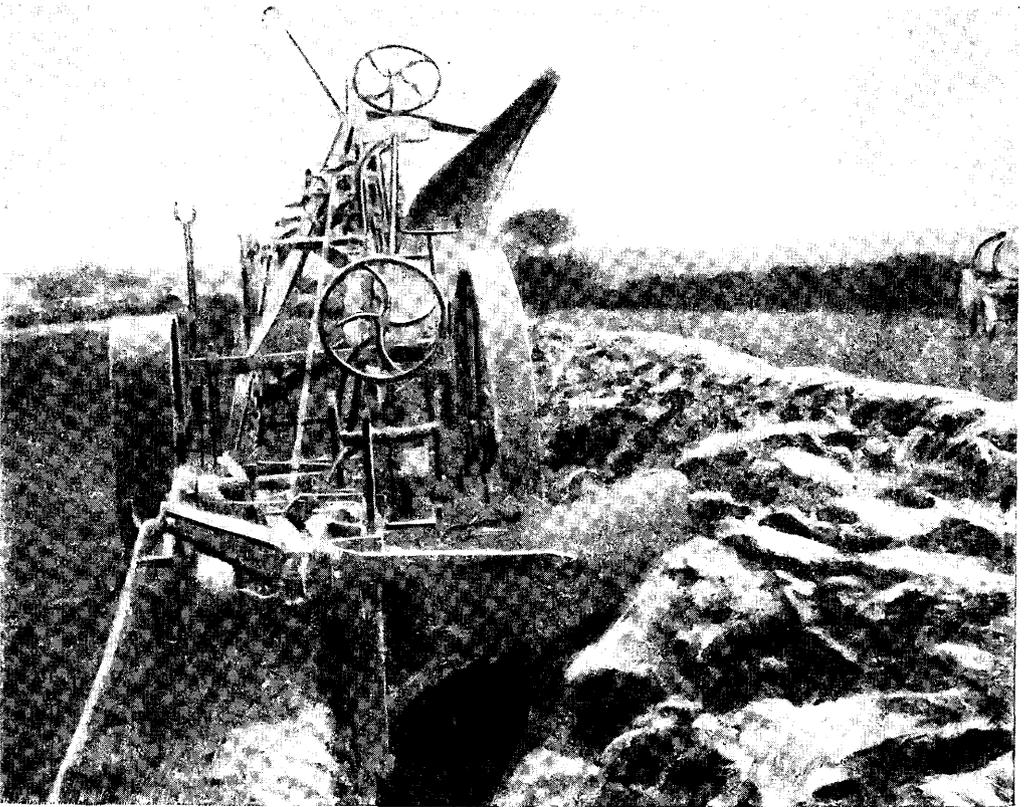


Фиг. 60.

ПЛУГИ



Результаты работы 38 корп. тракторного плуга с корпусами марки 7П11.



Однолемешный балансирующий плуг Фаулера.

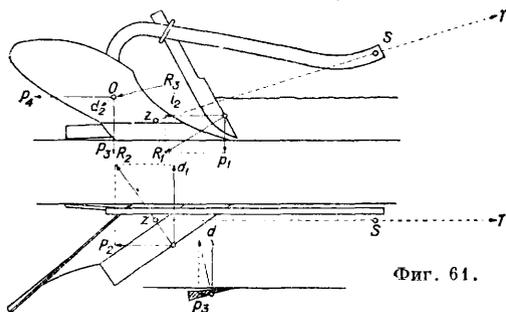


Дисковый тракторный плуг.

ных сортов стали. Вообще же сопротивление материалов истиранию о почву мало изучено, и для ответственных деталей они подобраны опытным путем.

Стойки и корпуса делают чугуны только для однокорпусных П.; обычно же их делают стальными или из ковкого чугуна. Башмаки штампуются из стальных листов, реже льются из стали и чугуна. Ручки изготавливают или из дерева или из железа. Детали регуляторов, рычаги, упругие крюки и тяги делают стальными. Автоматы и другие детали подъемных механизмов, а также оси, делают стальными с термич. обработкой. Большое значение имеют хорошие пружины, и американские заводы дают их очень высокого качества.

Установка П. в работу. Во время работы П. представляет собой тело, которое под действием силы тяги перемещается ча-



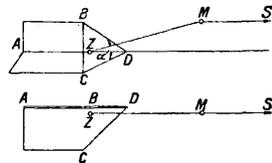
Фиг. 61.

стью в воздухе, частью в почве и испытывает ряд сопротивлений. Сопротивлением воздуха, в силу того что эта среда неплотная и скорость движения П. невелика ($1-1\frac{1}{2} \text{ м/сек}$), можно пренебречь. Как твердое тело плуг обладает известным весом Q_1 , скользит своими опорными органами по почве, вызывает сопротивление трения с нек-рым коэффициентом f и требует для своего передвижения (без работы) усилия $Q_1 f$. Т. к. силы веса направлены вертикально, то точка приложения равнодействующей сил трения от силы $Q_1 f$ будет где-то в плоскости дна борозды или около нее, а сама сила трения направлена в сторону, противоположную движению П. Далее идут сопротивления почвы рабочими органами П.: ножу, лемеху и отвалу. При простом ноже, лезвие которого вывернуто и поставлено под углом ко дну борозды (фиг. 61), имеем одну слагающую p_1 , действующую по вертикали вниз, и одну слагающую d_1 , действующую перпендикулярно к стенке борозды, кроме того две слагающие i_2 и p_3 , действующие в направлении противоположном движению П. Сопротивление срезающему лемехом, равнодействующую которого можно считать приложенной к середине лезвия, дает также две слагающих: d_1 , перпендикулярную к стенке борозды, и p_3 , в направлении, обратном движению П. Наконец равнодействующую сопротивление всей рабочей поверхности (лемеха и отвала) R_3 можно считать приложенной в нек-рой точке O и направленной под углом и ко дну и к стенке борозды. Она дает также три слагающих: одну d_2 , перпендикулярную к стенке

борозды, вторую p_3 , перпендикулярную к дну борозды, и наконец p_4 , в направлении, обратном движению П. Суммируя все силы по группам, мы будем иметь: сумму вертикальных сил $Q = Q_1 + p_1 + p_3$, сумму перпендикулярных к стенке борозды: $D = d + d_1 + d_2$, и сумму горизонтальных, действующих в направлении, обратном движению: $P = i_2 + p_3 + p_2 + p_4$. Но вертикальные силы вызывают трение в плоскости дна борозды и при коэф-те трения f требуют усилия Qf . Силы, перпендикулярные к стенке борозды, стремятся прижать корпус полевой доски к стенке борозды. Сдвигая его с усилием D_1 , они дают на стенку с усилием $D - Qf$, которое вызовет сопротивление движению, равное $(D - Qf)f$ и приложенное на заднем конце полевой доски, если пренебречь некоторым давлением на передний конец грядила или рамы от действия силы D . Т. о. все действующие на П. силы м. б. сведены к трем слагающим, направленным в сторону, противоположную движению П., равнодействующая которых $R = Qf + (D - Qf)f + P$, а точка приложения ее Z м. б. названа центром сопротивления и в ней вся система Z . Но так как сопротивление почвы отдельным рабочим органам П. непрерывно меняется, то и центр сопротивления не является постоянной точкой, а благодаря игре сил перемещается в пределах контура, с очень сложными, надо полагать, очертаниями. Несмотря на это все же положением центра сопротивления можно руководиться при установке П. в работу, т. к. перемещения эти происходят очевидно настолько быстро, что орудие при своей инерции не успевает в соответствии с ними менять свое положение, а идет при некотором среднем положении этого центра сопротивления. Прямая (ZST), проходящая через центр сопротивления Z , через упругий крюк П. и через точку прикрепления тяги к трактору или к валку запряжки, называется линией тяги (фиг. 61). Во время пахоты П., вырезая пласт ножом и лемехом, создает две взаимно перпендикулярные плоскости: одну вообще говоря горизонтальную, к-рая определяется режущим краем лемеха и нижней стороной пяты, — это опорная плоскость П., а вторая плоскость проходит через режущий край ножа (или органа, его заменяющего) и через левую сторону заднего конца полевой доски и называется плоскостью полевой стороны.

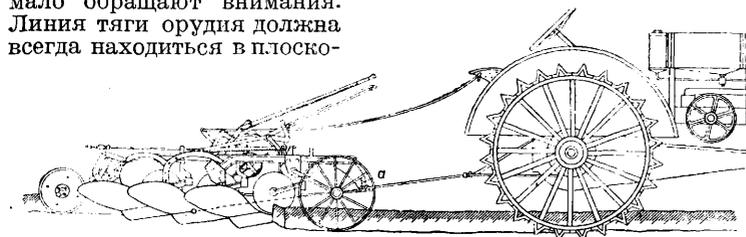
Это соответствует горизонтальной и вертикальной плоскостям трехгранного клина (фиг. 28). В многокорпусных, как например в тракторных, плугах за плоскость

полевой стороны плуга принимается плоскость заднего корпуса. Опорная же плоскость одна общая для всех корпусов. Направление этих двух плоскостей служит основанием для правила установки всякого плуга по ширине и изменения глубины пахания. Схему рабочих органов каждого П. можно свести к двум взаимно перпендику-



Фиг. 62.

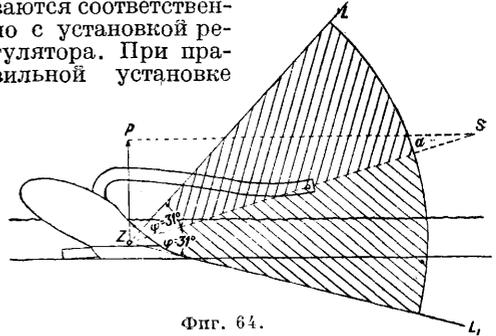
лярным плоскостям AB и AC (фиг. 62), соединенным в одно целое с жестким стержнем ZM , нижний конец к-рого проходит через центр сопротивления Z системы. Ребро BD будет играть роль ножа, ребро CD — лемеха, стержень ZM — роль грядилы или рамы, а точка M будет находиться на месте установки упряжного крюка. Добавление 3-й плоскости BCD (отвал) даст добавочные сопротивления, но движения системы не изменит, и если конец стержня M будет перемещаться по линии MS , то обе плоскости, находящиеся в почве, будут двигаться со стержнем устойчиво лишь в том случае, если стержень направлен параллельно вертикальной плоскости AB и под постоянным углом α к горизонтальной плоскости AC . При ином положении плоскость AB будет отводиться давлением земли вправо или влево от линии движения MS , отчего сам стержень получит перекося, а в точке M появится боковое давление. При изменении же угла наклона α давление земли на плоскость AC заставит ее пойти ниже или выше, и хотя вертикальное давление на точку M изменится, стержень останется в своей вертикальной плоскости. Это положение можно перенести на любой Π . независимо от его конструкции и числа корпусов. Так как каждый Π . конструируется для определенных размеров пласта, то ясно, что для его нормальной ширины захвата м. б. только одна правильная установка по ширине, когда линия тяги пройдет параллельно плоскости полевой стороны. Всякая другая установка регулятора, изменяющая ширину, м. б. сделана лишь за счет устойчивости орудия и его правильного хода. Так как на Π . нельзя указать заранее точно местонахождения центра сопротивления, а лишь грубо приблизительно, то регулятор должен позволять переносить упряжной крюк не скачками, а на произвольно малые расстояния, чтобы можно было сделать совершенно точную установку линии тяги. Это требование и д. б. в основе оценки всех систем регуляторов. Ширина захвата кроме того д. б. строго согласована с размерами запряжки, в случае живого двигателя, или с размерами трактора, на что обыкновенно мало обращают внимания. Линия тяги орудия должна всегда находиться в плоско-



Фиг. 63.

сти симметрии запряжки. Поэтому на очень крупной лошади нельзя пахать Π ., построенным для мелкой крестьянской лошади, т. к. ее плоскость симметрии будет находиться настолько далеко от края борозды, что между отдельными проходами Π . будет оставаться невспаханную полосу земли. Длина ваги при парной запряжке также должна соответствовать ширине захвата Π . Расстояние

между колесами трактора, если он правыми колесами идет по борозде, д. б. согласовано с шириной захвата Π . А если трактор идет около борозды, то расстояние его до края борозды также не м. б. произвольным. При несоблюдении всего этого неизбежны перекося и боковое давление на плуг и упряжного животного или на упряжной крюк трактора, что одинаково вредно и для лошади и для машины. Глубину пахоты можно изменять в положенных пределах наклоном опорной плоскости Π . при соответствующей установке регулятора, но отнюдь не перестановкою колес. Колеса устанавливаются соответственно с установкой регулятора. При правильной установке



Фиг. 64.

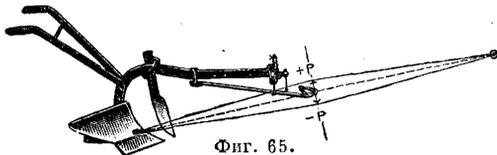
колес (фиг. 63) линия тяги будет прямой, без перелома на упряжном крюке a орудия. Давление на колеса д. б. настолько небольшое, что например вращение правого колеса легко остановить на ходу рукою даже на тракторном плуге. Если же колеса опущены слишком низко, то в месте перелома линии тяги на упряжном крюке появится слагающая, направленная вниз, которая будет давить на колеса и вызывать излишний износ осей и втулок. При высоком же положении колес перелом линии тяги будет в обратную сторону, колеса будут приподниматься, устойчивость Π . уменьшится, а автомат тракторного Π . может даже отказаться работать. В е с Π . определяется его конструкцией и назначением. В стремлении придать Π . наименьший вес, в целях удешевления и уменьшения тяговых усилий, теоретически можно идти довольно далеко. Практически же приходится считаться с тем, что для очень

тяжелой пашни и для работы с переменным сопротивлением необходимы достаточный запас прочности и инерции Π ., не позволяющий быстро выводить его из рабочего положения. Схематически Π . во время работы можно представить как рабочий орган (фиг. 64) с центром сопротивления в точке Z , опирающийся на некоторую

поверхность земли и находящийся под действием силы тяги ZS . Если из точки S провести линию ZL под углом к линии ZS , равным углу трения ϕ стали о землю, и описать ею поверхность конуса, то получим конус трения LZL_1 с осью ZS . Известно, что пока линия тяги не выйдет за границу этого конуса, слагающая $P = ZS \sin \alpha$ не может поднять плуг или сдвинуть его

в сторону из борозды, как бы велика сила тяги ни была. Угол наклона линии тяги к горизонту при конной тяге определяется скелетом животного и для лошади равен $\sim 18^\circ$. При тракторной тяге он также не бывает больше, обычно даже и меньше. При среднем же коэффициенте трения $f=0,60$, угол $\varphi = 31^\circ$, т. е. чтобы тягую трактора или лошади П. был выброшен из борозды, линия тяги д. б. направлена под углом $18^\circ + 31^\circ = 49^\circ$ к горизонту, чего никогда быть не может. Если же П. тем не менее нередко и выскакивает из борозды, то причиной этому обычно бывает мгновенное изменение направления его опорной плоскости от случайных причин, напр. встречи камня или другого твердого тела, которое на ходу быстро поднимает вверх конец лемеха, а следовательно и опорную плоскость П. Точно так же при очень твердой и тяжелой пашне (напр. перепашка грунтовых дорог) П. даже с новыми острыми лемехами выходит на поверхность и идет на носках лемехов, потому что он не в состоянии разрушить твердый слой и внедриться в почву. Это также будет исключительный случай, требующий специального орудия. Вообще же вес П. устанавливают опытным путем и практикой их применения.

К л а с с и ф и к а ц и я П. Бесконечное количество различных П. можно классифицировать по разным признакам. Наиболее характерным будет признак, которым определяется вся конструкция П. в целом. Таким признаком является способ у с т а н о в к и



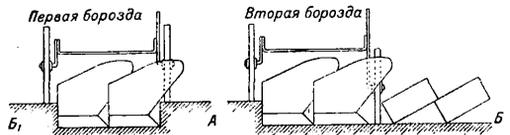
Фиг. 65.

плуга в работу. По способу установки в работу все П. можно разбить на следующие 3 группы: 1) П. висячие и с одноколесными передками; 2) П. с неподвижными передками и рамные (самая важная и большая группа) и 3) П. с подвижными передками, к-рые в свою очередь имеют три типа: а) англо-болгарский, б) англо-германский и в) промежуточный между ними тип Брянского з-да.

Первая группа плугов, у которых передний конец грядилы не поддерживается передком, называется висячими. Для соблюдения основного правила при установке П. в работу, в виду того, что грядиль обычно соединен неподвижно с корпусом, опорную плоскость наклоняют, понижая или повышая передний конец грядилы соответственной установкой упряжного крюка при помощи регулятора выше или ниже его нормального положения (фиг. 65), вследствие чего получается перелом линии тяги на упряжном крюке, вызывающий слагающие $+P$ и $-P$, к-рые и делают эти перемещения. То же и с установкой по ширине — перенесением упряжного крюка правее и левее находится окончательное нормальное положение линии тяги, т. е. параллельное плоскости полевой стороны П., при к-ром П. идет устойчиво и без перекосов. От боко-

вых толчков, особенно на верхнюю часть отвала, и случайных сопротивлений, висячий П. может завалиться на бок и упасть, если его не поддерживать за рукоятки во время работы. В этом и заключается задача и навык пахаря. Если во время работы пахарь надавит на обе ручки вниз, то передний конец опорной плоскости П. приподнимется и П. во время этого давления пойдет мельче. При подъеме же П. за концы ручек он будет стремиться углубляться. Соответственно этому, если пахарь нажмет на правую ручку П. или поднимет левую, то П. будет брать временно шире, при подъеме же правой ручки и нажмем на левую — уже, т. к. в этих положениях опорная плоскость плуга уже заменяет частично плоскость полевой стороны. Первая борозда висячим П. обычно проводится не на полную глубину, вторая же на полную. Добавление к висячему П. одноколесного передка или ползочка не отражается на устойчивости П. и не изменяет способа установки, но вносит известный беспорядок в работу, т. к. «колеско», катясь впереди корпуса по неровностям поля, заставляет колебаться передний конец грядилы, что заставляет П. непрерывно менять свою глубину. Типичным представителем этой группы будет П. системы Павлова (фиг. 5), стальной П. Сакка — марка SP6 (фиг. 65). Применяют эти П. в мелких (однолошадных) хозяйствах, в огородных культурах и при пропашке садов.

Вторая группа. Если к висячему П. прикрепят неподвижный двухколесный передок, то он приобретет полную с а м о х о д н о с т ь, т. к. 2 колеса уже в состоянии удерживать П. от падения при боковых толчках. Установка же П. в работу резко меняется. Т. к. в этом случае правое колесо передка идет по предыдущей борозде, т. е. в опорной плоскости П., а левое — по непопашанному полю, то перед выездом в поле П. устанавливают на ровном полу так, чтобы корпус оперся не только пятой, но и режущим краем лемеха, опускают оба колеса, пока они в это время также не станут на полу, и делают пометку этого положения на стойке правого колеса. При такой установке колес П. не войдет в землю: колеса его не пустят. Чтобы наклонить его опорную плоскость, нужно соответственно установить регулятором упряжной крюк и поднять оба колеса на одинаковую высоту, равную или близкую



Фиг. 66.

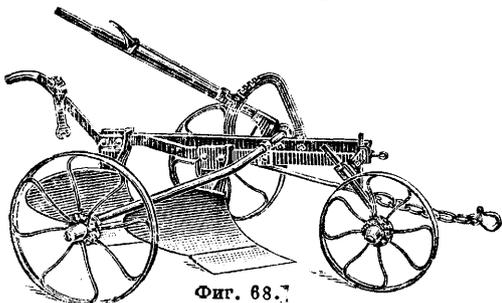
к предполагаемой глубине пахания. Если первая борозда достаточной глубины, то на второй правое колесо опускают по пометке до опорной плоскости корпуса (фиг. 66, Б, АБ — установка всякого двухкорпусного плуга), и тогда установка окончена. Если же бороздное колесо поставить не в опорную плоскость, а выше, то с каждой борозды плуг будет брать глубже и глубже, пока

не зарывается в землю. При установке ниже опорной плоскости П. будет брать с каждой борозды все мельче и в заключение выйдет на поверхность. Следовательно за точной установкой бороздного колеса в опорную плоскость П. необходимо тщательно следить, иначе П. не будет держать требуемую глубину. Разумеется, этому должна предшествовать (или делаться одновременно) установка упряжного крюка по ширине при помощи регулятора, точно такая же, как и при вращении П. Эта группа П. является самой многочисленной и включает в себя большинство современных конструкций тракторных П. Для конной тяги эти П. бывают или с грядилем (фиг. 67) английские, французские



Фиг. 67.

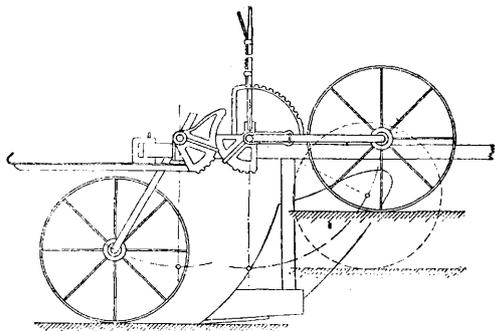
и бельгийские (Brabant simple) или же многокорпусные рамные. Рамные без подъемного механизма применялись редко, с подъемным же механизмом, наоборот, имели огромное распространение в хозяйствах, не применяющих механич. тягу. П. эти бывают с одним, двумя, тремя и даже с четырьмя корпусами (лучильники). Герм. завод Эккерта установил их два типа: «Реформа» (фиг. 68) и «Идеал» (фиг. 53). В типе «Реформа» три колеса; правое бороздное помещено впереди на раме отдельно и может устанавливаться независимо от других; остальные два колеса посажены на одну общую ось с двумя колесами, вращающуюся от ручного рычага.



Фиг. 68.

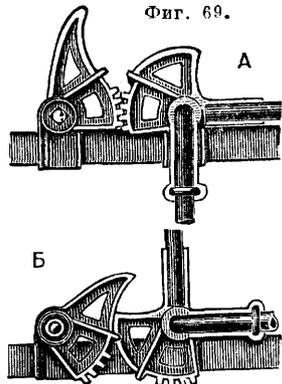
Положение их фиксируется подъемным рычагом на зубчатом секторе защелкой с пружиной. Левое колесо идет по непаханному полю, а правое, сидящее на длинном конце оси, идет над пашней. Правое колесо нужно для транспорта; отнесенное далеко вправо, оно уравнивает весь П. и он не заваливается; так как ц. т. находится внутри опоры корпусов, то П. не чувствителен к неровностям поля, хотя громоздок и неудобен для перевозки. При опускании рычага оба колеса отходят вперед, приподнимают переднюю часть рамы, а следовательно и опорную плоскость, и П. тягую животных выходит из земли. Второй тип—«Идеал»—имеет также 3 колеса, но заднее служит исключительно для транспорта. Передние же два колеса имеют самостоятельные перемещения, поэтому и сами П. называются дифференциальными. В этом типе правое бороздное ко-

лесо переставляется независимо для первой борозды вверх и вниз по пометке, но кроме того, имея общий механизм с левым колесом, оно при опускании рычага отходит назад, в то время как левое колесо—вперед. Этим перемещением вместе с передним концом рамы приподнимается и передний конец опорной плоскости, и П. выводится на поверхность поля. При подъеме же рычага, переднее колесо отходит вперед и приподнимается, пока его обод не дойдет до опорной плоскости П.; в этот момент оно останавливается, а левое колесо продолжает приподниматься и м. б. установлено рычагом выше или ниже на поверхности поля в зависимости от глубины пахоты. Систем дифференциальных механизмов много, одна из них показана на фиг. 69. П. типа «Идеал» компактны, удобны для перевозки, но при пахании склонны заваливаться на левый бок и следовательно чувствительны к неровностям по-



Фиг. 69.

ля. У обоих типов регулятор или скользящий или же он для установки по ширине имеет даже литой чугунный червяк (завод Эккерта). Тяга П. с упряжным крюком надевается на поперечину, прикрепленную к раме, причем эта поперечина д. б. поставлена впереди ц. т. П., иначе во время работы П. будет заваливаться и приподнимать пятку. К этой же группе относятся америк. конные П. с сиденьем. У нас конные П. с сиденьем применяют редко. С переходом же на новые социалистич. формы землепользования П. для механической тяги быстро вытесняют конные вследствие своих больших преимуществ. П. для механической тяги можно разбить на две группы: первая группа—П. для канатных систем и вторая, более многочисленная и более позднего происхождения, —плуги для тракторно-буксиров. Во второй группе можно выделить два типа: П. тракторные европейские (фиг. 50) и американские (фиг. 70). Почти все тракторные П. построены по одной схеме, а именно: по типу дифференциальных П. «Идеал», уста-



повленному заводу Эккерт для конных П. Американские П. при высокой технике плугостроения имеют изящный вид, сделаны из хорошо подобранных стойких материалов с особой термическ. обработкой большинства деталей. Они удобны для обращения, но



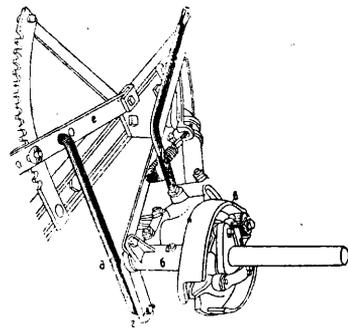
Фиг. 70.

корпуса их дают более грубую пашню, чем П. европейские, и не могут работать с дерносимидами, благодаря очень тесному расположению корпусов (около 500 мм по линии хода), а работают гл. обр. с дисковыми ножами, снабженными иногда скимкоультером. Крючкообразно загнутые грядилы, из к-рых составляется рама америк. П., менее забиваются растительными остатками, но благодаря форме крючков, загнутых вперед навстречу сопротивлению, они работают в очень тяжелых условиях, а потому д. б. сделаны из отборного материала и соединены между собою сильными скрепами, которые иногда бывают даже массивнее самих грядилей. При 4- и 5-корпусных П. поверх грядилей кладется еще специальная балка для предупреждения перекосов и выхода отдельных корпусов из общей опорной плоскости. Европ. типы тракторных П. имеют клепаную раму из полосового или фасонного железа, на к-рой корпуса с литыми стальными стойками поставлены на большем расстоянии (свыше 700 мм), что позволяет уже работать с дерносимидами. Опыт показал, что клепаная рама и литая стойка в тракторных П. дает систему, значительно более жесткую и менее склонную к деформациям и к изменению правильного положения рабочих органов. Всякие же, даже незначительные, перекосы и перемещения отражаются очень вредно на правильности хода П. и на качестве его работы. Вообще же все детали П. для механической тяги делаются более массивными и со значительно большим запасом прочности, сравнительно с П. для упряжных животных, так как случайные сопротивления могут сосредоточить большую часть общего тягового усилия трактора на одном корпусе. Установка тракторных П. в работу точно такая же, как и конных этой группы. Рама их также поддерживается тремя колесами: двумя главными впереди и одним транспортным позади. Оба передние колеса устанавливаются как для первой борозды, так и в окончательное рабочее положение при помощи рычагов или же винтовых механизмов (напр. в садовых П.).

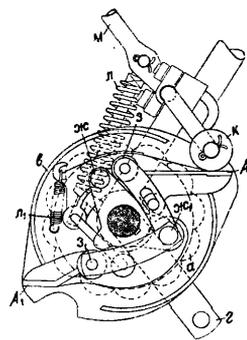
Включение П. в работу и выключение производится силой тяги при помощи специальных автоматических действующих механизмов, к-рые принято называть просто автоматом. Конструкций автоматов довольно много, но все они делают то же, что и подъемные ручные рычаги в конных П.: при выключении П. они поднимают на ходу

передний конец рамы, а следовательно и опорную плоскость П. и когда П. начинает выходить из земли, то и задний конец рамы при помощи механизма заднего колеса также поднимается. Корпуса при выключении П. поднимаются над землей на 5—10 см и в таком положении могут перевозиться. При включении же в работу автомат расплывается, опускает передний конец рамы, бороздное колесо поднимается, останавливается в опорной плоскости П., а левое колесо устанавливается на высоте поверхности непаханного поля. При нормальной глубине пахоты (18—20 см) разные системы автоматов выводят П. из рабочего положения на длине пути 0,7—1,8 м. Автоматы работают обыкновенно от левого переднего колеса, обод к-рого в предупреждение буксования снабжается зацепами (шпорами). Ось правого колеса связана с осью левого подъемным механизмом, а механизм заднего колеса связан с ним при помощи особой тяги. В америк. автоматах можно выделить три типа, представляющие собой по существу муфты сцепления. Первый тип является муфтой сцепления, сидящей на полуоси полевого колеса и описывающей полную окружность между двумя включениями П.: 180° (при подъеме) и 180° (при включении в работу). Сюда можно

отнести муфты конструкции завода J. Deeg и Международной компании уборочных машин. Второй тип—муфта сцепления, которая тоже делает полный оборот, но сидит на раме П. и действует от зубчатки полевого колеса

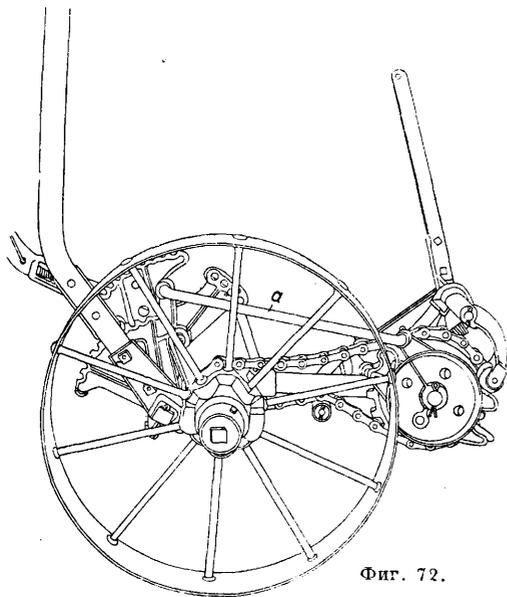


при помощи цепной передачи (Международной компании уборочных машин). Третий тип—муфта сцепления имеет колебательное движение, поворачиваясь при подъеме на 180° (Oliver) или только на 100° (Cockshutt) и возвращаясь назад при опускании рамы. Наиболее простыми и хорошими автоматами являются представители первой группы, напр. автоматы П. «Little Wonder P. & O.» действуют сл. образом. Полевое колесо и крышка автомата а с полукруглыми цилиндрическими бороздками на внутренней ее стороне соединены неподвижно (фиг. 71) и вращаются на полуоси, к-рая сама может поворачиваться в литой стальной детали б, соединенной неподвижно с коленом оси левого колеса. На эту же полуось посажена на



Фиг. 71.

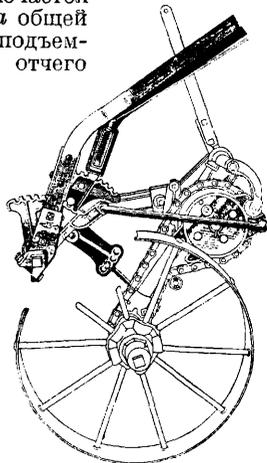
шпонке рядом с крышкой стальная коробка с механизмом автомата *в*. Второй конец полуоси загнут за коробкой автомата под прямым углом *г*, имеет отверстие, в которое входит круглый стержень *д*, соединенный верхним концом с подъемным рычагом полевого колеса *е*. Когда загнутый конец полуоси повернут вверх, то рама поднята со стержнем, и *П*. находится в транспортном положении, а когда повернут вниз, то рама опущена, и *П*. включен в работу. Механизм автомата представляет собой 4-шарнирный механизм, состоящий из двух рычагов *А* и *А*₁, вращающихся на осях *жс*, *жс*₁ с роликом *з* и *з*₁ и тяги. Концы рычагов в виде хвостов выпущены через прорезы коробки наружу и нажимаются наружным роликом *к* при помощи пружины *л*. В таком положении механизма ролики не касаются крышки автомата, она свободно вращается с полевым колесом, и автомат не работает. Но если тракторист потянет за веревку, привязанную к концу рычага *м*, то ролик *к* отойдет от коробки и перестанет давить на конец рычага *А*. Тогда пружина *л*, немедленно повернет весь шарнирный механизм автомата, и оба ролика войдут в полукруглые бороздки крышки, что дает полное сцепление ее с коробкой, и весь автомат начнет поворачиваться вместе с полуосью и с ее загнутым концом как одно целое в одном направлении с полевым колесом. Ролик *к* в это время будет катиться по наружной стороне коробки и, когда автомат сделает поворот, то ролик попадет в выемку на противоположной стороне коробки, надавит на конец второго ры-



Фиг. 72.

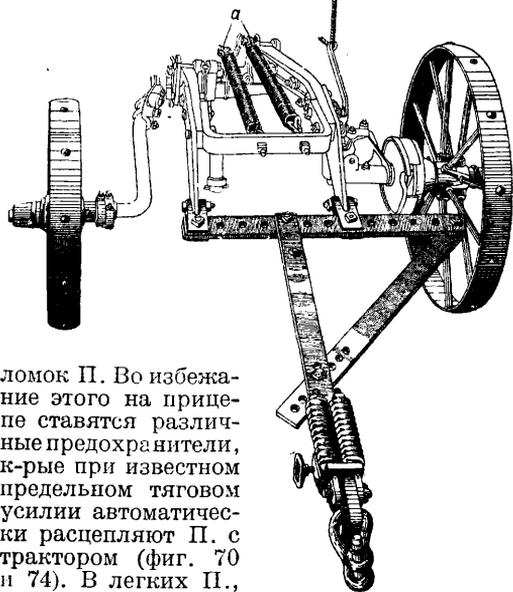
чага и расцепит механизм. Ролики выйдут из бороздки крышки, и она снова будет свободно вращаться при запертом автомате. Заднее колесо приводится в действие одновременно с передними колесами при помощи особой тяги. Т. о. автомат плавно и постепенно поднимает *П*. из земли и также плавно без удара опускает его в рабочее положение.

Благодаря тому что сцепление происходит сразу двумя роликами, оно является надежным. Но так как через прорезы внутрь автомата попадает грязь и пыль, то его приходится периодически чистить и промывать керосином. У последних выпусков автомата *J. Deeg* шпели в коробке отсутствуют, а концы рычагов находятся снаружи. Механизм автомата с цепной передачей (фиг. 72) действует аналогично предыдущему, но его действие заключается в отводе стержнем *а* общей гребенки ручных подъемных рычагов назад, отчего колесо оси бороздного колеса, с *к*-рой гребенка соединена неподвижно, отходит вместе с колесом вперед. В это же время полевое колесо, своей зубчаткой натягивая цепь, отходит назад, и так обр. оба колеса одновременно приподнимают раму (фиг. 73). Когда наружный нажимной ролик попадет во второй прорез, то он расцепит механизм и заперет автомат. При следующем включении действие стержня *а* будет обратное, и рама опустится в рабочее положение. Благодаря тому что передаточное число от зубчатки полевого колеса к автомату равно 1 : 2, автомат берет очень легко и плавно, поэтому полевое колесо может работать даже без зацепов (шпор). Кроме того если *П*. надо подать назад и выключить, то автомат выводит его сам из рабочего положения. К недостаткам механизма нужно отнести цепь, которая, к тому же, движется все время; а не только тогда, когда автомат работает. Третий тип автоматов заслуживает меньшего внимания, т. к. никаких особенных преимуществ они не имеют, а включение *П*. в работу сопряжено при них с падением рамы, а следовательно и с опасностью повредить лемехи и полевые доски. Установки колес тракторных плугов в рабочее положение производят вообще от руки при помощи рычагов или винтовых механизмов. Т. к. при этом приходится преодолевать значительное сопротивление, особенно при подъеме *П*. во время его работы, то для облегчения америк. з-ды ставят сильные пружины *а*, разгружающие подъемные рычаги (фиг. 74). Там где рычаги мешают, напр. при пропашке садов под деревьями, применяют винтовые механизмы. Но они не позволяют быстро на ходу подвять колесо, а это бывает необходимо и кроме того требует остановки трактора, если рукоятка винта не приспособлена для вращения ее с сидения тракториста (фиг. 75). Нередко приходится *П*. сдвигать назад при помощи трактора, если напр. лемех попал под корень или трактор буксует, поэтому прицеп делается жестким и достаточно прочным, чтобы не



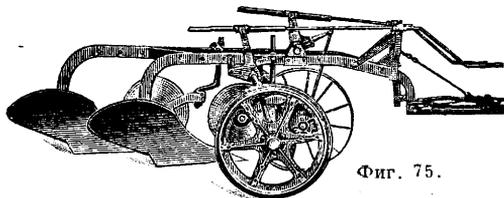
Фиг. 73.

погнуться при отталкивании П. назад. В большинстве случаев прицепы приспособлены для установки П. по ширине, т. е. для нахождения правильного положения линии тяги (фиг. 74), и могут быть установлены на раме выше и ниже для регулирования глубины. Нередко случайные сопротивления м. б. причиной крупных по-



Фиг. 74.

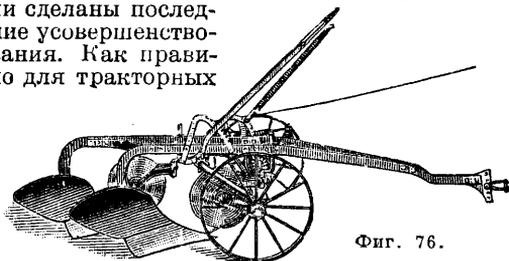
ломок П. Во избежание этого на прицепе ставятся различные предохранители, к-рые при известном предельном тяговом усилии автоматически расцепляют П. с трактором (фиг. 70 и 74). В легких П., работающих с мало-мощными тракторами (10 20 HP), иногда сцепка делается не эластичная, а жесткая, путем удлинения передних концов грядила, например J. D. eg—№40, Oliver—№7 (фиг. 76), к-рыми П. прямо соединяется с серью трактора. Тогда при опускании колес поднимается не передняя, а задняя часть рамы, т. е. корпуса и их опорная плоскость ставятся в



Фиг. 75.

положение, когда они стремятся углубиться. П., вращаясь на прицепе трактора как около оси, усиленно давит на колеса, и автомат испытывает большое напряжение, что вызывает преждевременные износы и поломки. Достаточно сделать эластичный прицеп, позволяющий П. поднимать переднюю часть рамы, и эти ненормальности исчезнут, как например у плуга № 26 Moline Plow Co. (фиг. 77). В США появилось большинство всех конструкций тракторных П. Следуя за размерами и мощностями тракторов, П. вначале строили с числом корпусов до 15, с автоматами для подъема каждого корпуса

отдельно. С понижением мощности колесных тракторов до современных 15 30 HP и 10/20 HP соответственно стали строить 3 5-, 3 4-, 2/3 и 2-корпусные П., на которых и были сделаны последние усовершенствования. Как правило для тракторных



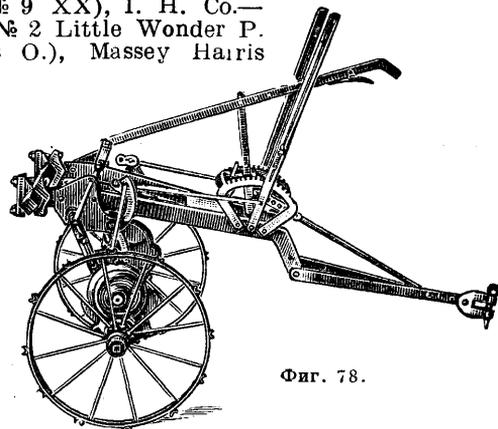
Фиг. 76.

плугов, имеющих на одной раме свыше двух корпусов, задний корпус делается отъемным, а у 5-корпусного—даже два, и т. обр. 3-корпусный превращается в 2-корпусный, 4-корпусный—в 3-корпусный, а 5-корпусный—в 4- и 3-корпусный П. Это позволяет работать на почвах с разным сопротивлением. Для трактора 10,20 Фордзона было специально построено особенно много 2-корпусных плугов наименьшей длины и веса, например 2-корпусный П. Фергю-



Фиг. 77.

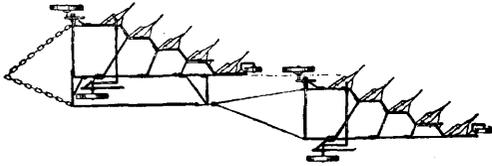
сона не имеет совсем колес и передком для него служат задние колеса трактора. Также специально для Фордзона сконструированы плуги J. Deer (№ 40), Oliver (№ 7A, № 8, № 9 XX), I. H. Co.—(№ 2 Little Wonder P. & O.), Massey Harris



Фиг. 78.

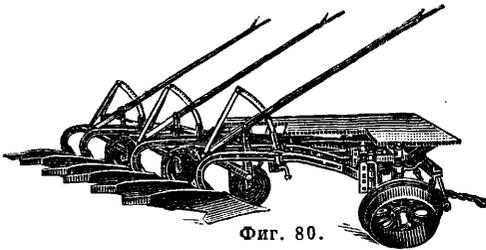
(№ 90), а Moline Plow Co. кроме 2-корпусного П. № 26 (фиг. 77) дала универсальный передок Uni-carrier (фиг. 78) с целым набором землеобрабатывающих орудий для полевых, огородных, садовых культур и виноградарских. Из 2/3-корпусных плугов заслуживают внимания: Little Genius № 5. М. к. убор. маш., J. Deer № 5A и Massey Harris № 6. Из 4-корпусных Little Genius № 3, Massey Harris № 18, J. Deer № 6, № 8 и 6C. Для работы с более мощными тракторами гусе-

ничного типа практикуется соединение в одно-, двух- и трех-П. при помощи специальных сцепок (фиг. 79). Но при таком способе работы неизбежны перекосы, вызывающие излишние тяговые усилия, поэтому бывает выгоднее применять П. с тем же числом кор-



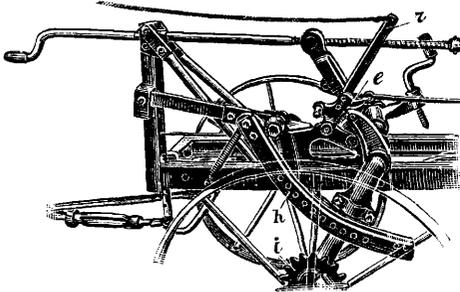
Фиг. 79.

пусов в одной конструкции (фиг. 80). Система автомата здесь получается очень сложной, ручные же рычажные подъемы более просты и надежны, но требуют добавочного рабочего, к-рый обыкновенно при большом тракторе и без того бывает необходим. В Америке размеры плужных корпусов различают по ширине. Наиболее ходовые размеры, с 30- и 35-см шириной захвата, нередко ставятся на одну и ту же раму, для



Фиг. 80.

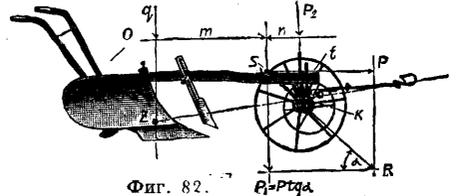
чего сама рама делается раздвижной. Европ. конструкция тракторных П. (фиг. 50) имеет рамы клепаные из полосовых или фасонного железа (R. Sack, Eberhardt), литые стойки и корпуса европ. типа, поставленные на таком расстоянии, что могут работать с дерновником. По внешнему виду они грубее американских, но проще в производстве и надежнее в эксплуатации. Автомат типа Сакка—речного типа—также довольно прост, удобен для ухода и для ремонта (фиг. 81). Его главная деталь—кри-



Фиг. 81.

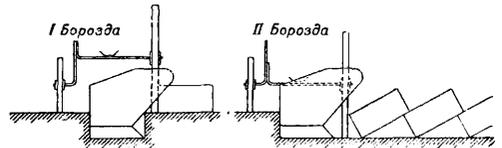
вая цевочная рейка *h*—надета верхним концом на шип, сидящий на переднем конце плужной рамы. При включении автомата эта рейка соприкасается с зубчаткой *i*, отлитой заодно со втулкой полевого колеса, при вращении зубчатки рейка перемещается по ней, отводит назад колено левого колеса и соединенное с ним колено правого, припод-

нимает переднюю часть рамы и почти одновременно опускает при помощи тяги заднее транспортное колесо, отчего весь П. приходит в транспортное положение. В момент окончания подъема особая зацепка *e* запирает автомат в этом его положении, и рейка отходит от зубчатки. Включение же П. в работу состоит только в поднятии при помощи веревки и того же самого рычага *r* зацепки *e*. Тогда рама опускается от собственного веса в рабочее положение, а во избежание удара ось колеса вращаясь растягивает специальную пружину. П. для канатной тяги принадлежат к специальным орудиям и рассмотрены ниже в этой группе.



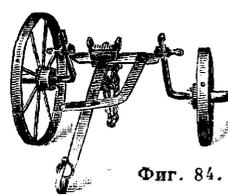
Фиг. 82.

Третья группа—плуги с подвижными передками, применяемые для тяги упряжными животными. Прототипами их являются с а б а н, некоторые английские и ванцлебенский П. Прямой потомок русского сабана, англо-болгарский П. (фиг. 82) имеет грядиль, изогнутый в горизонтальной пло-

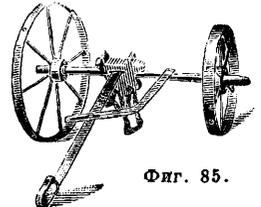


Фиг. 83.

скости с таким расчетом, чтобы линия тяги прошла через его передний конец, лежащий на передке, и следовательно установку по ширине в нем делать не приходится. Грядиль при помощи цепи, задетой за штырь, расположенный сверху, соединяется подвижно с передком. Глубина пахоты устанавливается наклоном корпуса, который соединен с грядилем подвижно и вращается около точки *o*. Передки обычно бывают или полуподъемные (с одним подъемным колесом, фиг. 83), подъемные (оба подъемные колеса, фиг. 84), русские (оба колеса не подъемные, фиг. 85), или же немецкий полупод-



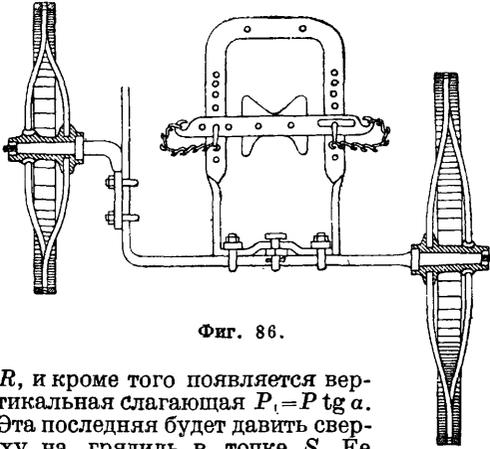
Фиг. 84.



Фиг. 85.

емный с рамкой (фиг. 86). При правильной конструкции, установке и запряжке направление тяги *P* должно пройти через точку прикрепления упряжного крюка к передку *k* и через центр сопротивления *Z* П. Тогда давление на колеса равно нулю, но подушки и конец грядиля сильно прижаты друг

к другу. Действительно, если для перемещения П. в работе нужно усилие P (фиг. 82), приложенное в точке S , которое появляется от цепи, натянутой под углом α к горизонту, то сама цепь будет натянута с усилием



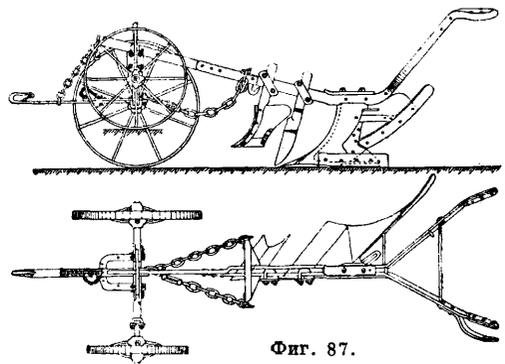
Фиг. 86.

R , и кроме того появляется вертикальная слагающая $P_1 = P \operatorname{tg} \alpha$. Эта последняя будет давить сверху на грядиль в точке S . Ее давление можно разложить на две слагающих: q — в центре сопротивления Z П., находящемся на расстоянии m , и P_2 в точке t на расстоянии n . Тогда будем иметь $q = \frac{P_1 n}{m+n}$ и $P_2 = \frac{P_1 m}{m+n}$, т. е. грядиль давит на подушку передка с усилием $P_2 = \frac{P_1 m}{m+n}$. Но цепь тянет нижним концом за передок в точке k и также дает две слагающих: $P_3 = P$ и $P_4 = P_1$, но направленных в противоположные стороны. Следовательно подушка передка в свою очередь будет давить на конец грядиля с низу вверх с усилием $P_3 = P > \frac{P_1 m}{m+n}$ и, чтобы передок не приподнимался на воздух, нужно следующее неравенство:

$$Q > P_3 - \frac{P_1 m}{m+n} \left[1 - \frac{m}{m+n} \right] P \operatorname{tg} \alpha,$$

где Q — вес передка. Если же на практике колеса и испытывают иногда давление передка, то происходит это от слишком длинной запряжки, дающей вертикальную слагающую на ось передка. В П. этой группы цепь позволяет удобно выводить П. из рабочего положения и перевозить при заездах во время пахания. П. за ручки кладут на левый бок, причем он опирается на специальный полозок у корпуса или же у рукоятки (фиг. 18), и тягоу животных перевозят на место. Перед установкой в работу П. ставят на ровную поверхность пола так, чтобы корпус своей опорной плоскостью соприкасался с нею, ось передка ставят горизонтально, тягу поднимают в рабочее положение и слегка натягивают, чтобы конец грядиля был прижат к подушке передка, и тогда делают отметку на стойке или же подсчитывают число витков у упорного винта стойки. С этой пометкой можно устанавливать П. в поле. Для первой борозды ставят ось передка горизонтально (фиг. 83) и наклоном корпуса получают пласт требуемой глубины; когда это достигнуто, то на следующей борозде правое колесо идет по борозде, но левое поднимается настоль-

ко, чтобы ось передка осталась горизонтальной, а корпус устанавливается по пометке в нормальное положение. Тяга передка должна быть всегда перпендикулярной к оси передка, а длина парной ваги должна соответствовать ширине захвата П. Второй тип 3-й группы — англо-германский П. (фиг. 18 и 87) — имеет корпус со стальной литой стойкой, прикрепленной неподвижно к стальному грядилю, конец к-рого поднят кверху и лежит на подушке на рамке полуподъемного передка. Грядиль соединен с передком двумя цепями, надетыми нижними концами на кольцо внизу передка, а верхними — на крючки особого коромысла, прикрепленного к грядилю. Одна из цепей может изменять свою длину при помощи римской гайки. Глубина пахоты меняется наклоном корпуса, опусканием и подъемом конца грядиля, для чего на рамке передка (фиг. 86) сделан ряд отверстий через 1", на к-рых и устанавливается переключатель с подушкой. Схема установки та же, что у англо-болгарского типа (фиг. 83). П. сначала также устанавливается на ровном полу, опорная плоскость корпуса совмещается с полом, ось передка ставится горизонтально, слегка натягивается упряжной крюк, и П. становится в рабочее положение; при этом замечают отверстия на рамке, на к-рых поставлена переключатель, когда конец грядиля лежит на подушке. В поле первая борозда проводится при опущенной на соответствующее число отверстий переключателе, а когда глубина установлена, то правое колесо идет по борозде, полевое поднимается, пока ось передка не станет горизонтальной, а переключатель

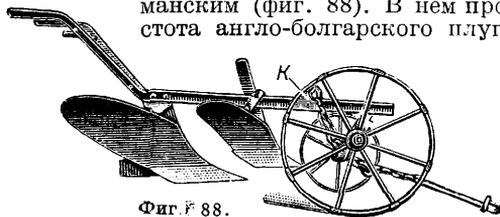


Фиг. 87.

переносится вверх на отмеченные отверстия, и в таком положении П. работает нормально. Т. к. грядиль у этой конструкции в горизонтальном направлении не изогнут, то плоскость полевой стороны будет под углом к линии тяги и от давления земли на полевую доску П. будет стремиться выйти в предьидущую борозду. В предупреждение этого укорачивают правую цепь (или удлиняют левую), тогда вертикальная слагающая от этой цепи будет давить на правое плечо коромысла, плуг незначительно (незаметно) наклоняется направо, и этим путем, как бы от постоянного давления на правую ручку, ему сообщаются достаточная устойчивость и самоходность. Наклон же корпуса направо способствует обрачиванию пласта. Здесь также при правильной уста-

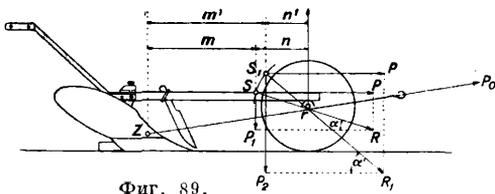
новке, когда упряжкой крюк точки прикрепления тяги к передку и центр сопротивления Z будут на одной прямой, давление на колеса передка равно нулю. Но давление между грядилом и подушкой, а следовательно и рамкой, большое, почему рамка имеет специальные подпорки. Передок у этого П. тяжелый и сложный и расценивается в 40—50% от общей стоимости П. Ручки—переставные на разный рост пахаря. R. Sack дал к этому грядило и передку «33» комбинации разных землеобрабатывающих орудий, почему П. этого типа и называется универсальным.

Третий тип этой группы—«Брянский», установленный на государственном Брянском з-де в 1917 г., является промежуточным между англо-болгарским и англо-германским (фиг. 88). В нем простота англо-болгарского плуга



Фиг. 88.

соединяется с достоинствами англо-германского плуга. Передок полуподъемный колонистский, грядило прямой двутавровый, корпус соединен с грядилом, подвижно своей цельнолитой стальной стойкой, ручки свинчены вместе со стойкой, но



Фиг. 89.

две цепи и коромысло расположены не на грядиле, а выше его, на особом кронштейне K . Из фиг. 89 ясно, что если из точки r описать дугу радиусом rS и место прикрепления цепи к грядилу перенести из точки S в точку S_1 , то сила R , с которой цепь натянута, возрастет до величины R_1 ; соответственно этому воз-



Фиг. 90.

растет и ее слагающая $P_1 = P \operatorname{tg} \alpha$ до $P_2 = P \operatorname{tg} \alpha'$, и взаимное давление грядила с подушкой будет равно

$$P_2 \cdot \frac{m'}{m' + n'} = \frac{m'}{m' + n'} P \operatorname{tg} \alpha',$$

т. е. устойчивость П. значительно увеличится. Это и подтвердилось на практике. Брянский тип работает с дерноснонимом, в производстве очень прост и вес его, сравнительно

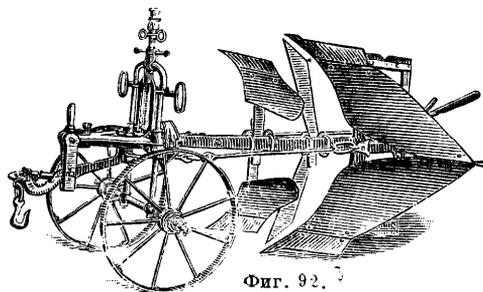
с П. англо-германского типа R. Sack, при одних и тех же размерах и типе корпуса, на 30% меньше.

П. специального назначения. Для сплошной и однородной вспашки поля, без разъемных борозд и гребней, применяются специальные оборотные, поворотные и баланси-



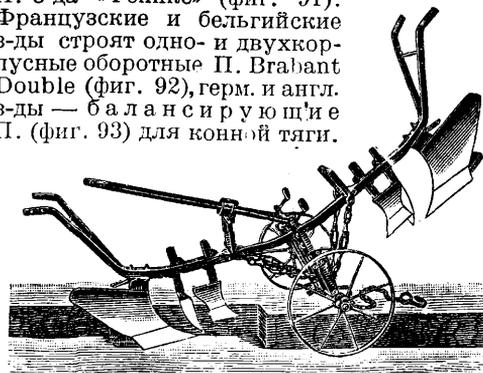
Фиг. 91.

рующие плуги. Для вытеснения сохи в одношадных хозяйствах до 1917 г. в России строили оборотные П., напр. П. марки АКО з-да Э. Лингарт (фиг. 90), пред-



Фиг. 92.

ставляющий собой 2 слитые в одну рабочую поверхности—правую и левую, закрепленную справа или слева особым крючком, П. з-да «Феникс» (фиг. 91). Французские и бельгийские з-ды строят одно- и двухкорпусные оборотные П. Vrahant Double (фиг. 92), герм. и англ. з-ды — балансирующие П. (фиг. 93) для конной тяги.



Фиг. 93.

Для канатной тяги I. Fowler еще в 1856 г. выпустил балансирующий плуг, сохранивший свою схему и в настоящее время (фиг. 94).

Более покойно работает балансирующий П. с антибалансирующим приспособлением, пере-

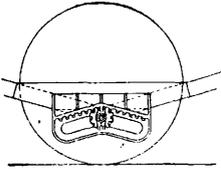


Фиг. 94.

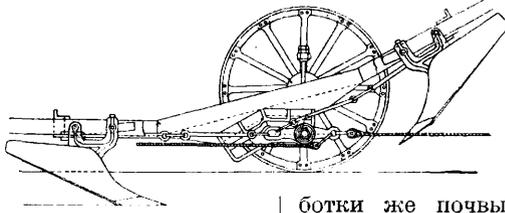
носящий центр тяжести П. несколько дальше назад за ось вращения (фиг. 95). Для тракторной тяги завод Eberhardt выпустил

очень оригинальную конструкцию балансирующего П. Novus I марки MZ93 (фиг. 96). Для глубокой пахоты (до 75 см) R. Sack строит плуг SE24 (фиг. 97). Для канатной

дно борозды рыхлится специальной ладой на глубину до 70 см. Предназначен он для канатной тяги. Подобная же конструкция корпуса лесного плуга имеется и для конной тяги, например плуг Савинского. Для конной пропашки виноградников и садов применяются специальные плуги с изогнутыми стойками (фиг. 101), позволяющие пропахивать около самого растения. Для обра-



Фиг. 95.



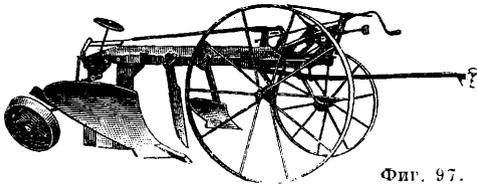
ботки же почвы под деревьями в садах при тракторной тяге существует еще целый ряд американских специальных плугов с колесами, скрытыми в раме (фиг. 102), и

тяги I. Fowler дает для вспашки до 1 м также для канатной тяги балансирующий П. (см. вкладной лист). Для распашки торфяников и болотистых почв применяются специальные однокорпусные болотные П. с уширенными ободьями колес, с шириною захвата до 610 мм при глубине до 30 см, напр. американский Brush Breaker (фиг. 98). Для распашки зарослей с кустарниками применяется однокорпусный тракторный плуг, особенно сильной конструкции, Grub Breaker с шириною захвата до 610 мм при глубине до 30 см. Для распашки площадей, вышедших из-под леса, когда в



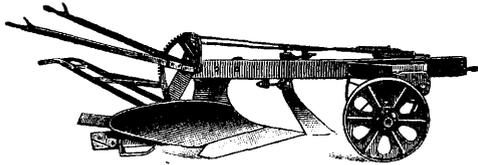
Фиг. 98.

почве встречаются толстые корни, французский 3-д Amiot дает усиленной конструкции плужной корпус. Он снабжен четырьмя простыми ножами разной длины, поставлен-



Фиг. 97.

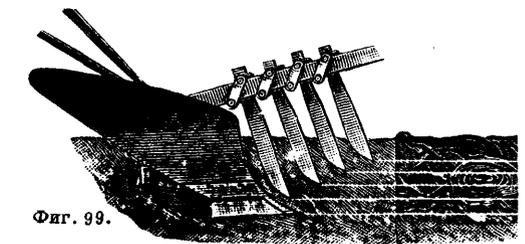
ными по одной линии, из которых каждый режет свой слой почвы и встречающиеся корни (фиг. 99). Для лесных культур применяются специальные П., обрабатывающие



Фиг. 98.

почву не сплошь, а полосами. На фиг. 100 изображен балансирующий плуг Fowler'a для такой обработки. П. этот поднимает пласт и отбрасывает его в обе стороны, а

дно борозды рыхлится специальной ладой на глубину до 70 см. Предназначен он для канатной тяги. Подобная же конструкция корпуса лесного плуга имеется и для конной тяги, например плуг Савинского. Для конной пропашки виноградников и садов применяются специальные плуги с изогнутыми стойками (фиг. 101), позволяющие пропахивать около самого растения. Для обра-



Фиг. 99.

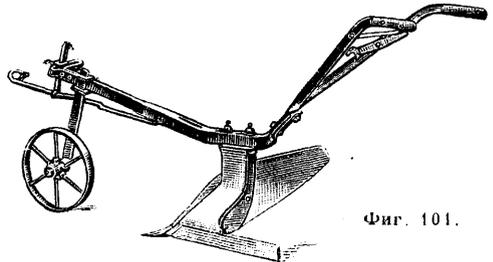
с винтовым подъемным механизмом, что позволяет пропахивать около самого ствола дерева.

Совершенно особую группу составляют так называемые дисковые плуги, применяемые там, где нужно сильное рыхление, а оборачиванию пласта придает второстепенное значение. Характер их работы настолько отличается от лемешного плуга, что американцы вспашку дисковым плугом называют дискованием. Рабочий орган дискового П.—выпуклый диск (фиг. 103), поставленный на особой пяте под углом и с наклоном назад к направлению движения, накатывает



Фиг. 100.

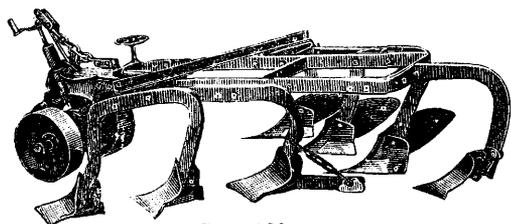
сверху, отрезает пласт с отношением ширины пласта к глубине $\frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{1}$, поднимает



Фиг. 101.

его на своей внутренней поверхности до специального скребка, который, играя роль отвала, и отбрасывает пласт в сторону.

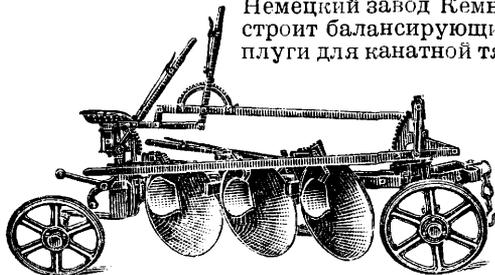
Иногда же вместо лопатки ставится небольшой вращающийся диск. Поперечное сечение борозды получается полукруглое. Эти П. являются незаменимыми при разделке



Фиг. 102.

земель после раскорчевки леса, для запашки соломистых удобрений, так как они или перерезают корни на короткие куски или же перескакивают через них, если не в состоянии перерезать. Дисковые П. бывают и конные одно- и двухдисковые, поворотные, для сплошного пахания (например Chataooga plow), однако в последнее время усиленно вводятся в США для тракторной тяги для различных операций. На фиг. 104 изображен 7-дисковый балансирующий П. системы I. Fowler'a для канатной тяги.

Немецкий завод Кемна строит балансирующие плуги для канатной тя-



Фиг. 103.

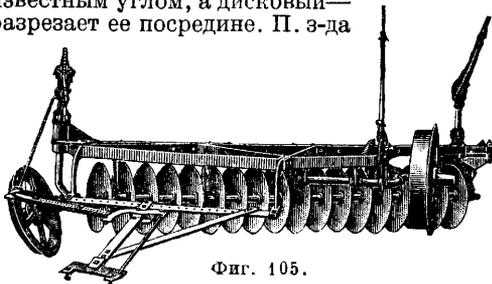
ги, у которых диск соединен с обыкновенным отвалом. Эта комбинация дает хорошее дробление и хорошее обрачивание пласта. В США строят также т. н. пшеничные П., предназначенные для зерновых хозяйств. Эти П.—многодисковые (до 18) с шириной захвата до $2\frac{3}{4}$ м, состоящие из дисков диам. 50—60 см (фиг. 105). Они применяются для взрыхления верхнего слоя после уборки хлебов и для перемешивания пожнивных остатков (стерни) с землей. В Америке для глубокой пахоты применяется двухдисковый П. Спалдинга, в к-ром оба диска идут по одной борозде один за другим и дают



Фиг. 104.

глубокое рыхление пахотного слоя. Иногда небольшие выпуклые диски применяются вместо скимкоультеров впереди плужного корпуса. Имеются дисковые П. и для обработки почвы в садах без подъемных рычагов. Вообще же П. этого типа должны иметь очень большое будущее в с. х-ве нашего Союза. Как лемешные, так и дисковые

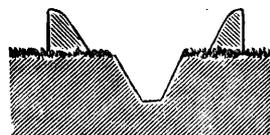
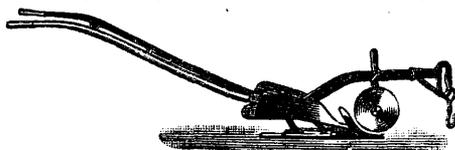
П. с большим успехом могут применяться при прокладке и ремонте грунтовых дорог, а также на земляных работах при разных сооружениях для рыхления твердого и плотного слоя земли, трудно поддающегося лопате, кирке и лому. Для проведения канав, для отвода вод с полей, на лугах и болотистых местах, применяются специальные П., например Hornsby (фиг. 106); этот П. дает канаву до 25 см глубиной и выбрасывает землю на обе стороны благодаря особому устройству корпуса с двумя симметричными отвалами и лемехами. Он имеет три ножа: один дисковый—посредине и два простых, расположенных у задних концов лемехов. Последние подрезают землю по краям под известным углом, а дисковый—разрезает ее посредине. П. 3-да



Фиг. 105.

Fowler'a для канатной тяги позволяет проводить канавы глубиной до 75 см, отбрасывая землю на обе стороны.

При огромном разнообразии в конструкциях П., к-рые исчисляются сотнями, 3-ды были вынуждены установить специальные плужные марки, позволяющие назвать данный П. коротко и точно при помощи немногих букв и цифр. Марки присваиваются или целым П. или же только плужным корпусам. Примеры обозначения марками плужных корпусов приведены выше. Универсаль-



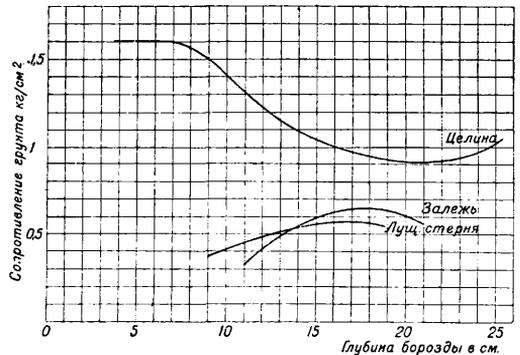
Фиг. 106.

ный П. немецкого 3-да Сакка имеет например марку D8MN, что означает: D—двойной грядиль, цифра 8—предельная глубина в дм., M—тип рабочей поверхности плужного корпуса для средних почв, N—высокую стойку. Гос. Брянский завод, проведя стандартизацию П. для своего производства, стал на правильный путь при составлении марок: напр. марка В5П8 означает: П. висячий, предельная глубина 5 дм., тип рабочей поверхности полувинтовой и нормальная ширина захвата 8 дм. Марка ТД8К12 означает: тракторный, двухкорпусный П., с культурными корпусами марки 8К12. Однако далеко не все заводские марки имеют рациональную структуру.

Производительность каждого П. является функцией не только ширины его захвата, но и скорости движения в работе. При нормальной скорости 1—1,25 м/см будет приложено правило, данное проф. Горячкиным, по которому производительность вообще всякого орудия и машины в 10-час. рабочий день в десятикратна равна числу фт. ширины захвата, или на 1 м захвата—4 га, например тракторный двухкорпусный П. с захватом каждого корпуса в 12 дм. вспашет в 10 раб. часов 2,4 га. У ход за орудием во время работы состоит в очистке рабочих поверхностей от налипания грязи, земли, в своевременной и обильной смазке трущихся между собою металлич. деталей и в своевременной смене изношенных деталей. При смене лемехов, отвалов и полевых досок болты надо обязательно ставить на их прежнее место и не путать, иначе головки их будут выступать над рабочей поверхностью. После окончания работы П. необходимо вычистить, смазать и держать под крышей; на зиму же следует поставить на деревянном полу, не в сыром помещении и все полированные поверхности обильно смазать салом или тавотом. Втулки колес, дисков и дисковых вожжей также после промывки керосином д. б. обильно смазаны тавотом.

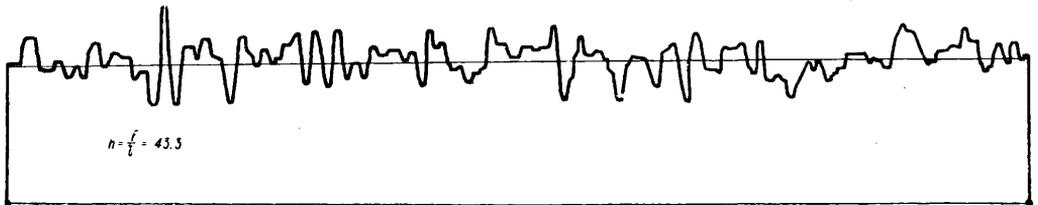
Испытания П. сводятся к определению типа и качества даваемой ими пашни, к наблюдениям над устойчивостью в работе, легкостью установок, управления, ухода, а также и ремонта. При более углубленных испытаниях принято определять величину тяговых усилий, требуемых орудием, которым нередко придают очень большое значение. Между тем получить надежные данные динамометрирования чрезвычайно трудно в виду очень большой сложности тех условий, в которых приходится вести испытания П. Здесь необходимо соблюдение целого ряда требований. Первое требование д. б. предъявлено к самому измерительному прибору—динамометру и к приемам его применения. Он не должен изменять условий работы орудия, т. е. длины запряжки, ее веса, а главное ее эластичности. Увеличение длины запряжки неизбежно вызовет давление на передние колеса П. Добавление в прицеп динамометра значительного веса также изменит направление тяги и создаст иное распределение действующих сил, особенно при испытаниях легких плугов. Введение же между орудием и упряжним крюком троса значительно большей эластичности, чем бывшее здесь звено прицепа, совершенно изменит условия работы орудия. Поэтому необходимо при динамометрировании соблюдать: 1) чтобы длина прицепа орудия не изменялась; 2) чтобы вес самого динамометра не влиял на распределение сил (он в идеальном случае д. б. подвешен на специальной тележке) и 3) чтобы удлинение прибора при максимальной нагрузке не превышало удлинения такой же длины троса, которое заменено динамометром. Последнее условие

же П., не только по всей длине борозды, но при двух соседних проходах на расстоянии 1 м встречает весьма различные сопротивления. Пятна солопочков, куртины пырея дают на диаграмме огромные скачки вверх. Сопротивление почвы может меняться также и в зависимости от глубины: в одних случаях более глубокие слои дают большее сопротивление, в других же, наоборот,—верхние слои, например при сильно развитых корневищах пырея (фиг. 107 и 108). Третье



Фиг. 107.

требование будет к испытываемому орудью. Плуг должен быть правильно собран, режущие края лемехов и ножей д. б. нормальной остроты, рабочие поверхности д. б. свободны от краски и ржавчины, он д. б. хорошо смазан, правильно без перекосов установлен в работу на определенную глубину. Запряжка д. б. нормальной длины, длина ваги или расстояния между колесами трактора д. б. принята во внимание при пропусках П., с различной шириной захвата. Вес П. также д. б. известен. Наконец при самом испытании нужна определенная нормальная скорость движения орудия, так как при изменении скорости меняется и величина тягового усилия. Таким образом мы видим, насколько сложна и ответственна операция определения тяговых усилий отдельных П. Она несколько упрощается, если делаются сравнительные испытания нескольких орудий одновременно, но все же остается крайне сложной. При определении среднего тягового усилия скорость движения орудия обычно не принималась во внимание, а между тем она отражается не только на величине усилия, но и на качестве работы (степени дробления пласта).



Фиг. 108.

м. б. соблюдено только при применении гидравлич. динамометров. На них первый указал Giordano (Италия), и в США для измерений тяговых усилий тракторных П. в последнее время применяют исключительно гидравлические динамометры (Szekely, Hulley и др.). Тяговые динамометрами определяется величина среднего усилия на известной длине пути и эта величина делится на среднюю цифру от промеров площади поперечного сечения пласта. В промерах глубины и ширины также вводятся большие неточности, т. н. самопишущих приборов нет, а ручные приемы очень грубы. Поэтому усилие на единицу поперечного сечения пласта, называемое иногда удельным сопротивлением и являющееся величиной, полученной из данных весьма различной точности. Второе требование будет к участку, на котором производится испытание, т. е. к его рельефу и к почве. Участок д. б. по возможности горизонтален, и если наклон чувствителен для динамометра, то надо выбрать направление для проходов, поперечное к общему уклону поля, или же брать среднее из двух противоположных проходов. Почва—среда крайне разнообразная и непостоянная по своему сопротивлению, к-рое зависит от механич. состава, уд. в., влажности, способности налипания, коэф-та трения, химич. состава и растительного покрова. Не редкость, что один и тот

Проф. В. П. Горячкин дал для определения величины среднего тягового усилия свою рациональную ф-лу следующего вида:

$$P = Gf + kab + Eav^2,$$

где P —величина среднего усилия (в кг), a —глубина, b —ширина пласта, v —скорость движения орудия, G —вес П., f —коэф. трения металла о почву, k —величина сопротивления почвы на единицу площади (m^2), E —коэф., характеризующий изменение живой силы частиц пласта. Коэф. f определяется опытным путем, при протаскивании П. по дну борозды (или же более сложно—вычислением по способу наименьших квадратов). Величина коэф-тов k и E получается вычислением по способу наименьших квадратов. Если написать эту ф-лу в таком виде:

$$P = jG + (k + Ev^2)ab,$$

то член jG будет выражать мертвое сопротивление и $(k + Ev^2)ab$ — полезное живое сопротивление в почве. Отсюда является возможным определить вид П.

$$\eta = \frac{(k + Ev^2)ab}{jG + (k + Ev^2)ab}$$

к-рый по определениям проф. Горячкина для конных П. равен 0,5—0,75, а для тракторных $\eta=0,3\div 0,5$. Отсюда понятно, как много еще предстоит работать конструкторам и производственным для создания конструкций тракторных П., приближающихся по своему КПД к П. конным, выработанным опытным и теоретич. путем на протяжении почти двух столетий. С другой стороны, становится бесспорным, насколько важно внести порядок и единство в методы испытания П., производимых в различных районах нашего Союза, установив определенные программы, требования и инструкции, обязательные при всех ответственных испытаниях.

Лемехи, ножи, полевые доски с пятками и отвалы принадлежат к быстро изнашивающимся и часто сменяемым деталям плуга, поэтому стандартизация плужных корпусов имеет особо большое значение для упрощения массового производства этих предметов широкого потребления, на к-рые существует постоянный большой спрос. Чугунные лемехи, отвалы, ножи, пяты и полевые доски отбеливаются на рабочей поверхности при отливке в металлург. кокили, а затем обдираются и шлифуются на наждачных кругах. Искусство отлить напр. такую ответственную деталь, как отвал, и отбелить только на 0,3 его толщины—задача, требующая особенного умения и высокой техники литейного дела. Стальные лемехи получают обычно прокаткой в виде полос соответственного поперечного сечения (с запасом металла у режущего края); из полос потом нарезают лемехи по определенному размеру. Австрийский з-д Фогель и Ноот (г. Вартберг) каляет лемешную сталь не только с утолщением на одной стороне, но и с напылом у переднего конца лемеха. Стальные отвалы вырезаются или выдавливаются из листов, прокатанных из прости или же специальных трехслойных болванок. Трехслойную панцирную сталь государственный Брянский з-д изготовлял сифонным способом инж. Рожкова. При этом способе очищенный и протравленный кислотой лист из мягкого железа соответствующей толщины подвешивается посредине формы, которая затем наполняется через отверстие снизу расплавленной сталью при возможно более высокой t° . Полученная т. о. болванка, имеющая два стальных слоя по бокам и один из мягкого железа посредине, предварительно проковывается под паровым молотом для уплотнения, а затем прокатывается в листы 6-мм толщины. Удовлетворительные результаты дают также и отвалы с цементованной рабочей поверхностью. Те и другие требуют при закалке известных предосторожностей, т. к. их нередко «ведет», что между прочим заставляет применять не двухслойную, а трехслойную сталь, в к-рой задний слой является нерабочим и вводится только для получения симметрично расположенных внутренних напряжений при закалке относительно заднего слоя. Рекомендуется также производить закалку отвалов в специальных «корсетах». Заслуживает внимания при массовом производстве способ одновременного штампования и закалки лемехов и отвалов в специальном гидравлич. прессе (сист. Липгарт) с сетчатыми штампами, через к-рые пропускается холодная вода, когда деталь еще зажата прессом. Вообще же закалка ответственных деталей П. является операцией, требующей особых предосторожностей,

большого опыта и навыков. Поверхности деталей, которые соприкасаются с землей, подвергаются обычно после закалки обдирке, шлифованию, а иногда и полировке. Обдирка и шлифование собранных на корпусе отвала и лемеха производится одновременно на наждачных кругах или же на песчаных точилах большого диаметра. При этом нередко с обрабатываемой детали снимается самый ценный твердый верхний слой с рабочей поверхности и обнажается следующий, более мягкий, а следовательно и более быстро изнашивающийся. Поэтому особенно большую ценность имеет способ шлифования, применяющийся в Одессе (б. з-д Гена). При этом способе обдирке подвергается сталь в листах, еще до вырезки из нее отвалов, на особом станке с наждачным вальцом, собранным из наждачных кругов. Им с листа снимается окалина и обнажается свежая металлург. поверхность; при этом обнаруживаются раковины и другие изъяны на листе, что облегчает браковку. После обдирки из листа вырезается отвал, штампуются, закаливается. При закалке на ободранной поверхности уже не появляется большой окалины и достаточно по ней пройти суконным кругом с мелким наждаком или скрокусом, чтобы, не снимая верхнего твердого слоя, получить хорошо обработанную поверхность. Этот способ должен найти большое применение при массовом изготовлении плужных деталей и на других з-дах СССР.

Лит.: Горячкин В. П., Плуги, СПб, 1906; его же, Отвал, М., 1898; его же, Отвалы плугов, СПб, 1910; его же, Принципы механич. подобия и однородности, М., 1914; его же, Испытание крестьянских одноконых плугов, М., 1910—1911; его же, Испытание крестьянских одноконых плугов, М., 1911—1914; его же, Теория плуга, М., 1927; его же, О силе тяги тракторных плугов, М., 1929; Прокофьев И. П., Определение напряжений в конных плугах, «Сборник трудов лабораторий испытаний материалов Моск. ин-та механики и электрификации сел. х-ва», М., 1931; Вейс Ю. А., Установка и ремонт конных и тракторных плугов и обращение с ними, 5 изд., М., 1931; его же, Курс с.-х. машиноведения, 3 изд., М.—Л., 1929; Сладков Н. В., Графический метод построения рабочих поверхностей пахотных орудий, Москва, 1928; Шиловский К. П., Способы тракторной обработки, Москва, 1926; его же, Тракторный лемешный плуг, Москва, 1930; его же, Инвентарь современного механизированного хозяйства, М., 1930; Арцыбашев Д. Д., Пахотные орудия, П., 1908; его же, Орудия и машины сел. х-ва, 2 изд., П., 1915; его же, Орудия сухого земледелия, СПб, 1911; Орданский М. С., Тракторные плуги, М., 1931; его же, Конструкция тракторных плугов, М., 1930; Юферев Н. И., С.-х. машины, Москва, 1930; Флоренский А. Я., Машины и орудия для обработки почвы, «Справочник Госсельсклада», Москва, 1927; Квасников В. В., Обработка пара, Москва, 1923; Варгин И., Орудия для обработки почвы, СПб, 1911; Технич. условия приемки с.-х. машин и орудий, вып. 1, Плуги, М., 1928; Couran G., Machines de culture, 2^e éd., Paris, 1915; Leu v r a i s M. L., Le machinisme agricole, P., 1903; Ringelmann M., Génie rural, Paris, 1909; Bacon C. A., The Oliver Plow Book, A Treatise on Plow and Plowing, South Bond Industry, 1920; Case J., Thrashing Machine Company, Plow Manual, edition 2, Racine, Wisconsin, 1924; Davidson J. B., Influences of Speed on Draft Plow, «Agricultural Engineering», Bridgman, Michigan, 1920; Collins E. V., Factors Influencing the Draft of Plows, Joseph, Michigan, 1920; Taylor W. E., Soil Culture and Modern Farm Methods, Moline, Ill., 1912; Rynders S. W., Hardening Soft Center Steel Plow Shores, «Agricultural Engineering», Bridgman, Mich., 1920; Smith J. M., Plow a. Plowing, Saskatchewan, Canada, 1920; Rezek J., Der Pflug, W., 1896; N a c h t w e h A., Die Geräte u. Maschinen zur Bodenbearbeitung, Lpz., 1902; M a r t i n y B., Der Stand des Motorpflugwesens in Deutschland, Berlin, 1912; F i s c h e r G., Landwirtschaft-

liche Maschinenkunde, 3 Aufl., Berlin—Leipzig, 1926; H o l d o c k H., Motorpflüge u. Bodenfrischmaschinen, B., 1912; W a l t h e r K., Die landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte, B. 1, 2 Auflage, Leipzig, 1925; M a t e n a e r s F., Das Motorpflügen, Berlin, 1911; W r o b e l E., Landwirtschaftliche Maschinen u. Geräte, Hannover, 1907; S l a d k o f f N. W., Ueber Feder-Zugkraftmesser, B., 1913; B r o w n T., Some Fundamentals of Plow Design, «Agricultural Engineering», Bridgman, Mich., 1925, 6. **Н. Сладков.**

ПЛЫВУН, грунт из мелкого песка, смешанного иногда с глиной и почти всегда с илом, настолько обильно насыщенный водою, что, предоставленный самому себе, он расплывается в бесформенную массу. Такой **грунт** (см.) не разрабатывают какими-либо инструментами, а при его извлечении вычерпывают черпаками или другими приспособлениями. П. не может служить естественным основанием под постройку. Когда песчаное основание (см. *Фундаменты и их основания*) пропитано водою, необходимо обратить сугубое внимание на обеспечение фундамента от промерзания, располагая его подошву ниже уровня промерзания грунта. Если песчаное основание может подвергнуться размытию жильной, ключевой или даже обладающей значительной скоростью почвенной водою, то необходимо предотвратить такой размыв путем ограждения основания сплошной стеною из шпунтовых досок, забитых до водонепроницаемого слоя, причем если под намеченным фундаментом в каком-либо месте основания в пределах ограждения шпунтовым рядом будет обнаружен ключ, то либо заглушают его, либо выводят керамиковым или чугунным коленом за пределы основания, либо ограждают поперечными шпунтовыми стенками, сопряженными с продольными; на участке между поперечными шпунтовыми стенками продольные стенки прерывают, а в фундаменте устраивают разгрузную арку. Очень часто при **водоотливе** (см.) из **котлованов** (см.), **вырываемых** в пльвичих грунтах, разрыхление грунта обнаруживается не только в пределах самого котлована, хотя бы и огражденного шпунтовой стенкой, но и вне его пределов, что проявляет себя выпучиванием dna в котловане и осадками и обвалами грунта вокруг котлована. Поэтому более целесообразным будет при заложении фундаментов на песчаных основаниях вовсе не пользоваться водоотливом даже при рытье котлована. Недопустим П. для насыпей. В пльвичих легкоподвижных грунтах шпунтовые ряды забивают значительно глубже основания, так как иначе их выпрет грунтом; целесообразно в этом случае при устройстве грунтовых **перемычек** (см.) пользоваться также ряжевными стенками наподобие обыкновенных колодезных срубов. О влиянии П. на колодезные работы и самую конструкцию колодцев см. *Колодцы*. При сооружении опускных колодцев в водоносных слоях часто происходят быстрые осадки колодца, причем внутренность его почти совсем заполняется П.; иногда при этом вода из водоносных слоев поднимается в колодце так высоко, что переливается через его верх. В данном случае, чтобы не обрушилось дно реки вокруг колодца, не попортились подмости и не произошло перекачивания самого колодца, необходимо усиленную работу

экскаваторов (см.) и **эжекторов** возможно быстрее пройти водоносный слой и врезаться колодцем в глину, прекратив тем самым приток воды в него. Дальнейшая работа будет заключаться в данном случае в откачке оставшейся в колодце воды и производстве работы насухо. Когда при прохождении водоносного слоя борьба с водою становится затруднительной, приходится прибегать к **кессонным работам** (см.), превращая с этой целью самый колодец в кессон, если тому способствует конструкция колодца.

О производстве горных выработок в пльвунах см. *Водонепроницаемые рудничные перемычки, Замораживание грунта, Рудничное крепление*.

Лит.: Д м о х о в с к и й В. К., Краткий курс оснований и фундаментов, 4 изд., М.—Л., 1931; Курдюмов В. И., Краткий курс оснований и фундаментов, СПб, 1902; Стаценко В., Части зданий, М.—Л., 1930; Handb. d. Ing., T. 1, B. 2 u. 3, Lpz., 1905—1906; F r a n z i u s O., Der Grundbau, B., 1927; V e n n e c k e L.—L o h m e y e r E., Der Grundbau, B. 1. 4 Aufl., B., 1927. **С. Брилинг.**

ПЛЮВИОГРАФ, о м б р о г р а ф, самопишущий **дождемер** (см.) для определения высоты атмосферных осадков. В приборе сист. Гельман (Hellman) соотношение между размерами воспринимающей поверхности приемника и емкостью цилиндра таково, что на ленте очень легко можно отсчитывать высоту слоя выпавшего дождя с точностью до 0,05 мм. При установке прибора необходимо следить, чтобы верхний край воспринимающего сосуда занимал горизонтальное положение, а также необходимо правильно установить сифонную трубку. Обычно барабан делает с помощью часового механизма один полный оборот в течение суток, почему необходимо ежедневно, в строго определенный срок, сменять ленту, заводить механизм часов, делать отметку времени и провести другие операции, связанные с уходом за прибором, для правильного и бесперебойного действия его, т. к. регулярные и правильные записи П. представляют весьма ценный научный интерес, важный между прочим для разрешения разных гидротехнич. вопросов. Обычная обработка записей П. заключается в определении количества осадков за часовые промежутки. При более детальной обработке определяют или интенсивности ливней, соответствующие равным небольшим промежуткам времени, или же измеряют промежутки времени, в течение которых интенсивность не претерпевала существенных изменений. Специально для целей изучения ливней Э. Бергом построен особый прибор, так называемый **ливнемер**, лишь в деталях отличающийся от плювиографа системы Гельмана.

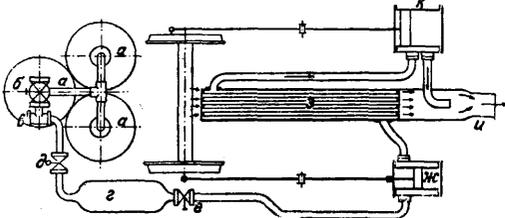
Электрический П. системы Фюса (Fuess) основан на принципе качающегося челнока (фиг.). Вода из приемника Т стекает в небольшой челнок W, разделенный на 2 камеры. Как только выпадет определенное количество дождя, равновесие нарушается, челнок опрокидывается и под трубку приемника подходит другая половина челнока; при выпадении новой такой же порции осадков равновесие вновь нарушается, и челнок во время дождя все время качается; при каждом опрокидывании происходит элек-

трич. контакт, и на бумаге делаются или точечные отметки или чертится непрерывная кривая, смотря по конструкции прибора. Вода из челнока по трубке отводится в сосуд *G*, а затем для контроля автоматич. записи дождя воду измеряют с помощью специального градуированного цилиндра. В целях измерения интенсивности атмосферных осадков также и в твердом состоянии механиком Рорданцем построен специальный прибор, основанный на принципе записи изменения веса при выпадении осадков. Необходимо еще отметить, что порывы ветра слу-

жат серьезной помехой правильности записи приборов этого типа.

Лит.: Самопишущий дождемер сист. Гельман, П., 1914; Берг Э. Ю., Самопишущий ливнемер, Л., 1925; его же, О целесообразной постановке исследований ливней и обильных дождей помощью самопишущего ливнемера. «Известия Российской академии наук», 1918, т. 12, стр. 1184—1195; Колосовский А. В., Метеорология. Общий курс, ч. 1. Одесса, 1908. В. Пришлецов.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЛОКОМОТИВЫ, в которых овозы, локомотивы, приводимые в движение силой сжатого воздуха высокого давления и заряжаемые им из центральных компрессорных станций. Благодаря полной безопасности П. л. применяются в рудниках, где скопляется гремучий газ, а также в местах производства и хранения огнеопасных или взрывчатых веществ. Устройство и управление их сходно с узкоколейными паровозами с той лишь разницей, что котел и топка заменены резервуарами сжатого воздуха. Первоначально П. л. выполнялись для давления в резервуаре от 50 до 60 *atm*. Для увеличения радиуса их действия в последнее время повысили давление до 200 *atm*; рабочее же давление в цилиндрах высокого давления равно 12—20 *atm*, низкого — 4—5 *atm*. Для возможности работы без замораживания цилиндров применяется промежуточный подогрев воздуха. Схема действия П. л. изображена на фиг. 1. Из воз-



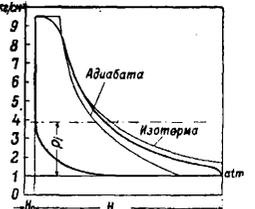
Фиг. 1.

душных резервуаров *a* сжатый воздух высокого давления (150—200 *atm*) проходит через запорный клапан *б* и редукционный клапан *в* в резервуар рабочего воздуха *г*, давление в котором поддерживается автоматически постоянным (обыкновенно 16—18 *atm*).

На случай порчи редукционного вентиля ставится предохранительный клапан *д*. Из резервуара *г* воздух проходит через вентиль *е* в золотниковую коробку цилиндра высокого давления *ж*. Обработанный в последнем воздух поступает в подогреватель *з*, по трубкам к-рого просасывается конусом *и* теплый рудничный воздух. Воздух, подогретый обычно с -10° до $+15^{\circ}$, поступает в золотниковую коробку цилиндра низкого давления *к*, откуда после отдачи работы выпускается через конус *и* в атмосферу. Опыты показывают, что при протекании воздуха через редукционный вентиль с уменьшением давления от 150 до 14 *atm* t° понижается на 25%. В цилиндре высокого давления происходит дальнейшее понижение на ~ 25%. Это указывает на необходимость постановки подогревателя между резервуарами высокого давления и рабочим резервуаром или развития наружной поверхности последнего, а также увеличения поверхности труб. С этой же целью развивают внешнюю поверхность рабочих цилиндров путем устройства ребер. Завод Борзиг в Берлине выполняет подогреватели в виде небольших теплоизолированных резервуаров, наполняемых водой и паром при зарядке локомотива воздухом. Через резервуар по трубкам протекает сжатый воздух, отнимая тепло от пара: при конденсации освобождается скрытая теплота парообразования, часть которой идет на подогрев воздуха, а часть на испарение воды, возможное благодаря понижению давления в резервуаре. Этим обеспечивается надежность смазки и уменьшается расход воздуха на единицу мощности. При давлениях в резервуаре, не превышающих 50—60 *atm*, применяют обычно однократное расширение без подогрева воздуха; в этом случае в рабочем резервуаре поддерживают давление 10 *atm*. Объем

рабочего резервуара для П. л. простого расширения равен десятикратному объему одного цилиндра, а для компаунд—пятикратному объему цилиндра низкого давления. Такой же объем имеют и промежуточные подогреватели, служащие одновременно ресиверами. Давление воздуха в резервуарах 135 *atm*; наибольшая высота пневматич. локомотива 1700 мм, наибольшая ширина 1400 мм, служебный вес 10,5 т.

Определение основных размеров. Выбор давления в резервуарах зависит от потребного для работы количества воздуха. Индикаторная диаграмма П. л. (фиг. 2) имеет много общего с диаграммой паровоза и отличается от последней лишь давлением выпуска, которое приближается к атмосферному, вследствие малого сопротивления конуса и трубопровода. Линия расширения протекает между адиабатой и изотермой. Для расчета П. л. используются формулы, приведенными для расчета паровозов, принимая во внимание особенности индикаторной диаграммы. Для приближенных расчетов при малых скоростях и вполне откры-



Фиг. 2.

том регуляторе ($\rho = 1,0$) пользуются величинами среднего индикаторного давления P_i , представленными в табл. 1 ($P_i = P_r \cdot \zeta$).

Табл. 1.—Индикаторный коэффициент в зависимости от наполнения.

Наполнение ϵ	Давление в рабочем резервуаре P_r	Среднее индикаторное давление P_i	Индикаторный коэф. давления ζ
0,14	10,0	2,72	0,272
0,25	10,0	3,56	0,356
0,50	10,0	6,60	0,660
0,75	10,0	9,00	0,900

Приближенный часовой расход воздуха в двухцилиндровом локомотиве простого расширения в кг равен:

$$U = \epsilon \beta \gamma \pi d^2 l n 60,$$

где ϵ —степень наполнения цилиндра; d —диаметр цилиндра в м ; l —ход поршня в м ; n —число об/м. ведущих колес; γ —вес 1 м^3 воздуха при t° окружающей среды и давлении в рабочем резервуаре; β —коэф., характеризующий увеличение расхода воздуха через неплотности в золотниках и поршнях (для средних скоростей $\beta = 1,1$).

Часовой расход воздуха на 1 HP_i будет

$$\frac{U}{N_i} = \frac{\epsilon \beta \gamma \pi d^2 \cdot l \cdot n \cdot 60 \cdot 60 \cdot 75}{\pi d^2 \cdot l \cdot P_i \cdot n \cdot 10^4} = 27 \frac{\epsilon \beta}{P_i} \gamma.$$

Работа 1 кг воздуха в идеальной изотермич. машине в ккал выражается:

$$L_{из.} = 10^4 P_0 V_0 \ln \frac{P_r}{P_0},$$

где P_0 и V_0 —давление и уд. объем атмосферного воздуха. Для давления $P_r = 10 \text{ кг/см}^2$ и $t^\circ = 15^\circ$ получим

$$L_{из.} = 10^4 \cdot 0,845 \ln 10 = 19 \text{ 400 ккал.}$$

Т. о. 1 кг воздуха может в течение часа развить индикаторную мощность

$$N'_{из.} = \frac{19 \text{ 400}}{75 \cdot 3 \text{ 600}} \text{ HP}_i = 0,072 \text{ HP}_i,$$

откуда часовой расход воздуха r в кг на 1 HP_i в идеальной изотермич. машине будет:

$$r = \frac{1}{N'_{из.}} = \frac{1}{0,072} = 13,9 \text{ кг.}$$

Отношение расхода воздуха на 1 HP_i в действительной машине в идеальной изотермич. машине называется индикаторным кпд η_i машины. Он указывает, какая часть энергии сжатого воздуха используется в действительной машине, т. е. η_i является критерием оценки воздушных машин в смысле использования ими воздуха. Как указывает ф-ла, расход воздуха на 1 HP_i в действительной машине зависит от степени наполнения ϵ . Зависимость расхода воздуха и индикаторн. кпд от наполнения, для заданного давления и t° в резервуаре, приведена в табл. 2.

Табл. 2.—Расход воздуха на 1 HP_i и индикаторный кпд в зависимости от наполнения.

Наполнение ϵ	$\frac{U}{N_i}$ кг/ч	r кг/ч	η_i
0,14	18,0	13,9	0,770
0,25	24,6	13,9	0,565
0,50	26,6	13,9	0,525
0,75	29,8	13,9	0,475

Таблица эта дает наглядное представление о несовершенстве использования воздуха при больших отсечках; поэтому обычно рассчитывают размеры цилиндров на индикаторное давление, соответствующее степени наполнения $\epsilon = 0,14 \div 0,16$. При этом получаются большие размеры цилиндров для нормальной работы на горизонтальном участке. В паровозах это невыгодно в виду больших потерь на охлаждение, а в пневматических локомотивах с уменьшением ϵ увеличивается экономичность машины за счет уменьшения потерь при выхлопе и лучшего подогрева расширяющегося воздуха атмосферным теплом.

Наконец часовой расход воздуха в кг на эффективную HP будет:

$$\frac{U}{N_e} = 27 \frac{\epsilon \beta}{\eta_m P_i} \gamma,$$

где η_m —механич. кпд, равный $0,85 \div 0,90$. Принимая $\eta_m = 0,88$, получим часовой расход воздуха для различных степеней наполнения:

ϵ	0,14	0,25	0,50	0,75
$\frac{U}{N_e}$ в кг	20,5	28,0	30,0	33,3

Большие ϵ берутся для разгона и работы на подъемах. Практически для определения размеров резервуара следует принимать часовой расход воздуха в $22 \div 28 \text{ кг}$ на эффективную HP в зависимости от профиля пути и количества остановок, если цилиндры рассчитаны на малое ϵ . Вредное пространство принимается в $6 \div 10\%$. Опережение впуска— $0,5$ — $1,5\%$, опережение выпуска— 15 — 20% . Значения l и n подбирают т. о., чтобы средняя скорость поршня c_m не выходила из следующих границ:

$$c_m = \frac{n l}{30} = 1,5 \div 2,5 \text{ м/сек.}$$

Наибольшее число оборотов ведущего колеса в минуту

$$n = 150 \div 200.$$

Отношение хода поршня к диаметру цилиндра м. б. выражено следующей ф-лой:

$$\frac{l}{d} = 1,2 \div 2,0.$$

Удельное сопротивление w_0 поезда, вследствие плохого состояния пути, принимается для небольших скоростей равным 6 кг/м . Резервуары выполняются цельнотянутыми из сменс-мартеновской стали с временным сопротивлением на разрыв в 60 — 65 кг/см^2 при удлинении 18 — 20% . Для предохранения резервуаров от ржавчины внутренняя поверхность их асфальтируется. Характерные данные П. л. з-да Балдвин в США приведены в табл. 3 (ст. 795—796).

Из других фирм, выполняющих П. л., надо отметить Борзиг в Тегеле (Берлин), Шварцкопф в Берлине, Мейер в Мюльхайме, Портер в Питсбурге (Америка).

Помимо П. л. во всех тех случаях, когда является огнеопасность применения обычного паровоза, м. б. применяются с успехом т. н. безогневые локомотивы. По конструкции они ничем не отличаются от П. л. низкого давления, только котел заряжается на станции не воздухом, а горячей водой и паром. Наилучшие результаты получаются при наполнении $0,75$ объема котла

Табл. 3.—Характерные данные П. л. з-да Балдвин.

Наименование главнейших данных	Типы П. л.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Диаметр цилиндра, мм	127	140	152	152	178	203	203	228	228	254	279	305	
Ход поршня, мм	254	254	254	205	305	305	356	356	356	356	356	406	
Диаметр ведущего колеса, мм	559	610	610	610	610	610	660	660	711	711	711	762	
Расстояние между колесами, мм	1 220	1 220	1 296	1 372	1 372	1 524	1 600	1 600	1 651	1 676	1 676	1 829	
Объем котла, м ³	2,12	2,32	2,83	3,68	3,68	4,5	4,8	5,25	5,65	6,8	8,0	9,0	
Давление в котле, кг/см ²	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
Рабочее давление в резервуаре, кг/см ²	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Сила тяги F_k , кг, при ϵ {	75%	580	650	770	920	1 260	1 650	1 760	2 080	2 230	2 560	3 100	4 000
	50%	525	470	560	680	920	1 200	1 300	1 520	1 630	1 880	2 260	2 900
	25%	230	260	300	365	500	650	700	820	880	1 000	1 230	1 560
Вес П. л., кг	4 530	4 960	6 350	7 900	8 500	10 000	10 400	11 800	12 200	15 000	16 800	20 000	

водой при $t^\circ=200^\circ$, а остальной части—паром при давлении 15 atm по манометру. По мере расходования пара давление в котле понижается, благодаря чему происходит испарение воды за счет теплоты пара и устанавливается давление, соответствующее t° . Пар срабатывается до давления 1,5—2 atm по манометру. Изоляция котла и цилиндров д. б. тщательной, чтобы потеря давления непрерывно была 0,25—0,33 atm в час. В среднем локомотив расходует в час ~ 27 кг пара на P_k . Считаю, что лучшие паровозы расходуют ок. 8 кг пара на P_k , получим экономичность безогневых локомотивов в 3—4 раза меньше, чем у паровозов, и несколько вышнюю, чем у П. л. Простота устройства и отсутствие дорогой машинной установки делают безогневые локомотивы более выгодными в эксплуатации, чем П. л.

Лит.: Шелест А. Н., Воздушные локомотивы, «ВИ», 1918, 13—14; Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, т. 1, М.—П., 1924; Engel R., Die Berechnung d. Hauptabmessungen v. Druckluftlokomotiven, «Z. d. VDI», 1912, p. 357—360; Kromer W., Verbund-Druckluftlokomotiven, ibidem, 1911, p. 611; Lit z V., Verbund-Druckluftlokomotiven, ibidem, p. 1043; Druckluft-Grubenlokomotiven, ibidem, 1912, p. 1374—1376. А. Шелест.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, см. Пневматический инструмент.

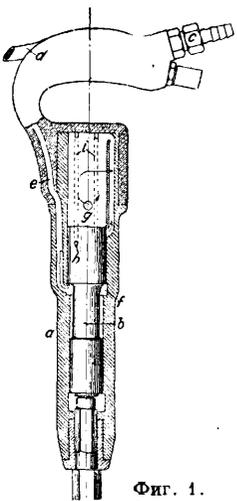
ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ, инструменты и переносные машины, работа которых осуществляется за счет энергии сжатого воздуха.

Классификация. По конструктивному выполнению П. и. разделяют на следующие основные группы: 1) П. и. с прямолинейным движением рабочих органов. Эта группа в свою очередь подразделяется на пневматический ударный инструмент и на пневматич. инструмент и машины, действующие силой давления без удара. К П. и. ударного действия относятся всевозможные пневматич. молотки, работающие в качестве зубил, заклепочных молотков, долот, трамбовок, очистителей для котельных труб и т. п. ударных инструментов. Отличительным признаком П. и. ударного действия является движущийся поршень, который наносит при своем движении удар вставленному в молоток инструменту (зубилу, долоту и т. д.). Поршень приводится в прямолинейно-возвратное движение

силою сжатого воздуха, поступающего в цилиндр. Распределительным органом является или сам поршень или специальный распределительный клапан (золотник). Молотки бесклапанные (беззолотниковые) отличаются простотой конструкции, компактностью и относительно небольшим весом. Бесклапанные молотки делают до 4 000 ударов в минуту, но сила удара незначительна; применяют эти молотки гл. обр. для работы зубилом. Молотки с золотниковым распределением и большим ходом отличаются сильным ударным действием, так как при помощи отдельного золотникового распределения можно осуществить хорошее наполнение сжатым воздухом рабочего цилиндра молотка. При той же длине поршня рабочий ход у золотникового молотка можно также выполнить значительно большим по сравнению с длиной рабочего хода бесклапанного молотка. Золотниковые молотки выполняют как с коротким, так и с длинным ходом; первые применяют для работы, требующей быстрых, но не сильных ударов, вторые предназначаются для тех работ, где требуются очень сильные удары, например для клепальных молотков или трамбовок. Заклепочные молотки дают от 750 до 1 200 ударов в минуту, рабочий ход имеют от 125 до 250 мм, при соответствующем весе от 9 до 13 кг. Для трамбовок ход делают равным до 350 мм, число ударов от 250 до 800 в минуту, вес до 15 кг. К группе П. и., действующего давлением, относятся клепальные машины, подъемные приспособления, всевозможные упоры и пневматические формочные машины. Клепальные машины, предназначенные для клепки толстых листов и для осуществления герметических заклепочных швов, осаживают заклепку и образуют заклепочную головку на ударом, а силою давления сжатого воздуха. Так как давление воздуха в сети обычно не превышает 6 ат, то для осуществления необходимого давления на заклепку поршень клепальной машины действует на заклепку через рычажный механизм. 2) П. и. с вращательным движением рабочих органов. К этой группе относятся всевозможные сверлильные машины, развертки, раскатки для труб, метчики для на-

резки резьбы, машины для притирки клапанов, шлифовальные машины, врубовые машины и подъемные машины. Отличительным признаком этих машин является наличие воздушного двигателя, осуществляющего вращательное движение рабочего инструмента. По роду двигателя П. и. с вращательным движением можно разделить на две основных группы: на группу, имеющую поршневой двигатель, и на группу, имеющую коловратный двигатель. Поршневой двигатель для П. и. применяют трех типов: а) многоцилиндровый двигатель с неподвижными цилиндрами, поршни к-рого шарнирно соединены с коленчатым валом помощью шатунов, б) многоцилиндровый двигатель с качающимися около цапф цилиндрами, причем цапфы служат в то же время золотниками, в) многоцилиндровый поршневой двигатель специального типа без коленчатого вала и шатунов; поршни этого двигателя нижними концами опираются на специальной формы кулачок шпинделя и при своем прямолинейном движении заставляют кулачок и шпиндель вращаться. Число оборотов коленчатого вала кривошипных воздушных двигателей достигает 2 000 в минуту. Поршневые двигатели без коленчатого вала имеют регулировку числа оборотов, к-рое м. б. осуществляемо в пределах от 50 до 2 500 в мин. В качестве коловратных машин применяют двигатель шестеренчатого типа, резе крыльчатого типа. 3) Пневматические струйные аппараты, в к-рых используются для работы энергия струи воздуха. Струйные аппараты по способу действия разделяют на действующие нагнетанием и на действующие всасыванием. К этому роду пневматич. аппаратов относятся пескоструйные аппараты, аппараты для окраски распыливанием, пылесосы и др.

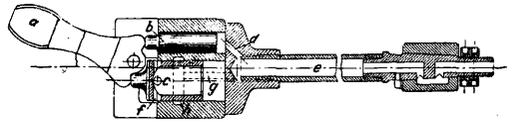
П. и., действующий ударом. Бесклапанные молотки. На фиг. 1 дано изображение одной из конструкций бесклапанного молотка. В цилиндре *a* помещается ступенчатый поршень *b*; воздух подается к патрубку *c*. При нажатии на рычаг *d* открывается впускной клапан, и сжатый воздух по каналу *e* поступает в кольцевое пространство *f*, образуемое стенками цилиндра и утоньшенной частью ступенчатого поршня. Под действием силы давления сжатого воздуха поршень будет перемещаться вверх, т. к. пространство над поршнем сообщается с атмосферой через окно



Фиг. 1.

g. Поршень в своем движении перекроет окно *g* и откроет окна *h* каналов *i*, окна *h* открываются постепенно одно за дру-

гим. Сжатый воздух начнет поступать по каналам *i* в пространство над поршнем, давление в этом пространстве будет увеличиваться, и поршень будет перемещаться книзу, совершая свой рабочий ход. В начале этого хода поршень перекроет окна *h* каналов *i*, а затем, несколько не доходя до нижнего своего положения, откроет выпускное окно *g*. После рабочего хода поршень снова начнет подниматься кверху силой давления воздуха, находящегося в кольцевом пространстве *f*. Недостатками пневматич. молотков этого типа надо считать: 1) относительно большую длину поршня *b*, а следовательно и цилиндра *a* сравнительно с ходом поршня. Общая длина поршня почти вдвое больше его хода, цилиндр же приходится выполнять в три раза длиннее хода поршня, поэтому при большом ходе весь молоток получается слишком длинным и тяжелым, так что им трудно работать. 2) Так как распределительным органом является сам поршень, то выпускные окна *h* будут открыты при обратном ходе столько же времени, сколько и в начале рабочего хода,

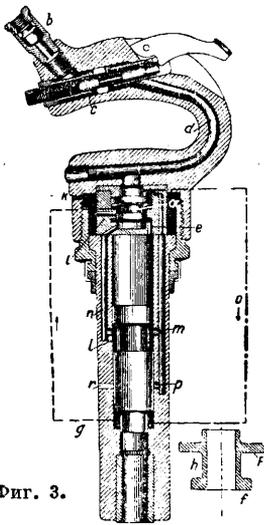


Фиг. 2.

т. е. наполнение и предварение впуска зависят друг от друга: чем позднее открываются выпускные окна, тем раньше они закрываются. Точно в такой же зависимости находятся момент выпуска и степень сжатия; если выпуск устроить поздним, то начало сжатия будет слишком ранним, т. ч. при данном рабочем ходе получается чрезмерно большая степень сжатия; если момент открытия выпускного окна сделать ранним, то уменьшается сила удара. Примером бесклапанного молотка может служить изображенная на фиг. 2 колотушка для очистки труб от накипи. Рабочий инструмент *a* приводится в качательное движение двумя поршнями *b* и *c*; рабочий объем цилиндра поршня *b* соединен каналом *d* с трубой *e*, по которой подводится сжатый воздух, так что поршень *b* все время находится под давлением сжатого воздуха. Поршень *c* имеет по сравнению с поршнем *b* значительно больший диаметр, выполнен он пустотелым и имеет окна *f*. В цилиндр поршня *c* периодически поступает сжатый воздух по каналу *g* и через кольцевое пространство *h* в тот момент, когда окна *f* будут находиться над кольцевым пространством *h*. Работа совершается следующим образом. Когда поршень *c* находится в своем левом положении, рабочий объем его цилиндра сообщается через окна *f* с атмосферой, поэтому силой давления сжатого воздуха поршень *b* переместится влево, повернет инструмент *a*, который в свою очередь будет перемещать поршень *c* вправо до тех пор, пока окно *f* не дойдет до кольцевого пространства *h* и рабочий объем цилиндра поршня *c* не наполнится сжатым воздухом. Т. к. диаметр поршня *c* больше диаметра поршня *b*, то силой

давления поршень с переместится влево, повернет колотушку *a* в исходное положение, передвинет поршень *b* вправо, и процесс возобновится. Такая колотушка для труб диаметром от 60 до 120 мм совершает до 6 000 ударов в минуту и расходует около 0,15 м³ воздуха в минуту.

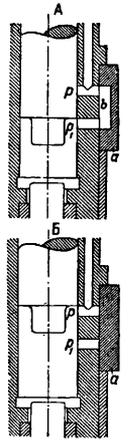
Клапанные молотки. Примером клапанного молотка может послужить изображенный на фиг. 3 молоток системы Бойе-Келлер.



Фиг. 3.

Распределительн. ступенчатый клапан *a* выполнен трубчатой формы с двумя фланцами различных диаметров. Поверхность *f* меньшего фланца все время находится под давлением сжатого воздуха. Во время рабочего хода клапан расположен в верхнем своем положении; сжатый воздух, поступающий по шлангу к патрубку *b*, пройдя через впускной клапан *c*, по каналу *d* проходит через внутреннюю полость клапана *a* и по каналу *e* наполняет рабочий объем цилиндра, тем самым заставляя поршень двигаться книзу. Во время этого хода воздух, находящийся в пространстве под поршнем, выходит наружу по каналу *g* через полость золотника, образуемую его выточкой *h*, и через каналы *i* и *k*; для ясности канал *g* показан на фиг. 3 в виде пунктирной линии, расположенной вне корпуса молотка. Когда поршень займет положение, указанное на фиг. 3, то благодаря кольцевому пространству *l*, образуемому выточкой поршня, распределительные каналы *m* и *n* соединятся между собой, сжатый воздух из золотниковой коробки устремится по каналу *n* через полость *l* и по каналу *m* к верхней части клапана и, действуя на верхнюю большую поверхность фланца *F* клапана, передвинет его книзу, в положение, соответствующее обратному (холостому) ходу поршня. При нижнем положении клапана канал *e* перекрыт выточкой *h* клапана и сообщается через каналы *i* и *k* с атмосферой, благодаря чему воздух из полости цилиндра над поршнем будет выходить наружу. В то же время при нижнем положении клапана откроется отверстие канала *o*, сообщающего золотниковую камеру с полостью цилиндра под поршнем, так что сжатый воздух будет поступать под поршень и начнет поднимать поршень вверх. При обратном (кверху) ходе поршень освободит каналы *p* и *r* и сжатый воздух, действовавший на большую поверхность *F* клапана *a*, через каналы *p* и *r*

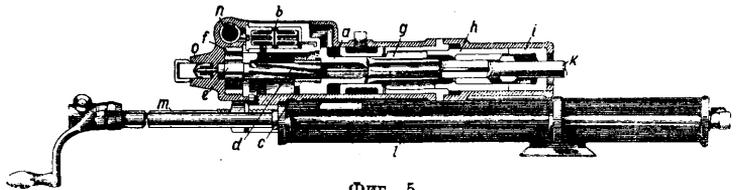
будет сообщаться с выпуском. Тогда давление сжатого воздуха, действующего все время на меньшую поверхность *f* клапана *a*, передвинет последний вверх и процесс возобновится. Чтобы пыль не попадала в цилиндр, канал *r* открывается не непосредственно в атмосферу, а через выпускную камеру и канал *k*. Длина хода поршня определяется длиной поршня и положением канала *p*. Канал *m* должен открываться только выточкой поршня и не должен открываться поршнем в его крайних положениях, т. е. торцовые поверхности поршня не должны доходить до отверстия канала *m* на величину перекрытия. Следовательно поршень *d*. б. длиннее хода на величину двух перекрытий. Преимущество клапан. распределения заключается в хорошем наполнении. Характерным признаком всех клапанных молотков с коротким ходом является наличие выточки (шейки) поршня, наличие канала *n*, в к-ром все время воздух находится под рабочим давлением, и наличие распределительных каналов *m* и *p*. Сила удара клапанных молотков с коротким ходом м. б. регулиро-



Фиг. 4.

вана путем уменьшения давления воздуха, что осуществляется неполным открытием впускного клапана. Для изменения длины хода, а следовательно и силы удара может быть применено также и приспособление, схематически изображенное на фиг. 4, впервые примененное в молотках Келлер. Взамен одного окна *p* распределительного канала выполняют их несколько (фиг. 4) и перекрывают их регулировочным кольцом *a*, к-рое имеет полость *b*. Если кольцо повернуть в положение, изображенное на фиг. 4, А, то канал *p*₁ будет включен и перемещение распределительного клапана произойдет в тот момент, когда поршень откроет окно *p*₁; если же повернуть кольцо *a* в положение, указанное на фиг. 4, Б, то передвижение клапана произойдет позднее, а именно в момент, когда поршень откроет окно *p*, длина хода поршня увеличится, следовательно увеличится и сила удара.

Клапанные молотки с автоматич. вращением ударного инструмента. При работе долотом по



Фиг. 5.

камню или пробивке шпуров при горных разработках бывает необходимо кроме удара сообщать рабочему инструменту также и вращательное движение. Примером может служить перфоратор, изображенный на фиг. 5 (Дрифтер CP-5 Chicago Pneumatic Tool Co.),

отдельные детали которого даны на фиг. 6. Движение поршня *a* осуществляется при



Фиг. 6.

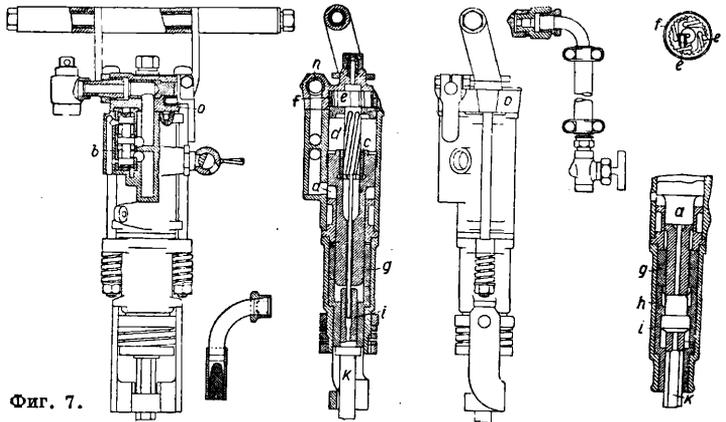
помощи золотника *b*. Поршень выполнен полым, и в нем на нарезке закреплена гайка *e*.

мывает выработанную породу из шпура. Перфоратор снабжают салазками *l*, подача осуществляется в винтом подачи *m* обычно от руки. Сила удара регулируется дроссельным клапаном *n*. На фиг. 7 дана конструкция более легкого перфоратора (Синкер CP-8W) для работы с промывкой и продувкой. Обозначение деталей то же, что и на фиг. 5 и 6. Характеристики перфораторов даны в табл. 1.

Табл. 1.—Характеристики перфораторов Chicago Pneumatic Tool Co.

Т и п	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Вес, кг	Полная длина, мм	Ø вогнутого шланга, мм	Ø водяного шланга, мм	Величина подачи, мм	Ø бура, мм	Экономическая губка шпура, м
Дрифтер CP-5 на опоре	76	70	54	1 170	26	13	610	32	3,0—4,25
Синкер CP-5B сухой, с пруж. ручкой	76	70	40,5	635	26	—	—	32	6,0—7,5
Синкер CP-5B сухой, на опоре	76	70	56,25	1 420	26	—	915	32	6,0—7,5
Дрифтер CP-6	89	70	66,2	1 170	26	13	610	32	3,0—6,0
Синкер CP-6 мокрый, пруж. ручка	89	70	52,7	635	26	13	—	32	4,5—6,0

Шестиходовой винт *d* с этой гайкой составляет винтовую пару; на конце винта находятся четыре храповых собачки *e*, находящиеся в зацеплении с зубьями храпового кольца *f*, жестко закрепленного в корпусе головки *o* перфоратора. Направление нарезки винта *d* и расположенные собачки таково, что при рабочем ходе поршня *a* он вращения не имеет, винт же *d* вращается; при холостом (обратном) ходе поршня собачки *e* упрутся в зубья храпового кольца *f*, винт *d* вращения иметь не будет, и следовательно поршень будет иметь прямолинейное и вращательное движение. В некоторых конструкциях поршень вращается при рабочем ходе, а при холостом вращения не имеет. На конце поршня имеются профрезерованные дорожки, и соответствующие им выступы имеются у детали *g*, так что поршень по отношению к детали *g* может иметь только линейн. движение; относительного же вращения друг к другу эти две детали иметь не могут. Поэтому, когда поршень при своем холостом ходе будет вращаться, то будет иметь вращательное движение деталь *g* и связанные с ней внешняя втулка патрона *h* и нижняя часть патрона *i*, в к-рой закреплен инструмент *k*. Т. о. при рабочем ходе поршень наносит рабочему инструменту удар, при холостом ходе осуществляет его вращение. К рабочему концу бура под давлением подается воздух или вода, к-рая вы-

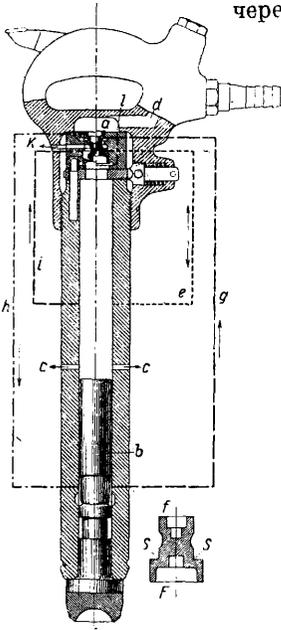


Фиг. 7.

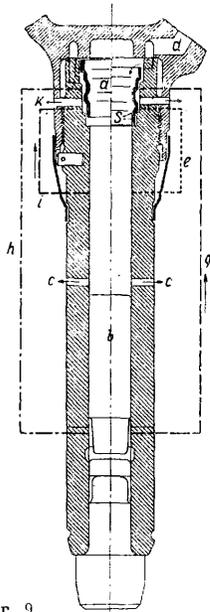
К л а п а н н ы е м о л о т к и с д л и н н ы м х о д о м. Молотки, предназначенные для расклепки заклепок, для трамбовок, выполняют с длинным ходом, т. к. эти молотки должны давать удары, значительно более сильные, чем молотки, предназначенные

для работы зубилом. Отличительным признаком клапанных молотков с коротким ходом является наличие одного из распределительных каналов (канал *m* на фиг. 3), который не должен открываться поршнем при крайних положениях последнего; поэтому в молотках с длинным ходом распределение д. б. так сконструировано, чтобы этого ограничения в расположении распределительных каналов не было, т. к. в противном случае большой ход требовал бы длинного поршня и цилиндра, вследствие чего инструмент был бы слишком тяжел. На фиг. 8 приведена

одна из конструкций клепального молотка. Поршень *b* имеет возвратно-прямолинейное движение и при каждом своем ходе открывает выпускной канал *c*; при рабочем ходе клапан *a* находится в своем верхнем положении (правая часть фиг. 8), и сжатый воздух из канала *d*, проходя через канал *l*, заполняет рабочий объем цилиндра над поршнем. Малая кольцевая поверхность *f* клапана постоянно находится под рабочим давлением; кольцевая поверхность *S* и большая торцевая поверхность *F* клапана находятся под действием переменного давления. Выпуск воздуха из-под поршня происходит как через канал *c*, так и через канал *g*, который



Фиг. 8.

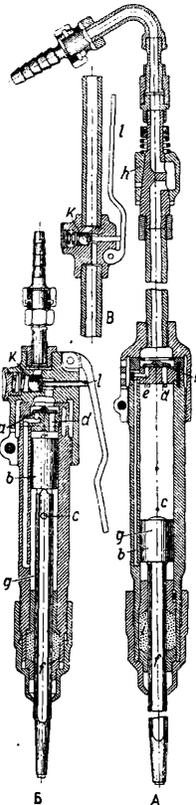


Фиг. 9.

сообщается с клапанной камерой и выпускное отверстие *k*-рого клапан открывает при нижнем своем положении. При движении поршня вниз он откроет канал *e*, и сжатый воздух из пространства над поршнем по каналу *e* поступает к кольцевой поверхности *S* клапана, так что на поверхности *f*, *F* и *S* будет действовать одинаковое давление и клапан будет находиться в состоянии равновесия. Когда поршень откроет канал *c*, давление под клапаном понизится, и клапан, переместившись, займет нижнее свое положение; давление воздуха, действующего на поверхность *S* клапана, также понизится, т. к. воздух будет выходить обратно по каналу *e*. В нижнем своем положении клапан открывает окно канала *h*, сжатый воздух начинает поступать в полость под поршнем, и последний будет подниматься вверх, совершая обратный (холостой) ход. Воздух под поршнем будет уходить наружу через канал *c*, а также через канал *i*, выточку клапана и через выпускное отверстие *k*. Когда поршень при своем движении вверх перекроет выпускные каналы *c* и *i*, давление над поршнем начнет повышаться, вследствие чего на клапан снизу будет действо-

вать сила давления большая, чем сверху, клапан переместится вверх, и цикл возобновится. Конструкция с видоизмененным клапаном, выполненным трубчатой формы, дана на фиг. 9. Т. к. трубчатый клапан помещен в головке цилиндра и отдельная клапанная коробка отсутствует, то вследствие этого молоток получается более коротким и следовательно по весу будет более легким. Все обозначения на фиг. 9 те же, что и на фиг. 8.

Клепальными пневматическими молотками можно расклепывать заклепки диаметром до 35 мм. Длину хода поршня выполняют до 250 мм, число ударов от 750 до 1 200 в мин. Применяют эти молотки гл. обр. при кораблестроении и производстве железн. конструкций; для клепки котлов предпочтительнее применять клепальные машины, действующие давлением. Пневматич. молотки с длинным ходом широко применяют также в качестве трамбовок и для ломки бетона. На фиг. 10 дано конструктивное выполнение трамбовки Флотман, имеющей длину хода поршня до 310 мм. Дисковый клапан *a* может качаться около оси, выполненной в форме цилиндрического штифта. При рабочем ходе поршень *b* идет книзу, и клапан, повер-



Фиг. 10.



Фиг. 11а.

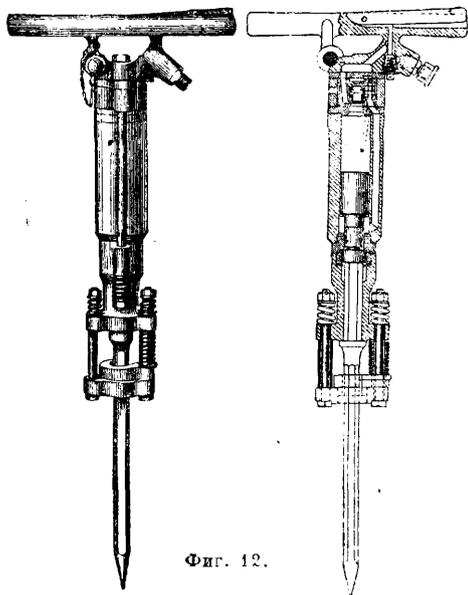


Фиг. 11б.

ся, вследствие чего клапан *a* под влиянием давления воздуха, поступающего к нему по каналу *g* из нижней полости цилиндра, повернувшись по ходу часовой стрелки, закроет выпускное окно *d* и откроет окно *e*, так что сжатый воздух будет поступать

кверху, открывает канал *d*, так что сжатый воздух наполняет полость цилиндра над поршнем; из-под поршня воздух выходит через выпускное окно *c*. Когда поршень перекроет окно *c*, давление воздуха под поршнем будет повышаться — образуется воздушный буфер; при положении поршня, представленного ниже (на фиг. 10, А), выпускное окно будет находиться над поршнем, давление над последним понизит-

в нижнюю полость цилиндра и будет перемещать поршень кверху. При движении поршня кверху он перекроет окно *c*, воздух над поршнем начнет сжиматься, и когда выпускное окно *c* будет находиться ниже поршня, клапан *a* закроет окно *e* и откроет впуск-



Фиг. 12.

ное окно *d*, так что цикл работы возобновится. Поршень выполнен за одно целое со штоком *f*, на конец которого насаживают различной формы наконечники для трамбования. Утечка воздуха предотвращается набивкой *i*. Впуск воздуха регулируется коническим поворотным краном *h*, или же шариковым клапаном *k*, при помощи рычага *l* (фиг. 10, В). На фиг. 10, Б дана конструкция аналогичной трамбовки, имеющей длину хода поршня, равную 95 мм. На фиг. 11а и 11б дан внешний вид этих трамбовок. Характеристика описанных трамбовок дана в табл. 2. На фиг. 12 дано изображение П. и. с длинным ходом поршня, для ломки бетона; конструкция этого молотка аналогична вышеописанным.

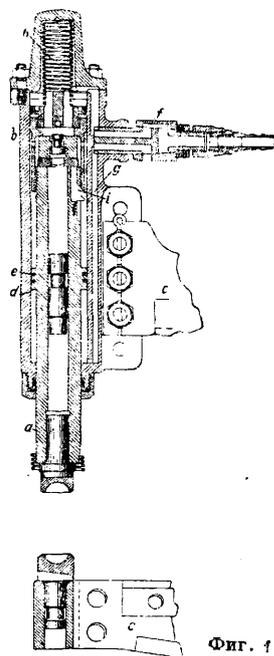
Табл. 2.—Характеристика трамбовок.

Т и п	∅ цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Общая длина, мм	Вес без поршня, кг	∅ шпалга, мм	Расход воздуха, м ³ /мин
HS-13	40	310	1 400	13,8	16	0,7
HS-10	34	260	1 200	10,6	13	0,55
HS-8	30	210	1 200	8,8	13	0,45
HS-6	25	150	1 200	6,0	10	0,30
HS-4	25	95	470	4,2	10	0,25

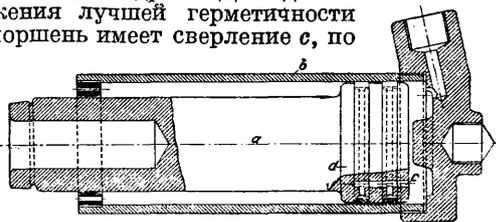
Ударная клепальная пневматическая машина, изображенная на фиг. 13, представляет сочетание из клепального молотка и пневматич. упорки, установленных на общей станине, имеющей форму дуги. Такие машины с успехом при-

меняют при постройке мостов, судов и других железных конструкций. Цилиндр *a* клепального молотка может перемещаться внутри другого цилиндра *b*, к-рый прикреплен к станине *c*. Для герметичности цилиндр *a* имеет буртик *d*, к-рый снабжен уплотняющими кольцами *e*. При начале работы кран *f* поворачивают в положение, при котором пространство в цилиндре *b* под буртиком *d* через канал *g* будет сообщаться с атмосферой, тогда силой пружины *h* молоток опустится книзу и сядет на заклепку; при дальнейшем поворачивании крана *f* сжатый воздух начнет поступать в цилиндр *b* со стороны пружины и еще сильнее прижмет молоток, после чего пускают клепальный молоток в работу. По изготовлении головки заклепки, поршень *a* ставят в верхнее положение, подводя сжатый воздух по каналу *g* под буртик *d*, установив в то же время сообщение верхней полости с атмосферой. В верхнем положении молоток удерживается зашелкой *i*. Для клепки котельных швов предпочтительнее пользоваться клепальной машиной, действующей давлением, а не ударом.

П. и., действующий давлением. Упорки. При производстве клепальных и многих других работ пользуются с удобством пневматическими упорками. Сила упорков осуществляется давлением воздуха, действующим на поршень *a* (фиг. 14), к-рый помещен в цилиндре *b*. Для достижения лучшей герметичности поршень имеет сверление *c*, по



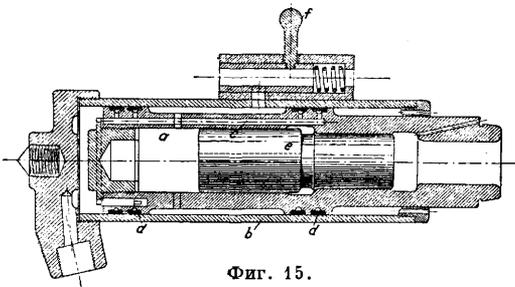
Фиг. 13.



Фиг. 14.

которому сжатый воздух поступает под поршневые кольца *d*, заставляя последние плотно прижиматься к стенке цилиндра. На фиг. 15 приведена конструкция упорки, снабженной бесклапанным пневматическим молотком. Поршень *a* упорки снабжен двумя рядами поршневых колец *d*; поршень *a* выполнен полым внутри и служит цилиндром клепального молотка, поршень *e* молотка м. б. вклю-

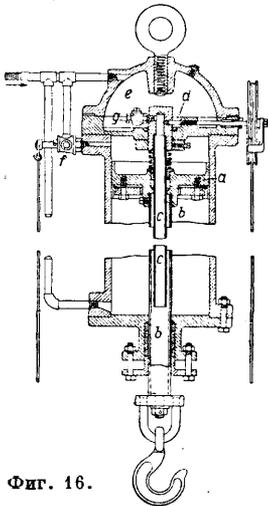
чен поворотом крана *f*. Применение упорки с указанным ударным приспособлением дает более совершенное выполнение закле-



Фиг. 15.

почного шва, так как обе головки заклепки под действием ударов будут расклепаны плотно.

Пневматические подъемники. К этой группе машин относятся всевозможные домкраты, небольшие подъемники и пневматич. краны. На фиг. 16 дана конструкция подъемного приспособления с двусторонним действием сжатого воздуха. Пространство под поршнем *a* все время находится под действи-

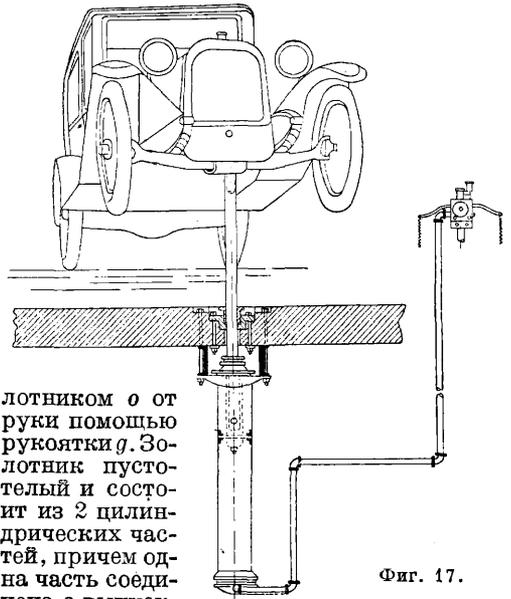


Фиг. 16.

ем сжатого воздуха, пространство над поршнем при подъеме груза сообщается помощью трехходового крана *f* с атмосферой, при опускании груза — с сжатым воздухом. Регулировка скорости м. б. осуществлена напр. при помощи жидкостного тормоза. Для этого поршень *a* снабжают пустотельным штоком *b*, в который входит трубка *c*, сообщаящаяся через обратный клапан *g* и вентиль *d* с камерой *e* в головке цилиндра. Головка цилиндра наполнена до некоторой высоты маслом, так что и полость поршневого штока также наполнена маслом. Камера *e* находится все время под давлением сжатого воздуха. Желательная скорость подъема устанавливается путем соответствующего открытия вентиля *d*, так что масло, перетекая в камеру *e*, будет в большей или меньшей степени затормаживаться, что влияет на скорость подъема. Подъемники этого типа строят грузоподъемностью до 2 т. Пневматические стационарные домкраты находят применение в ремонтных мастерских; примером может служить установка, изображенная на фиг. 17, для подъема за переднюю ось автомобиля для его осмотра или ремонта.

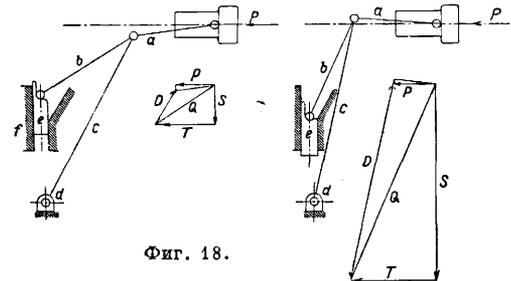
Клепальная машина, действующая давлением, применяется при изготовлении герметичных заклепочных швов листовых листов, а также при клепке паровых котлов. Так как давление

сжатого воздуха в сети обычно не превышает 6 atm, то для получения силы, необходимой для изготовления заклепочной головки, передают движение поршня машины не непосредственно обжимке *e*, а через рычажный механизм, схематически изображенный на фиг. 18 и в разрезе на фиг. 19. Шатун *a* поршня машины связан со звеном *b* обжимки *e* и со звеном *c*, к-рое может вращаться около точки *d*. Обжимка перемещается внутри цилиндра *f*, как по направляющей. При таком рычажном механизме, по мере опускания обжимки *e*, сила *S*, действующая на нее, будет возрастать, как это следует из силового многоугольника, где *P* — сила давления на поршень и *S* — сила, направленная вдоль обжимки, *D* — сила, действующая по оси звена *c*, *Q* — сила, действующая по оси звена *b*, *T* — сила реакции направляющей обжимки. Распределение производится крановым зо-



Фиг. 17.

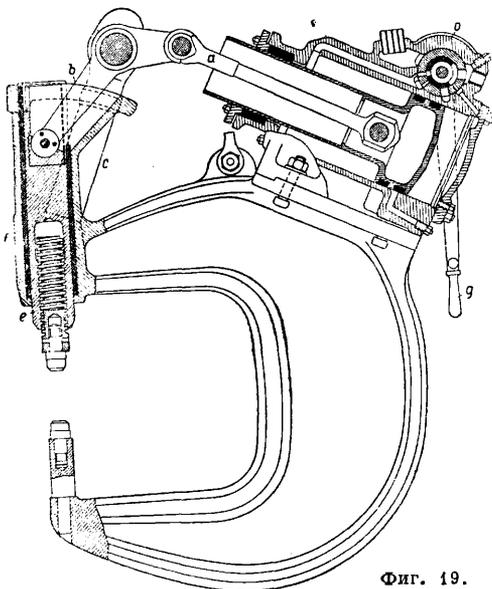
лотником *o* от руки помощью рукоятки *g*. Золотник пустотельный и состоит из 2 цилиндрических частей, причем одна часть соединена с выпускным, другая — с впускным каналом. Когда золотник находится в положении А (фиг. 20), сжатый воздух по каналам *h*, *i*, *k* будет



Фиг. 18.

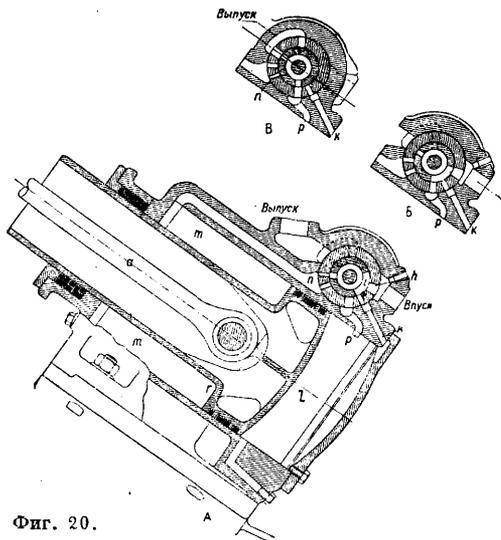
поступать в пространство *l* под поршнем, поршень будет перемещаться вперед, и обжимка *e* опустится на заклепку. Во время этого хода воздух, находящийся перед поршнем в пространстве *m*, через канал *n* поступает обратно в канал *i*, так что сила давления вдоль оси поршня будет равна разности

сил давления на площадь его дна и на его кольцевую площадь r . При повороте золотника по часовой стрелке до положения, изображенного на фиг. 20, Б, канал p также будет сообщаться со впускным каналом i ,



Фиг. 19.

в то же время пространство t будет по каналам, которые указаны на фигуре пунктиром, сообщаться с выпуском, так что на шатун a будет действовать сила полного поршневого давления, и в этот период работы будет изготовляться заклепочная головка. При повороте золотника в положение, изображенное на фиг. 20, В, канал p будет сооб-

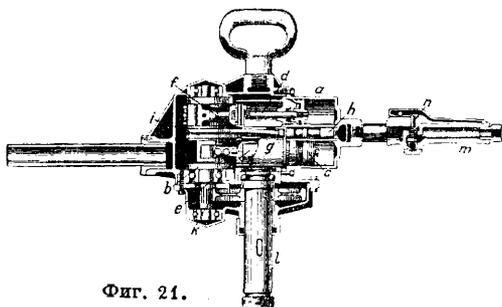


Фиг. 20.

щаться с выпуском, так что сжатый воздух из полости l будет выходить наружу; в то же время в полость t будет поступать сжатый воздух по каналам i и n ; поршень будет совершать обратный (холостой) ход, в конце которого перекроет канал p , благодаря чему образуется воздушный буфер. Заклепочные

машины этого типа строят с вылетом до 3 м и с давлением на заклепку до 100 т. Т. к. обжимка должна в продолжение нескольких секунд оставаться на готовой головке заклепки, то производительность таких машин в среднем равняется трем заклепкам в минуту.

П. и. с вращательным движением. К этой группе П. и. относятся машины, составной частью которых являются поршневые, коловратные или турбинные двигатели, сообщающие шпинделю вращательное движение. Поршневые кривошипные пневматич. машины строятся с двумя горизонтальными цилиндрами, расположенными в ряд в плоскости оси коленчатого вала; также находят применение двухцилиндровые двигатели с V-образным расположением цилиндров. В трехцилиндровых двигателях цилиндры располагают под углом в 60° друг к другу, а обычно поршни всех цилиндров соединены с одной, общей для всех цилиндров шатунной шейкой коленчатого вала; трехцилиндровые двигатели выполняются также с неподвижным коленчатым валом, с вращающимися около него цилиндрами. Четырехцилиндровые двигатели строят с одним и

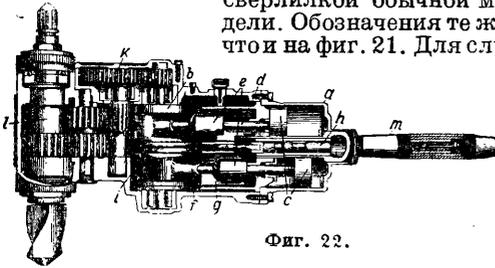


Фиг. 21.

двумя коленчатыми валами, с V-образно, попарно расположенными цилиндрами или с цилиндрами, попарно расположенными в ряд. Двигатели выполняют как простого, так и двойного действия.

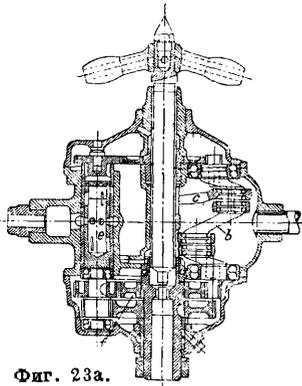
Машины с поршневыми двигателями. На фиг. 21 дана конструкция сверлилки с двухцилиндровым двигателем двойного действия; оба цилиндра a горизонтальны и поставлены в ряд. Коленчатый вал b монтирован на шариковых подшипниках, имеет два колена, расположенные под углом 90° друг к другу. Поршень c двигателя снабжен уплотняющими поршневыми кольцами, шток d поршня соединен с крестковом e , который в свою очередь шарнирно связан с шатуном f ; направляющие g крестковфа выполнены цилиндрич. формы. Распределение осуществляется цилиндрич. золотником h , приводимым в движение от эксцентрика i . Вращение коленчатого вала b передается шпинделю l помощью зубчатой передачи k . Подача сжатого воздуха к двигателю осуществляется через подающий патрубок m , служащий рукоятью, и через впускной клапан n , управление к-рым производится от руки. Число оборотов коленчатого вала ~ 2000 в мин., число оборотов шпинделя в зависимости от размера сверлилки—от 45 до 1700. На фиг. 22 при-

ведена конструкция угловой сверлильной пневматической машины, употребляемой для сверления отверстий, нарезания резьбы, развальцовки труб, в тесных и трудно доступных местах, в которых нельзя работать со сверлилкой обычной модели. Обозначения те же, что и на фиг. 21. Для слу-



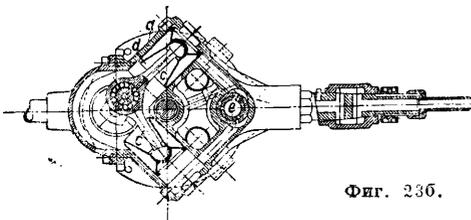
Фиг. 22.

чаяв массового высверливания отверстий или напр. для высверливания медных распорных болтов при ремонте паровозных котлов с успехом применяют пневматич. сверлилки описанной конструкции, но с двумя шпинделями, к-рые по желанию м. б. устанавливаемы на расстояние от 75 до 130 мм друг от друга; такой сверлилкой можно сразу высверливать два болта. На фиг. 23а и 23б дана конструкция четырёхцилиндровой сверлилки простого действия с



Фиг. 23а.

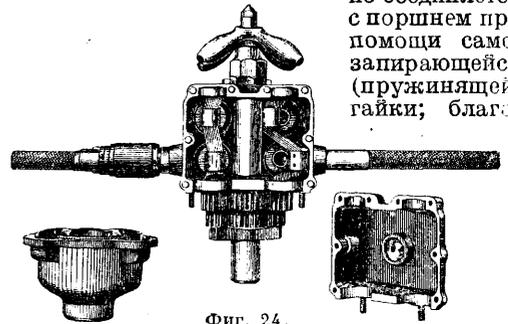
В-образным расположением цилиндров *a*. Коленчатый вал *b* имеет два колена, к-рые расположены под углом в 180°; с каждым из колен соединены два шатуна *c* на шариковых подшипниках. Крейскофф отсутствует, малая головка шатуна выполняется сферическ. формы и вставляется в соответствующее гнездо выштампованного из листовой стали поршня *d*, в котором она удерживается силой давления воздуха. Распределение осуществляется вращающимся золотником *e*, который связан при помощи шестеренчатой передачи *f* с коленчатым валом. Конструкция четырёхцилиндровых сверлилок простого действия с двумя коленчатыми валами и с вращающимся золотником показана на фиг. 24 и 25. Передача от коленчатых валов к шпинделю—планетарная. Поршни этой сверлилки выполняются из стали, термически обрабатываются и тщательно отшлифовываются, так что герметичность



Фиг. 23б.

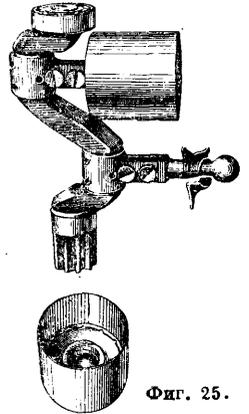
поршней достигается без применения поршневых колец. Малая головка шатуна выполняется шарообразной формы и шарнирно соединяется с поршнем при помощи самозапирающейся (пружинящей) гайки; благодаря шаровому соединению поршня с шатуном поршень при работе может свободно вращаться в цилиндре, благодаря чему предотвращается неравномерное изнашивание поршня. Примером трехцилиндровой машины может служить сверлилка, изображенная на фиг. 26; в этой сверлилке три качающихся цилиндра *a* двойного действия расположены под углом 120° друг к другу. Цапфы *b*, вокруг оси которых качаются цилиндры, выполняют функции золотников, причем каждая цапфа служит для своего цилиндра, основного золотника, для соседнего же цилиндра—расширительным золотником, как это схематически изображено на фиг. 27; канал с цапфы ведет к задней стороне поршня, канал *d*—к передней стороне. Наличие расширительного золотника дало возможность осуществить наполнение $\approx 45\%$, поэтому машины с расширительным золотником работают более экономично. Примером машины

с двумя четырёхцилиндровыми V-образными двигателями *a*, коленчатые валы *b* которых связаны между собою промежуточным валом *c*, может служить конструкция пневматической шлифовальной маши-



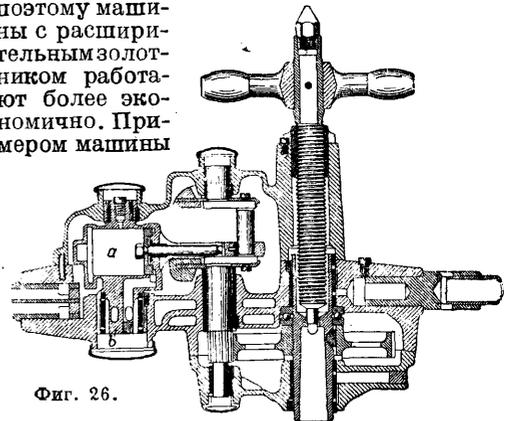
Фиг. 24.

на фиг. 27; канал с цапфы ведет к задней стороне поршня, канал *d*—к передней стороне. Наличие расширительного золотника дало возможность осуществить наполнение $\approx 45\%$, поэтому машины с расширительным золотником работают более экономично. Примером машины



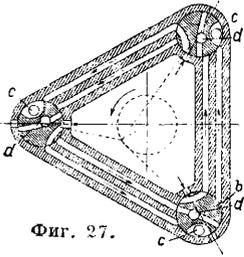
Фиг. 25.

с двумя четырёхцилиндровыми V-образными двигателями *a*, коленчатые валы *b* которых связаны между собою промежуточным валом *c*, может служить конструкция пневматической шлифовальной маши-



Фиг. 26.

ны, изображенной на фиг. 28. Двигатель простого действия, распределение от цилиндрич. золотника *d*, связанного с эксцентриком *e*, каждый из валов расположен на двух шариковых подшипниках. Поступление сжатого воздуха производится через впускной патрубок и впускной кран *f*, расположенный в одной из рукояток; ко второму мотору сжатый воздух подводится по воздухопроводу *g*; число оборотов до 3 000 в мин. Т. к. все эти машины работают с

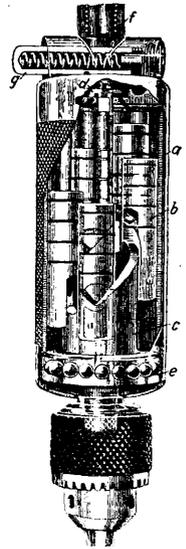


Фиг. 27.

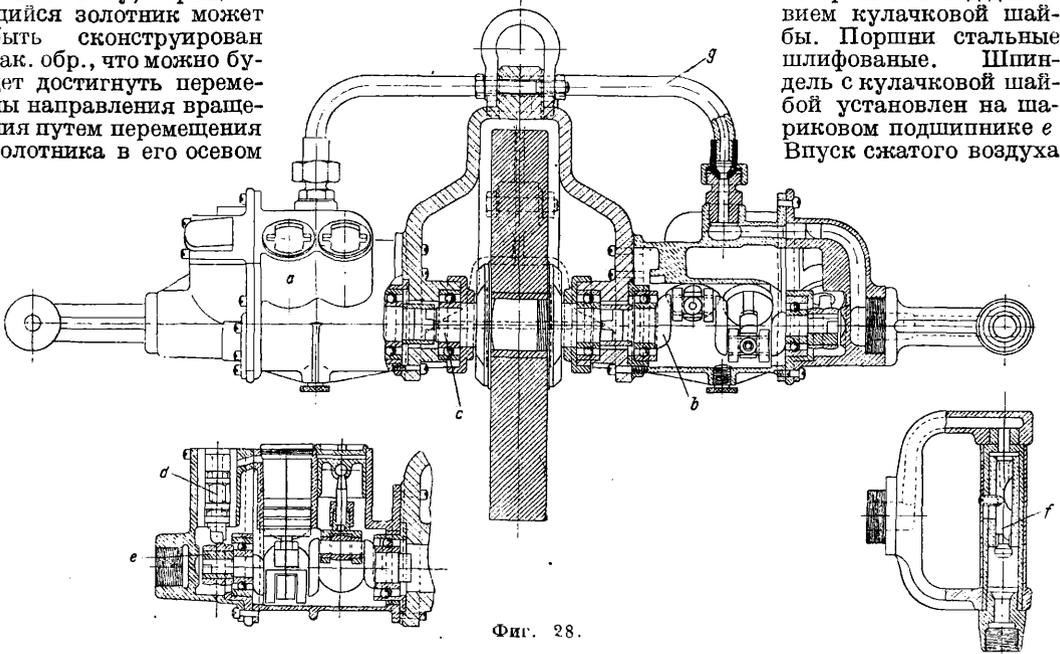
относительно большим числом оборотов коленчатого вала, то нужно считать необходимым их снабжение регуляторами скоростей, к-рые обычно действуют на дроссельную заслонку, сужая при увеличении числа оборотов двигателя проходное сечение впускного канала, что особенно важно при холостом ходе, когда рабочий инструмент (сверло, развертка) не встречает сопротивления. Перемены хода машины можно достигнуть различными способами; самым простым является замена впуска выпуском и наоборот, но это можно сделать только при простом золотнике; в нек-рых конструкциях изменяют направление вращения машины, изменяя специальным реверсивным приспособлением относительное положение эксцентрика на коленчатом валу; вращающийся золотник может быть сконструирован так, обр., что можно будет достигнуть перемены направления вращения путем перемещения золотника в его осевом

направлении. Число оборотов двигателей или шпинделя машины многих конструкций может быть по желанию изменено в зависимости от условий работы. Сверлильные пневматич. машины, как выше было указано, м. б. с успехом применяются и для дру-

гих разнообразных работ, напр. для развертывания отверстий, для нарезания резьбы, для развальцовки труб, для шлифовки и т. п. Для примера в табл. 3 (ст. 815—816) дается характеристика описанных выше сверлильных машин по данным германского завода Премаг. Примером пневматическ. сверлилки с поршневым двигателем без коленчатого вала может служить изображенная на фиг. 29 карликовая сверлильная машинка германской фирмы «IPEG». Пять цилиндров *a* расположены в корпусе сверлилки параллельно друг другу. В каждом цилиндре может перемещаться пустотелый поршень *b*, нижний край которого, выполненный специального очертания, опирается на стальную фасонную кулачковую шайбу *c*, составляющую одно целое со шпинделем машины. Вращающийся вместе со шпинделем золотник *d* подводит поочередно сжатый воздух в каждый из цилиндров. При движении поршня вниз последний, опираясь на поверхность кулачковой шайбы, заставляет последнюю вращаться; обратный (холостой) ход поршня совершается под действием кулачковой шайбы. Поршни стальные шлифованные. Шпиндель с кулачковой шайбой установлен на шариковом подшипнике *e*. Впуск сжатого воздуха



Фиг. 29.



Фиг. 28.

направлении. Число оборотов двигателей или шпинделя машины многих конструкций может быть по желанию изменено в зависимости от условий работы. Сверлильные пневматич. машины, как выше было указано, м. б. с успехом применяются и для дру-

гоисходит через патрубок *f* и управляется пусковой кнопкой *g*. Число оборотов регулируется и по желанию может изменяться в пределах от 50 до 2 500 об/мин. Завод строит три типа этих машин, характеристика которых приведена в следующей табл. 4.

Табл. 3.—Характеристика поршневых пневматических сверлильных машин.

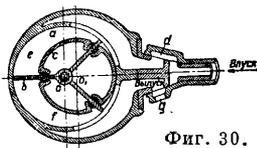
Мощность двигателя	4 HP				3 HP				2 HP					
Максим. \varnothing высверливаемого в стали отверстия, мм	50	50	75	—	32	50	50	50	23	32	32	32	32	32
Максим. \varnothing развертываемого отверстия, мм	38	38	75	—	26	32	32	50	42	16	25	25	26	26
Максим. \varnothing нарезанной резьбы, мм	38	38	75	140	26	32	32	50	42	16	25	25	26	26
Максим. \varnothing развальцовываемой котельной трубы, мм	—	75	120	200	—	—	50	65	50	—	—	32	32	32
Рабочее число оборотов шпинделя в мин. (вращение вправо)	180	145	45	23	300	200	160	50	75	335	270	220	75	130
Число оборотов шпинделя в мин. при холостом ходе (вращение влево)	—	160	60	28	—	—	200	70	100	—	—	270	85	145
Расход воздуха при полной нагрузке, м ³ /мин	2,0	2,2	2,4	2,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	0,9	—	1,0	1,2	1,1
Вес машины, кг	24,5	26	33,5	65	18,5	20,5	21,5	24,5	24	13	13	14,5	15	14,5
Высота машины, мм	405	405	460	570	380	405	405	435	435	310	325	325	360	350
Общая длина подачи, мм	95	95	95	—	105	105	105	105	105	90	90	90	90	90
\varnothing патрубка, подающего сжатый воздух, мм	16	16	16	19	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Мощность двигателя	1 HP				0,5 HP		
Максим. \varnothing высверливаемого в стали отверстия, мм	15	15	23	23	10	12	10
Максим. \varnothing развертываемого отверстия, мм	10	10	16	16	16	19	16
Максим. \varnothing нарезанной резьбы, мм	10	10	16	16	—	—	—
Максим. \varnothing развальцовываемой котельной трубы, мм	—	—	—	19	—	—	—
Рабочее число оборотов шпинделя в мин. (вращение вправо)	500	480	160	130	1 700	1 000	1 700
Число оборотов шпинделя в мин. при холостом ходе (вращение влево)	—	—	—	110	—	—	—
Расход воздуха при полной нагрузке, м ³ /мин	0,65	0,55	0,8	0,85	0,35	0,35	0,35
Вес машины, кг	6,9	8,4	9,7	9,9	5,3	5,3	5,3
Высота машины, мм	370	280	330	330	320	320	360
Общая длина подачи, мм	45	65	65	65	—	—	—
\varnothing патрубка, подающего сжатый воздух, мм	10	10	10	10	10	10	10

Табл. 4.—Характеристика карликовой сверлилки.

Тип	Назначение	Число оборотов в мин.	Расход воздуха, м ³ /мин	Общая длина, мм	Вес, кг
DP-4	Сверление отверстий \varnothing до 4 мм	50—2 500	0,015	170	0,825
DP-8	Сверление отверстий \varnothing до 4 мм; завинчивание шурупов	до 800	0,018	195	1,015
DP-100	Завинчивание шурупов	до 400	0,018	200	1,015

Машины с коловратными двигателями отличаются простотой конструкции и компактностью; число оборотов двигателя до 20 000 в минуту. Одной из первых была предложена конструкция Келлера, схематически изображенная на фиг. 30.



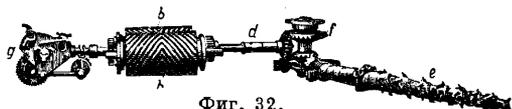
Фиг. 30.

Сущность конструкции следующая. В цилиндре *a* вокруг оси *o* могут вращаться лопасти *b*, в том же цилиндре *a* помещен экс-



Фиг. 31.

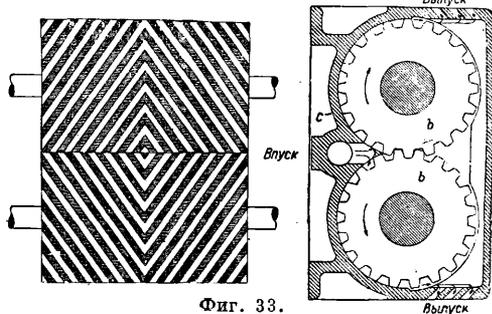
центрично к нему расположенный цилиндр *c*, могущий вращаться вокруг оси *o*₁; ло-



Фиг. 32.

пасти *b* проходят в прорези цилиндра *c*, так что при вращении лопастей *b* цилиндр *c* то-

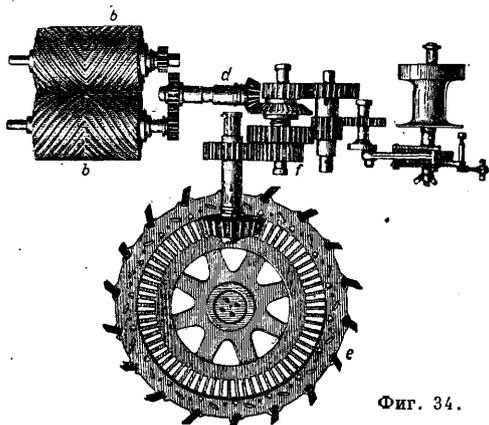
же будет вращаться. Когда сжатый воздух через выпускной край *d* поступит в полость *e*, лопасти начнут вращаться, в то же время отработавший воздух из полости *f* будет выходить наружу через окно *g*. Обратное движение легко достигнуть, переменяя впуск на выпуск, для чего необходимо повернуть край *d* на 180°. Построенная по этому принципу сверлильная машина «Middell Drill» для сверления отверстий до 5 мм в диаметре имела 2 000 оборотов шпинделя в мин. при 22 000 об/мин. коловратного двигателя. Коэф. полезного действия этих двигателей незначителен; поэтому более крупные машины этого типа не получили распространения из-за относительно большого расхода воздуха. Для крупных установок нашли применение конструкции коловратных машин, выполненных по типу шестеренчатых двигателей. Примером может служить изображенная на фиг. 31 штанговая врубовая машина (см. Врубовые машины), снабженная пневматическим коловратным



Фиг. 33.

двигателем. На фиг. 32 дано изображение всего механизма и двигателя этой же машины; двигатель *a* состоит из двух шесте-

ренчатых роторов *b*, сжатый воздух, входя в полость между зубьями ротора и корпусом *c* двигателя (фиг. 33), заставляет ротор вращаться; вращение роторов передается валу *d*, и через зубчатую передачу *f* вращение сообщается режущей штанге *e* и тяговому механизму *g*. С таким же роторным пневматическим двигателем выполняют врубные цепные машины, режущим орудием в к-рых служит бесконечная цепь, снабженная резами, и дисковые врубные машины с режущим диском *e* (фиг. 34, обозначения те же,



Фиг. 34.

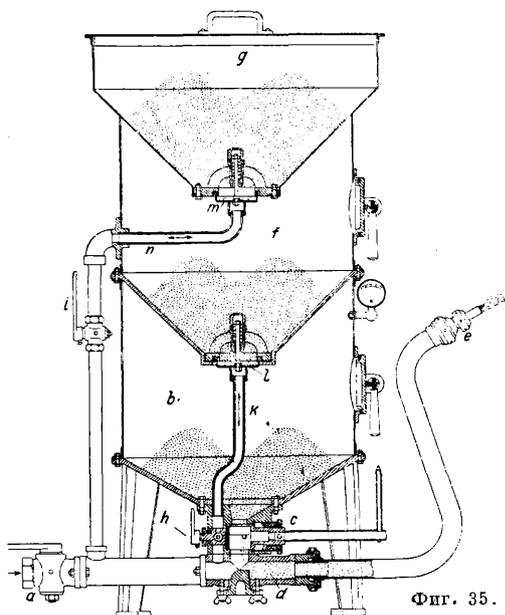
что и на фиг. 32). Характеристика пневматических врубных машин по данным завода Мейвор и Кульсон дана в табл. 5.

Табл. 5.—Характеристика пневматических врубных машин.

Данные	Т и п			Штанговая врубная машина		Цепная машина	Дисковая машина
	KN	KAN	BN	AXN	BXN		
Длина, мм	2 134	2 184	2 463	2 502	2 743	2 514	
Высота, мм	343	403	495	381	502	422	
Ширина, мм	762	774	774	775	844	1 066	
Вес, кг	1 315	1 880	2 550	2 180	3 070	2 590	
Мощность, HP	15	25	35	25	35	35	
Необходимое давление у впускного патрубна, атм.	3	3	3	3	3	3	
Расход воздуха при полной нагрузке, м ³ /мин.	8,5	11,3	17	11,3	17	17	

Пневматические струйные аппараты. В аппаратах этих используется энергия движущейся струи сжатого воздуха; к этому роду аппаратов нужно отнести всевозможные инжекционные сопла для горнов и небольших печей, пылесосы (см. *Пылеуловители*) и наконечники аппаратов, в которых к движущейся струе воздуха примешивают какие-либо твердые или жидкие тела, напр. песок (пескоструйные аппараты), жидкую краску для производства окраски путем распыливания, расплавленный металл для покрытия металлом по способу Шоопа (см. *Металлизация*). Широкое применение в технике имеют пескоструйные аппараты, применяемые для очистки отливок, для удаления с металлических деталей старой покраски, для очистки фасадов каменных домов и пр. Различают три типа этих приборов в зависимости от системы подачи песка: 1) подача под давлением, 2) подача засасыванием, когда струя воздуха, действуя как инжек-

тор, засасывает песок из резервуара, причем песок и сжатый воздух интенсивно перемешиваются в мундштуке; 3) подача песка силой тяжести, когда песок самотеком под-

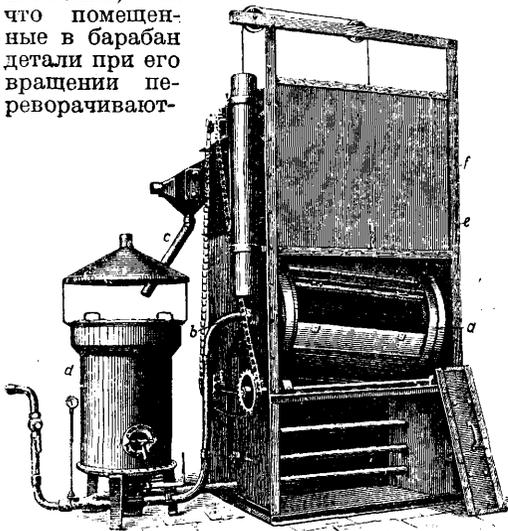


Фиг. 35.

ходит к струе воздуха, подхватывается этой струей и выбрасывается через мундштук. На фиг. 35 дана одна из конструкций пескоструйного аппарата, работающего под давлением. Сжатый воздух подводится к впускному крану *a*. Песок из камеры *b*, к-рая находится под давлением сжатого воздуха, выдавливается через пропускную задвижку *c* в смесительную камеру *d*, где он подхватывается движущейся струей воздуха и выбрасывается через мундштук *e*. Регулировка подачи песка осуществляется задвижкой *i*, имеющей короткий пропускной канал, благодаря чему предотвращает-

ся закупорка задвижки. Для того чтобы наполнение песком камеры не требовало остановки во время работы, строят пескоструйные аппараты многокамерной конструкции. В многокамерных пескоструйных аппаратах над нижней камерой *b* расположена вторая камера *f*, в к-рую песок поступает из верхнего резервуара *g*. Во время работы камера *b* находится все время под давлением воздуха, который поступает в камеру через кран *h* и трубу *k*. Когда клапан *l*, опускаясь вниз, открывается, то песок из промежуточной камеры *f* поступает в камеру *b*. Для того чтобы открыть клапан *l*, необходимо путем поворота трехходового крана *i* сообщить камеру *f* с трубопроводом сжатого воздуха; тогда под давлением сжатого воздуха и веса песка клапан *l* откроется и песок пересыплется в камеру *b*. После этого, повернув кран *i* в исходное положение, сообщают камеру *f* с атмосферным воздухом, клапан *l* закроется и будет плотно

прижат к своему седлу. Песок из резервуара *g* пересыпается в промежуточную камеру *f* под действием силы тяжести, как только резервуар *g* будет наполнен до определенной высоты и камера *f* будет сообщена с атмосферой. Т. к. концы труб *k* и *n* входят в соответствующие гнезда клапанных тарелок *l* и *m*, то клапаны закрываются раньше, чем сжатый воздух поступит в расположенные выше резервуары (*f* или *g*); поэтому предотвращена всякая возможность выбрасывания песка. Пескоструйные аппараты строятся одно- или двухкамерными. Однокамерные требуют остановки во время работы, как только использован весь песок, находящийся под давлением; двухкамерный аппарат дает возможность загружать его во время работы без необходимости останавливать работу. В некоторых конструкциях переключение производится автоматически. Резервуар *g* выполняется несколько большего диаметра для возможности получить большую площадь помещенного в нем сита, через которое просеивается песок. Для обдувки мелких изделий с успехом применяются вращающиеся барабаны с неподвижным соплом (фиг. 36). Вращающийся барабан *a* выполняется в виде косо усеченного цилиндра со многими отверстиями — наклонно, так что помещенные в барабан детали при его вращении перемещаются



Фиг. 36.

и перемещаются вдоль оси барабана, подвергаясь в то же время действию струи песка, поступающего в барабан через неподвижное сопло *b*. Песок, выброшенный через отверстия барабана, поднимается элеватором, очищается при помощи пылеочистителя и автоматически снова подводится по трубе *c* к пескоструйному аппарату *d*.

Вращающийся барабан заключен в кожух *e* с заслонкой *f*, благодаря чему рабочий полностью защищен от образующейся при работе пыли и от песка. Кроме барабанов находят применение пылеотруйные аппараты в сочетании с вращающимися или прямолинейно движущимися столами, для обработки как мелких, так и больших по длине предметов. Характеристика пескоструйных аппаратов по данным з-да Циммерман (Германия) приведена в табл. 6.

Табл. 6.—Характеристика пескоструйных аппаратов з-да Циммерман.

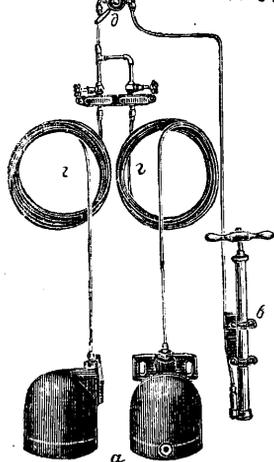
Пескоструйные аппараты для временной и непрерывной работы								
Диаметры, мм		Высота, мм	Число камер под давлением	Емкость, л	Число сопел		Расход силы, IP	
					∅ 10 мм	∅ 15 мм		
450 и 600		1 200	1	80	1	—	5	
650 и 800		1 400	1	180	2	—	10	
650 и 800		1 400	1	200	—	1	10	
450 и 600		1 500	2	100	1	—	5	
650 и 800		1 600	2	200	2	—	10	
650 и 800		1 600	2	220	—	1	10	

Вращающийся барабан						Вращающиеся столы		
Барабан		Число камер под давлением	Число сопел	Расход силы, IP	Отделочная производительность, кг/час	∅ стола, мм	Расход силы, IP	Отделочная производительность, кг/час
∅, мм	Длина, мм							
600	500	1	1	6	250	1 750	8	800
850	600	1	1	8	400	2 250	14	2 400
850	1 000	1	1	13	1 600	—	—	—

Лит.: Ильтис П., Пневматич. инструменты, пер. с нем., Л., 1926; Пневматические инструменты, СПБ, 1914; Гавриленко А. П., Механич. технология металлов, ч. 3, Обработка металлов давлением, 5 изд., М., 1926; Goedel E. E., Experimentelle u. theoretische Untersuchungen an Pressluft-hämmern, «Forschungsarbeiten auf dem Gebiete d. Ingenieurwesens», В., 1914, Н. 156/157; Ильтис П., Die Pressluftwerkzeuge, Lpz., 1921; Taschenbuch f. Pressluftbetrieb, 5 Aufl., Frankfurt, 1924; Pressluft u. ihre Anwendungen, «Der Betrieb», 1921, Н. 3. Б. Шпринг.

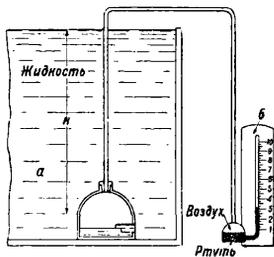
ПНЕВМЕРКАТОРЫ, пневмеркаторные указатели, пневматич. приборы для определения высоты уровня жидкости; действие П. основано на передаче при помощи сжатого воздуха давления жидкости специальному индикатору типа манометра. Применяются П. для различных жидкостей (воды, масла, нефти, керосина, бензина и т. п.), наполняющих цистерны, колодцы, ямы, бочки, судовые отсеки, секции пловучих доков, употребляются для измерения уровня воды в паровых котлах и естественных водоемах, для определения высоты прилива, паводка и пр. Используются на самолетах для измерения количества бензина в баках (т. н. бензиновые часы). Устройство состоит (фиг. 1) из приемника *a*, указателя *b*, воздушного насоса *e* и соединяющей их воздушной трубки *g*; для разобщения указателя от приемника служит регулирующийся кран *d*. Принцип действия устройства основан на уравновешивании давления столба жидкости высотой *H* (фиг. 2) в сосуде давлением воздуха в приемнике *a*, которое создается воздушным насосом и передается указателю *b*. Последний градуируется так, образом, чтобы показания его отсчитывались от какого-то

определенного уровня жидкости в приемнике, принимаемого за нулевой. Этот нулевой уровень образуется осью насадки в нижней части приемника, находящейся на рисунке под водой. Для приведения уровня жидкости в приемнике в нулевое положение служит тот же воздушный насос, которым накачивают воздух, пока давление последнего не понизит уровня жидкости в приемнике до нулевой линии, после чего излишек добавляемый воздух станет выходить через насадку, а показание указателя станет постоянным (фиг. 3). Очевидно, что указатель должен градуироваться таким образом, чтобы при уровне жидкости в сосуде, совпадающем с нулевой линией отсчета, он показывал высоту уровня жидкости от дна сосуда до нулевой линии приемника. Шкала указателя тарируется или в весовых единицах (m, kg) или в линейных (m вод. ст.). Последняя тарировка предпочитается, так как в этом случае прибор не



Фиг. 1.

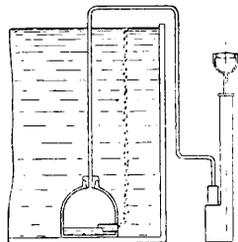
индивидуализируется по форме вместилища и м. б. используем для измерения различных объемов жидкостей независимо от формы сосуда. Для получения весовых данных при измерении столбов жидкостей легче или тяжелее воды необходимо пользоваться переходными таблицами, вычисленными с учетом удельн. веса и темп-ры данной жидкости. С другой стороны, тарирование шкалы указателя в весовых единицах сохраняет свою точность независимо от изменения уд. веса жидкости и темп-ры окружающего воздуха, т. е. указатель дает вес столба жидкости, т. е. произведение его высоты на плотность. Наконец указатель может тарироваться и в объемных единицах для определенной жидкости и определенного сосуда, объемы которого для различных уровней заранее вычислены. Если жидкость в сосуде находится под давлением, то свободный конец трубки указателя соединяется второй трубкой с верхней частью сосуда (фиг. 4).



Фиг. 2.

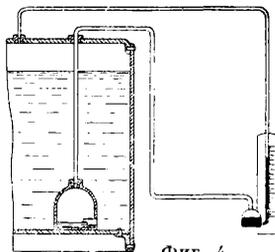
Приемник представляет собой замкнутый сосуд колоколообразной формы со сферич.

крышкой, отлитой вместе с корпусом; он укрепляется на дне вместилища жидкости и в своей нижней части имеет отверстие, в которое вставлена цилиндрическая насадка; ось последней является нулевой линией для отсчета. Для большей точности отсчета внутренняя нижняя часть насадки отрезана (фиг. 2, 3, 4). Приемник служит и для предохранения воздухопровода от засорения его грязью. Отношение объемов приемника и трубопровода на правильность отсчета и точность прибора не влияет. В бензиновых часах приемник

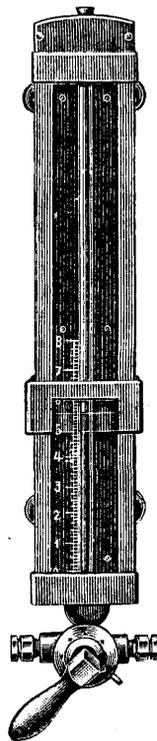


Фиг. 3.

состоит из широкой трубки, устанавливаемой в баке и снабженной круглыми отверстиями; внутри этой трубки проходит другая, более узкая, соединяющаяся с воздухопроводом. Указатели выполняются или в форме U-образной трубки с резервуаром, заполняемых ртутью (фиг. 5), или в виде манометра—простого или дифференциального—с круглой шкалой. Первый тип пригоден для больших вместилищ жидкости, обладает большей точностью, но второй тип портативнее и удобнее в обращении для сравнительно малых вместилищ или в переносных приборах. Указатели ртутного типа для большей точности отсчета снабжаются движком и нониусом. Один и тот же указатель может употребляться для измерения высоты уровня жидкости в нескольких сосудах, для чего он соединяется со всеми сосудами воздушными трубками, на к-рых устанавливают краны для сообщения с указателем всех сосудов по очереди. При различной форме сосудов или наполнении их разными жидкостями необходимо пользоваться переходными таблицами. Воздушный насос простейшего велосипедного типа обыкновенно устанавливается отдельно от указателя, если последний—



Фиг. 4.



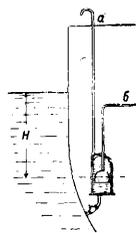
Фиг. 5.

ртутный, с манометрическим же указателем монтируется на одном корпусе (индивидуальный тип). Так как при герметическом воздухопроводе уровень ртути или поло-

жение стрелки указателя неизменно, если жидкость не расходуется, то падение уровня или же передвижение стрелки в системе не вполне герметичной может относиться и к выходу воздуха и к уменьшению количества жидкости. Поэтому желательнее для каждого отсчета производить заново приведение воздуха к нулевому уровню. Вследствие этого в бензиновых часах самолетов применяют насос несколько видоизмененной конструкции; объем его цилиндра несколько больше требуемого для достижения необходимого давления, и поэтому насос достаточно привести в действие (оттянуть) лишь 1 раз. По достижении жидкостью нулевого уровня и производстве отсчета поршень доходит до расширения в корпусе цилиндра и сильно ударяет в клапан, помещенный в крышке цилиндра; преодолевая действие закрывающей его пружины, клапан открывается, и воздух выходит из системы, устанавливая указатель на нуль, каждый раз после производства отсчета, что вынуждает для каждого отсчета заново накачивать воздух. Если расход воздуха на отсчеты достаточно велик, удобнее пользоваться выпуском его из резервуара сжатого воздуха, помещаемого вместо насоса. Сжатие воздуха в резервуаре достигается специально устанавливаемым для этой цели компрессором. Воздухопровод состоит из тонкой (диам. в 3 мм) воздушной трубки, соединяющей части устройства между собой, достаточно прочной и воздухонепроницаемой. В зависимости от назначения П. детали его могут изготовляться различно; так, указатель для уровня воды в паровых котлах, построенный специально для современных котлов высокого давления, несколько отличается от описанного. Т. к. показания указателя не зависят от его положения относительно приемника, то устройство можно монтировать самым разнообразным способом, вынося указатель на большое расстояние от приемника или располагая его на любой высоте от вместилища жидкости, без ущерба для правильности и точности отсчета. В виду герметичности проводки и всей системы П. являются совершенно безопасными для установки в бензинохранилищах. Надежность действия П. (показания с течением времени не меняются) обеспечивается в том случае, если система герметична. Но если даже и имеются небольшие утечки воздуха в каком-либо соединении устройства, то измерения все же возможны сейчас же после подкачивания воздуха насосом. Падение уровня указателя при неизменном количестве жидкости в хранилище укажет на наличие утечки. Для производства сигнала о появлении воды или достижении ею известного уровня с указателем соединяют световую или звуковую сигнализацию, состоящую из платинированных контактов, замыкающих ток от аккумуляторной батареи к электрич. сети, и самих сигнальных приборов. Для надежного действия сигнальных приборов необходима полная герметичность проводки.

Пользование П. понятно из предыдущего. Для отсчета насосом накачивают воздух, пока уровень жидкости в указателе или стрелки его не станут неподвижными, после чего

производят отсчет. Располагая приемник на дне реки или иного естественного водоема, можно определять положения уровня воды в особом помещении на берегу. Оборудование П. пловучего дока дает большие удобства в управлении его затоплением и подъемом. Для измерения осадки судна приемник располагается в особой камере (фиг. 6) или отсеке, имеющем сообщение с забортной водой. Такие камеры устраивают в носу и корме судна, располагая их т. о., чтобы нулевая линия отсчета приходилась ниже ватерлинии при наименьшей осадке. Шкалу указателя градуируют, учитывая положение нулевой линии от киля. Камера или цистерна имеет воздушную трубку а, выводимую на верхнюю палубу. Трубка б, идущая к указателю, во избежание попадания в последний воды при отсутствии давления в воздухопроводе, должна также выводиться выше уровня воды. Для сохранности приемник помещается внутри корпуса судна. Показания, сделанные на ходу судна, не будут точными, т. к. пневмеркатор не учитывает гидродинамического давления воды, имеющего место в этом случае.



Фиг. 6.

М. Зуб.

ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ, хлористый натрий, каменная соль, галит, минерал хим. состава NaCl (60,6% хлора и 39,4% натрия). Кристаллизуется она в виде кубов; кристаллич. решетка с ребром куба длиной 5,629 Å. Спайность по кубу совершенная; показатель преломления 1,54—1,55; излом раковистый, хрупка, тв. 2,5; уд. в. 2,1—2,6. Цвет белый, в зависимости от примесей серый, розовый, желтый, иногда голубой и зеленый; от лежания на свету или окисления органич. примесей окраска исчезает. Кристаллы П. с. бывают от совершенно прозрачных до молочно-матовых непрозрачных. Значительная растворимость в воде (26,3—29,6% при $t^{\circ} 0-140^{\circ}$), а также сильная ионизация соли обуславливают высокую электропроводность растворенной или расплавленной П. с., что и используется электрохимической промышленностью для производства едкого натра, водорода, металлич. натрия, чистой соляной к-ты и т. д. П. с. плавится при $t^{\circ} 772^{\circ}$, $t^{\circ}_{\text{кип.}} 1440^{\circ}$. Содержание натрия используется промышленностью как материал для изготовления соды, сульфата и т. д., а содержание хлора—белильной извести, соляной к-ты и т. д.

Основными типами месторождений П. с. являются: 1) пласты и штоки каменной соли, 2) солончаки (соры, такиры), 3) возгоны соли на кратерах вулканов и в трещинах лавовых потоков, 4) растворы в воде океанов, морей и озер (до 2,7% NaCl) и 5) растворы в соляных источниках и грунтовых водах. Залежи П. с. приурочены к различным геологич. системам, от древнейших пластов силурийского периода (например америк. месторождения) до новейших, но преимущественно встречаются в пермских отложениях (большинство известных месторождений—Стассфурт, Артемовск, Илецкая Защита). Каменная соль залегает пластами

в осадочных горных породах вместе с гипсом и ангидритом. Парагенетически она связана с глинами и гипсами. Соль является химич. морским осадком, образовавшимся при испарении морской воды. Многие соляные озера обязаны своим происхождением залежам каменной соли в глубине (т. наз. вторичные месторождения, например озеро Баскунчак и др.). Характерны месторождения соли по материкам: в Европе известны мощные пласты каменной соли: Стассфурт в Германии, Величка в Польше, Илецкая Защита на Урале, Артемовск на Украине. В странах же с жарким климатом—в Азии, Австралии, Африке и Ю. Америке—преобладают самосадочные озера, солончаки. В С. Америке встречаются и те и другие месторождения.

Месторождения соли в СССР. В Европейской части СССР известны четыре крупных соледобывающих района: Артемовско-Славянский, Астраханский, Крымский и Пермский. По сравнению с ними имеют второстепенное значение районы: Кавказский, Оренбургский, Уральский, Одесский, Таманский, Каспийский и др. Надо заметить, что несмотря на мощность нашего соляного хозяйства источники соли очень мало изучены и многие районы совсем не обследованы, хотя имеются многочисленные выходы соли. В сев.-восточном крае крупным соледобывающим районом является Соликамско-Чердынский (Пермский район); соль здесь залегают линзами, мощностью не менее 40—65 м; пока трудно определить точный запас этого месторождения, но во всяком случае здесь имеются сотни млрд. т соли. В Пермском районе в общем имеется 11 залежей с общей мощностью 38,4 м соли, которые обрабатываются выщелачиванием, как например в Усолье, Дедюхине, Березинске, Соликамске и Усть-Боровске. Значение Соликамского района еще больше возросло в виду открытия здесь *калийных солей* (см.), залежи к-рых сопряжены с каменной солью. Важное место по добыче соли в Союзе занимает Илецкое месторождение (Оренбургский район, на 70 км южнее г. Илецкой Защиты) в 3 км², где разрабатывается рудничным способом соляной шток мощностью в 150 м. Разведано ок. 528 млн. т запаса. В Астраханском районе выделяются три огромных месторождения—озера Эльтон и Баскунчак и гора Чапчачи (в 10 км от Волги и в 80 км к Ю.-В. от Баскунчака). Чапчачинское месторождение—редкое месторождение химически чистой (99,75% NaCl) соли, с минимальным запасом в 96 млн. т соли. Озеро Эльтон почти не обследовано; вероятный запас оценивается более 3 200 млн. т. В данное время оно почти не используется, т. к. главная добыча производится в соседнем озере Баскунчак. Здесь запас верхнего рабочего слоя равен почти 320 млн. т соли, с учетом пройденных слоев—1 560 млн. т. Кроме этих промышленных источников соли в Астраханском районе расположены еще южноастраханские озера и солончаки, насчитываемые тысячами; многие из них произошли от выщелачивания коренных месторождений каменной соли. В Уральской области соль встречается во многих уро-

чищах, но они еще слабо изучены. Имеется множество озер, являющихся источниками соли, которые делят на пять групп. Одно из самых больших, Индерское озеро, имеет нижним слоем каменную соль неизвестной мощности. Запас определяется ок. 428 млн. т. Общий запас соли уральских озер определен в 560 млн. т.

На Сев. Кавказе больших месторождений соли неизвестно; есть только месторождение около Владикавказа, в Соляной балке на р. Ассе, в Дагестане. Кроме того имеются соляные источники в б. Терской обл. (возле с. Дагтых); в Дагестанской АССР озера с самосадочной солью питаются водой Каспийского моря. В б. Кубанской обл. известны самосадочные озера, тяготеющие к Азовскому и Черному морям—озера таманской и маньчской групп.

В Крыму по берегам Черного и Азовского морей и по побережью Сиваха разбросаны многочисленные соляные озера и лиманы. Из них наибольшее значение имеют евпаторийская и перекопская группы озер. Здесь расположены промыслы, дающие хорошую экспортную соль.

В Украинской ССР одним из крупнейших соледобывающих районов является б. Артемовский округ. В Славянско-Артемовской котловине соль залегают несколькими пластами среди пермских отложений, мощностью свыше 200 м. По добыче это один из крупнейших районов Союза. Запасы соли практически неисчислимы. Усиленная добыча соли производится в быв. Харьковском и Днепропетровском округах; близ Славянска имеются соляные источники; в причерноморских низменностях встречается много соляных болот, озер и лиманов (Куяльницкий лиман). В Закавказьи месторождения соли имеются в районе Нахичеванской АССР с запасом 48 млн. т и ряде других мест.

Менее богата солью Азиатская часть Союза; в Сибирь благодаря близкому соседству с областями, богатыми солью, как Уральская, Оренбургская, Акмолинская, находится в лучших условиях, чем средняя и Восточная Сибирь, живущие импорт соли через Владивосток и из Павлодарского района. В б. Иркутском округе эксплуатируется Усольское месторождение каменной соли, с вероятным запасом в 140 млн. т. Наименее снабженными солью являются быв. области Енисейская, Иркутская, Забайкальская, Амурская и Приморская. Енисейская и Иркутская области имеют много самосадочных озер и соляных ключей, которыми снабжаются солеварные заводы. Замечательное месторождение чистой каменной соли и ряд соляных ключей имеются в Якутской АССР. В 100 км от впадения р. Кемпендзя в Вилюй находится утес—обнажение каменной соли сплошного штока; соль замечательно чистая—99,51% NaCl. По течению р. Кундяя, в 40 км от Кысыл-Туса, имеются выходы каменной соли того же качества.

Таджикистан (б. Бухара) богат хорошей каменной солью; здесь известны месторождения: Кугистанское с вероятным запасом 24 000 т (т. н. каширская соль); Альчуйское, составляющее продолжение предь-

идущего, с значительным еще неопределенным запасом; Ходжа-Мумынское—также с большим запасом, Лялимканское и Ходжа-Сартисское, где добывается очень чистая соль, и многие другие. В районе Самарканда известны два месторождения соли—Самгарское (25 км от Ходжента) и Бардымкульское (недалеко от селения Самгар) с запасом свыше 3 200 000 т. В Казахстане имеется большое количество соляных озер и солончаков, очень мало обследованных и изученных. Приблизительный подсчет (по Веберу) запасов соли по б. Туркестану 541 млн. т,

имеются месторождения Ходжа-и-Кан и около станции Узун-су с разведанным запасом в 3 751 000 т. На берегу Каспийского моря лежит крупное соляное озеро Куули.

Ниже приведены размеры ввоза и вывоза соли в СССР (в т):

	1913	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
Ввоз	72 865	163	4 113	399	1 617
Вывоз	11 494	9 855	20 296	26 330	29 488

Добыча поваренной соли по отдельным районам СССР в т приведена в табл. 1.

Табл. 1.—Добыча поваренной соли в СССР.

Районы	Род соли	1913 г.	1922/23 г.	1923/24 г.	1924/25 г.	1925/26 г.	1926/27 г.	1927/28 г.
РСФСР								
Северный район	Выварочная	3 025	5 741	5 560	3 840	2 827	2 047	—
Приволжский район	Самосадочная	499 960	344 296	321 905	305 808	395 540	493 199	—
Уральская обл.	Выварочная	355 252	112 996	132 815	175 657	216 559	212 122	—
Оренбургский район	Рассол в переводе на соль	46 501	21 658	33 128	44 930	51 457	45 150	—
	Каменная	42 501	23 362	47 399	72 953	62 200	82 492	—
Северо-Кавказск. край	Самосадочная	428	4 920	730	1 612	1 292	1 625	—
	Самосадочная	248 896	132 451	176 790	37 900	122 396	242 448	—
Крымская АССР	Каменная	487 974	171 119	208 193	454 745	488 669	620 171	—
	Самосадочная	77 648	92 023	77 408	32 255	51 665	116 107	—
УССР								
УССР	Выварочная	151 100	54 654	71 109	95 081	85 912	102 047	—
	Рассол в переводе на соль	232 769	100 481	121 303	118 360	176 058	237 118	—
ЗСФСР								
Азербайджанская ССР	Каменная	5 731	8 198	19 623	29 280	18 150	37 525	—
	Самосадочная	4 636	25 555	19 210	-5 203	12 992	24 085	—
Азиатская часть СССР								
Сибирский край	Самосадочная	4 914	21 704	21 564	45 666	30 207	10 544	—
	Выварочная	18 867	12 807	17 006	23 813	24 833	24 855	—
Бурят-Монгольск. АССР	Выварочная	—	246	418	1 877	—	—	—
Якутская АССР	Самосадочная	280	851	851	788	788	800	—
Дальневосточный край	Выварочная	1 032	—	48	177	60	83	—
Каванская АССР	Самосадочная	—	41 287	30 055	93 368	61 405	115 571	—
Киргизская АССР	Каменная	39 717	—	—	—	—	294	—
Узбекская ССР	Каменная	—	—	—	—	—	3 185	—
	Самосадочная	5 912	8 190	9 184	13 526	18 015	15 246	—
Туркменская ССР	Самосадочная	11 452	5 733	14 803	47 955	31 578	39 252	—
Итого	Каменная	543 461	202 679	275 215	556 978	569 019	743 667	—
	Самосадочная	886 543	647 010	672 500	584 081	725 878	1 058 877	—
	Выварочная	528 721	186 444	226 956	300 445	330 191	341 184	—
	Рассол в переводе на соль	279 270	122 139	154 431	163 290	227 515	282 268	—
Всего	Поваренная соль	2 237 995	1 188 272	1 329 102	1 604 794	1 852 603	2 425 966	2 323 390

в том числе каменной соли 22 млн. т. Наибольшее количество находится в озерах Даксы-Клыч, Арысь и Туз-Кан (504 млн. т). В Киргизской АССР в Нарынском кантоне в долине р. Кочкары находится Кочкарское месторождение каменной соли. В Узбекской ССР известно Гузарское месторождение каменной соли. В Туркменской ССР среди многочисленных месторождений в виде соляных озер, солончаков известны залежи каменной соли. Наибольшее промышленное значение имеют месторождения: 1) Огузбулакское, в б.в. Керкиском округе (в 25 км от Келифа)—соль розовая, очень чистая и хорошего вкуса, 2) Узундукское (в 28 км сев.-восточнее Карлюка)—соль розовая и белая. Кроме того

Цены. Отпускные цены на соль в 1926/27 г. были значительно снижены, что было вызвано снятием акциза на соль, а также уменьшением синдикатской накладки почти на 50% (см. табл. 2).

Табл. 2.—Ценообразование соли.

Сорт соли и место назначения	Отпускная цена			Тариф и фрахт			Продажная цена			Отношение тарифа и фрахта к продажной цене (в %)
	руб.	коп.	%	руб.	коп.	%	руб.	коп.	%	
Артемовск. соль	6	30	100	16	38	260	33	32	529	49
Франко-Киев	5	95	100	10	28	173	26	87	452	38
Баскунчакская франко-Ценза	11	60	100	11	17	96	43	41	374	26
Пермская франко-Вологда										

С 1 апреля 1927 года Наркомвнуторгом установлены следующие цены на соль за т франко-вагон станции отправления:

Каменная соль	вместо	22 р.	28 к.	.....	7 р.	52 к.
Выварочная	»	25	»	94	»	14
Самосадочная	»	20	»	77	»	6
						42

Месторождения соли в других странах. В Германии очень мощные залежи находятся в Рейнской провинции, в Саксонии, Тюрингии, Оснабрюке и др.; главная добыча сосредоточена в Пруссии; разработка каменной соли идет наравне с разработкой калийных солей. В Швейцарии каменная соль добывается в трех кантонах: Waadt, Basel-Land, Aargau. В немецкой Австрии разрабатываются месторождения в Тироле, в Зальцбурге, в Ингле, в Штирии и в других местах. В Чехо-Словакии соль добывается на руднике Akna Szlatina. В Венгрии имеется много соляных озер. В Польше главное месторождение залегает в среднем миоцене у г. Велички, затем в Познани; соляные источники находятся в Цехоцинке. В Румынии наиболее известны рудники Doftana и Slanic (в районе Праговы). Запасы штока Oncle Mari исчисляются в 330 млн. т; в Targu-Osna—в 264 млн. т. В Югославии известны залежи каменной соли близ Konjica и Dolnji-Vakuf. В Албании выходы каменной соли встречаются в Slansko (близ Крушево); главная выработка соли производится из морской воды (Дураццо, Кавайя, Валлона и др.). В Греции встречается третичная каменная соль; известны теплые соляные источники (Фессалия, о-в Милос). В Италии залежи каменной соли имеются в Калабрии, Тоскане, Сицилии; на Везувии собирается возгонная соль; в солевых на Адриатическом море перерабатывается морская вода. В Испании наиболее значительные залежи каменной соли известны в Кардоне, Сарагоссе, Гвадальяре; главная добыча из морской воды сосредоточена в Аликанте, Валенсии и др. Во Франции наибольшее значение имеют Эльзасские и Лотарингские месторождения каменной соли, богатые калием; на о. Корсике перерабатывается морская вода. В Англии каменная соль добывается в настоящее время на рудниках в Cheshire, Lancastershire и Antgim; известно месторождение Shropshire Salt Field, запасы которого исчисляются в 15 млрд. т. В Турции встречаются месторождения каменной соли в Армении, в Курдистане (Saghir-Saya) на восточном берегу Красного моря добывают морскую соль. В Персии особенно известны месторождения горы Kuh-i-Namak с запасом ок. 50 млн. т и у Намакана—ок. 25 млн. т. В Индии значительные залежи имеются у Гималайских гор, в провинции Пенджаб, Непал и др. В Китае, Индии-Китае, Японии каменная соль не добывается и месторождения ее почти неизвестны. Добывается лишь морская и озерная соль.

Австралия обладает огромными соляными ресурсами в виде соляных озер; месторождения каменной соли неизвестны. В Африке известно месторождение Sebcha Idjil и значительная залежь около Taudeni (между Марокко и Тимбукту), а также Constantine и Ogan (Алжир); кроме того встречается множество соляных озер, источников и солончаков. В США большие месторождения каменной соли имеются в штатах: Нью-Йорк, Пенсильвания, Виргиния, Мичиган,

Огайо, Канзас (Lyons, Kanopolis и Kingman), Техас, Кентукки, Аризона, Юта (Большое Солёное озеро с запасом в 4 млрд. т), Калифорния, Луизиана. В Мексике, в Кордильерах известны соляные ключи и залежи соли, но добывается преимущественно морская соль. В Британской Канаде известна значительная соляная залежь в штате Онтарио. В Колумбии известна каменная соль в Кордильерах (Zirapaira, Nemocón, Sesquile, Upin и др.). Аргентина обладает грандиозными соляными богатствами. Кордильеры считаются самыми соленосными горами в мире по утверждению Buschman'a. Соляные богатства Андов еще совсем не изучены. В Чили каменная соль добывается только в Кордильерах в провинции Таспара-Агиса. Залежи П. с. вместе с селитрой известны в Атакама. В Перу известно много залежей каменной соли, которая часто выступает в виде утесов (Moyobana, Uchiza).

Мировая добыча, ввоз и вывоз соли по странам указаны в табл. 3—5 (ст. 831—832).

Применение. Наиболее известное применение соли—это приправа к кушаньям. Надо отметить, что для этой цели употребляется гл. обр. выварочная соль. Мелко измолотая каменная соль благодаря своей малой гигроскопичности также является превосходной столовой солью. В странах с низким культурным уровнем соль применяется в своем первобытном виде, как ее находят в природе, не подвергая ее очищению и размолу. Соль применяется также в пищу для животных; на пищевые потребности расходуется ок. 60% мировой добычи соли. Соль издавна служила средством, предохраняющим от гниения не только пищевые продукты, но и кожу, дерево и т. д. В химической промышленности соль является исходным материалом при производстве соды, соляной кислоты, сульфата натрия, едкого натра, белильной извести и разных соединений хлора. Применяется соль еще и в металлургии при обжиге руд (гл. обр. в Мексике, Перу, Боливии, Чили, Аргентине, Японии). Кроме того П. с. находит применение в мыловаренном деле, при очистке жиров и масел, для очистки лаолина, в красильном производстве, а также на табачных, бумажных, целлюлозных, ситценабивных и सूточных фабриках. Большую роль играет соль и в керамическом производстве (глазурь), в холодильном деле, в лечебно-медицинском (купанье, ингаляция, инъекция, прием внутрь и т. д.).

Лит.: Ильинский В. Н., Соль, «НИ», т. 3, Л., 1927 (имеется литература); Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и сельском хозяйстве, 2 издание, Ленинград, 1927; Дымский Г. А., Соль поваренная, «Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г.», Ленинград, 1928 (имеется литература).

Н. Федоровский.

Добыча П. с. Способы добычи П. с. в зависимости от характера месторождений ее можно разделить на два вида—добыча каменной соли и добыча соли из растворов ее; последний вид распадается на три группы: добыча из соляных озер, из соляных источников и из морской воды.

Добыча каменной соли. При неглубоком залегании каменной соли или даже при выходе ее на поверхность земли

Табл. 3.—Мировая добыча соли (в т).

Страны	1913 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.	1928 г.
Европа							
СССР	2 237 995	1 188 272	1 329 102	1 604 794	1 852 603	2 425 966	2 323 300
Великобритания	2 285 221	1 917 166	2 078 596	1 947 336	1 744 011	2 068 053	—
Франция	1 281 973	1 525 863	1 526 230	1 600 725	1 442 000	1 348 728	1 596 920
Германия	2 067 790	1 930 518	2 004 300	2 223 470	2 476 445	—	—
Испания	610 429	715 626	968 306	860 141	1 087 269	979 211	—
Италия	809 568	768 492	807 153	915 459	766 040	—	—
Австрия	375 000	50 400	66 300	130 751	76 768	—	—
Чехо-Словакия	—	134 042	124 738	128 022	98 105	—	—
Польша	199 000	363 205	646 268	426 073	457 771	539 211	—
Румыния	335 000	306 526	302 676	330 263	343 965	—	—
Прочие страны	92 815	200 821	240 528	193 306	193 765	—	—
Итого	10 294 796	9 100 931	10 094 197	10 360 340	10 548 742	свед. не полн.	—
Америка							
Канада	91 457	187 773	190 425	212 056	238 179	243 735	271 652
США	4 369 000	6 468 840	6 171 650	6 710 865	6 687 404	—	54 062 071
Прочие страны	88 991	191 764	139 720	580 943	384 823	—	—
Итого	4 549 448	6 848 377	6 501 795	7 303 862	7 310 406	—	54 333 723
Африка							
Тунис	—	73 156	119 087	138 718	140 000	—	—
Египет	—	157 242	209 900	210 978	180 190	—	—
Прочие страны	26 969	110 586	36 165	137 966	153 251	—	—
Итого	26 969	340 984	365 162	487 662	473 441	—	—
Азия							
Индия	1 496 760	1 848 393	1 659 749	1 315 927	1 665 046	1 637 811	—
Аден	—	171 999	182 058				
Голл. Ост-Индия	221 000	124 025	132 000	132 000	132 000	—	—
Китай	1 800 000	2 000 000	2 000 000	2 156 550	2 180 000	—	—
Япония	640 006	757 439	773 110	775 000	775 000	—	—
Прочие страны	113 400	282 630	216 931	345 343	372 635	—	—
Итого	4 271 166	5 184 476	4 963 847	4 724 820	5 104 681	—	—
Австралия	66 083	51 093	63 693	128 277	141 333	—	—
Всего	19 208 462	21 525 861	21 988 694	23 004 961	23 578 603	—	—

Табл. 4.—Ввоз соли по странам (в т).

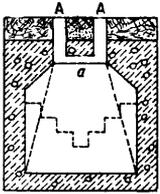
Страны	1913 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.
СССР	72 865	11	163	4 113	399	1 617
Великобритания	—	78 598	114 389	114 034	109 227	112 817
Франция	32 966	56 908	62 459	43 506	56 678	64 959
Бельгия	—	271 066	243 332	264 591	280 496	—
Германия	21 422	196	315	545	9 406	9 921
Голландия	—	95 298	107 713	103 572	113 065	—
Норвегия	214 987	194 710	220 803	188 100	155 697	213 139
Швеция	24 927	122 299	132 928	123 261	120 200	—
Финляндия	—	70 312	66 637	71 857	—	—
Австрия	110 923	8 153	5 778	7 720	9 409	—
Чехо-Словакия	—	136 273	153 074	94 393	—	—
Канада	100 494	179 580	154 767	163 111	171 837	160 355
США	136 609	89 305	90 366	77 826	50 770	—
Индия	—	516 905	627 579	569 131	524 075	647 929
Япония	—	152 594	201 448	156 654	192 942	—

Табл. 5.—Вывоз соли по странам (в т).

Страны	1913 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.
СССР	11 494	576	9 855	20 296	26 330	29 488
Великобритания	542 157	345 736	362 723	354 700	300 490	362 274
Франция	—	183 904	171 520	175 967	213 916	190 413
Германия	432 387	746 306	730 690	717 187	797 609	847 459
Португалия	—	106 280	90 804	105 000	—	—
Испания	564 041	465 377	580 458	560 439	493 167	—
Италия	161 118	114 082	156 100	130 508	96 199	—
Румыния	—	70 481	33 162	44 119	—	—
Польша	—	13 711	22 220	13 205	21 002	25 000
Канада	1 648	854	776	1 118	1 056	1 039
США	63 765	113 877	131 491	140 685	144 159	—
Тунис	—	40 796	119 097	138 718	—	—
Египет	—	157 242	209 900	210 978	180 190	—
Китай	230 893	238 525	274 776	263 009	199 914	—
Аден	—	194 183	208 223	204 000	—	—

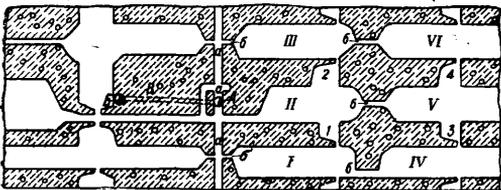
разработка месторождения может вестись открытыми работами. Таким способом штоки каменной соли разрабатывались раньше, например в Чапчачах и Илеке (Казахстан). Открытые разработки каменной соли — наиболее простой способ, но в то же время и наименее рациональный, т. к. разнос заливается водами от дождя, снега и почвенными, которые размывают соль, а от пыли последняя загрязняется. Поэтому эти способы добычи применяются в очень редких случаях кустарным способом. Разработка соляных штоков производится обыкновенно подземными камерами. Для образования камеры при небольшой глубине залегания штока и небольших его размерах проводят 1 или 2 шахты А (фиг. 1), которые, войдя в массу полезного ископаемого, соединяются пророботкой а. От этой пророботки начинается выемка во все стороны при одновременном ее углублении почвоуступно (пунктир). Т. обр. получается камера той или иной формы. При более глубоком залегании, в особенности если при прохожде-

нии шахт приходится пересекать сильно водоносные пласты, выемка штока каменной соли (напр. возле г. Артемовска на Украине) ведется след. обр. На расстоянии 30—50 м друг от друга закладываются 2 шахты: подъемная *A* (фиг. 2, в плане), оканчивающаяся



Фиг. 1.

на нек-рой глубине в штоке соли, и водоотливная *B* (она же вентиляционная и путевая), не доходящая до штока, и соединяющаяся с шахтой особой проработкой—гезенком *B*. Обе шахты на горизонте притока воды закреплены водонепроницаемой крепью. От подъемной шахты по соли пробивается горизонтальная проработка *a*, от которой по обе стороны закладываются выемочные камеры, длиной 25—30 м и шириной 12—20 м. Между камерами остаются столбы (целики) шириной, равной ширине камеры. Пробивка камер начинается сперва узкими ходами *б*, постепенно расширяющимися до требуемых размеров (камеры *I, II, III* и т. д.); затем выбирается слой высотой в 2—3 м, длиной и шириной соответствующий размерам камеры; после этого проводятся снова узкие ходы, которые тоже расширяются в камеры *IV, V, VI* и т. д. Для вентиляции работ проводятся поперечные выработки *1, 2, 3, 4* и т. д. — сначала узким ходом, который затем расширяется. Суженные части служат для установки вентиляционных дверей и перемычек. Подработка потолочной толщи в камерах начинается, когда из забоя их устроен другой выход, напр. в камере *I* можно начать подработку потолка от пункта *б*, лишь только пройдена поперечная выработка *1*, в камере *IV*, пока последняя не собьется ходком *3* с камерой *V*, и т. д. Камеры не крепят и для устойчивости им придают сводообразную форму. Выемка соли производится с кучи подорванной соли, на к-рой размещаются рабочие для бурения и заряжения шпуров

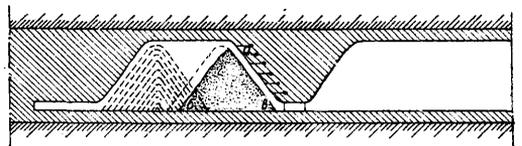


Фиг. 2.

a (фиг. 3). Уборка соли производится из кучи в пункте *б* по мере продвигания забоя вперед; от забоя же соль убирается в пункте *в* и в количестве, соответствующем приращению объема разрыхленной соли. Оторванные большие глыбы соли разбиваются на меньшие куски или комья (к о м о в а я соль); соль погружается в вагончики, которые по рельсам откатывают к шахте и в клетях поднимают на поверхность. Чтобы предотвратить от падения с потолка натеков и отслаивающейся соли под потолком камер устраивают деревянную крышу в виде навеса. На поверхности вагончики принимаются из клетки и по деревянному помосту

передаются в верхний этаж складочного амбара для разгрузки соли в закрома.

Получение соли из растворов е.е. При добыче П. с. из растворов, в зависимости от качества их и вида нахождения на земле, надо различать два главных способа работ: получение П. с. испарением растворов (рассолов) солнечной теплотой—п р о м ы с л о в ы й в и д р а б о т н а озерах и лиманах, и выварка П. с. из рассолов, доставляемых соляными источниками,—з а в о д с к и й в и д р а б о т н ы. В сев. местностях, где солнечной теплоты недостаточно для испарения, применяют вымораживание рассолов. В способах получения П. с. из рассолов в озерах и лиманах надо тоже различать два случая: получение ее путем испарения без применения искусственных сооружений (соль из воды континентальных озер) и с применением таких сооружений (соль из морской воды). П о л у ч е н и е П. с. и з о з е р. Соляные континентальные озера являются главными источниками получения П. с. в СССР. Наибольшее значение по добыче соли имеет Баскунчакское озеро как по



Фиг. 3.

количеству ежегодно добываемой в нем соли (48% от всей добычи соли в РСФСР), так и по способам получения ее.

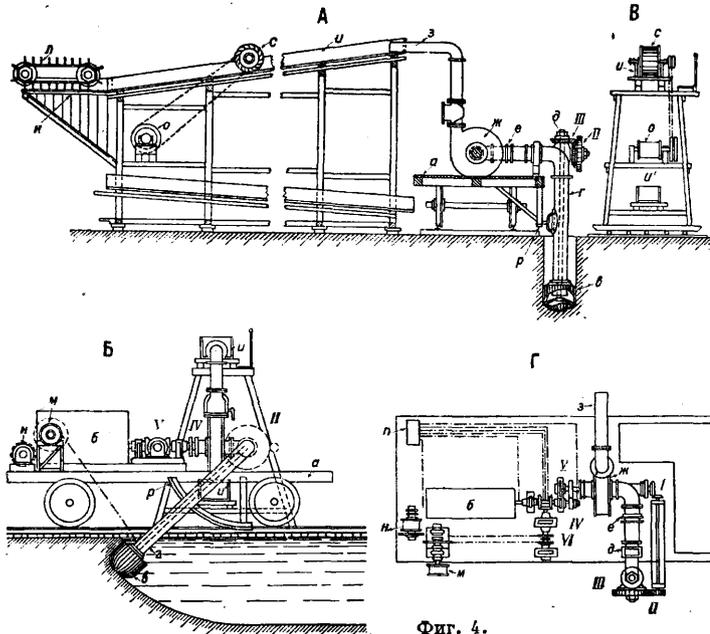
Баскунчакская котловина м. б. названа озером постольку, поскольку весной, осенью и зимой поверхность ее покрыта рапой, глубиной 0,5 м. Летом же эта рапа испаряется и поверхность озера почти сплошь делается ровной и твердой и только в выломах рапа стоит на горизонте сухой поверхности. В зависимости от времени образования, твердости, цвета и строения в озере различают сорта соли: 1) н о в о с а д к а—новая соль, выпадающая при испарении рапы ежегодно тонким слоем. По времени выпадения эту соль подразделяют: а) сборная, выпадение данного года—совершенно рыхлая и мелкая, легко сгребаемая лопатой, б) суйма — тонкий слой затвердевшей новосадки, к-рая легко разрезывается ломом на пласты и в таком виде снимается лопатой, в) чекмарная—новосадка последних лет и достаточно твердая, куски которой после ломки дробятся чекмарями (деревянные молотки с длинными рукоятками); 2) ч у г у н н а я соль — темного цвета (от примесей тончайшего ила) и большой крепости; ручная разработка ломом и лопатами затруднительна и поэтому прибегают к взрывным работам; 3) г р а н а т к а—крупнокристаллич. прозрачная соль, лучшая по качеству; 4) к о р н е в а я — поверхностный слой мелкой гранатки, более крепкой и имеющей характерное столбчатое строение; при ударе рассыпается на мелкие куски. Все работы по добыче, промывке, транспорту из озера до берега, ссылке в кучи (бугры), погрузке в вагоны производятся 2 способами: ручным и механическим. Ручным способом добывают новосадку, находящуюся под тонким слоем рапы или же свободную от рапы. Соль сгребают лопатами в небольшие кучки, попутно и промывая рапой, если соль окажется загрязненной. Если же слой новосадки успел затвердеть, то разламывают его ломом, раздробляют чекмарями и тоже собирают в кучки. Потом накладывают лопатами в телеги и верблюдами, реже лошадьми, вывозят из озера на берег, где на особо устроенных деревянных подмостках складывают, придавая соли форму продолговатого параллелепипеда, называемого бугром. Механическим путем добыча соли производится с помощью с о л е с а или экскаватора. На фиг. 4, А, Б, В, Г схематически представлен солесос сист. инж. Макарова. Солесос устанавливается на платформе *a* и приводится в движение двигателем *б*. Машина состоит из резака-разрыхлителя *в*, сидящего на конце вращающегося вала, расположен-

ного в колене качающейся всасывающей трубы *з*, горизонтальное колено *к-рой*, укрепленное в подшипнике *л* сопряжено с неподвижной частью всасывающей трубы с помощью сальника *е*; всасывающая труба заканчивается центробежным насосом *жс*, поднимаящим соль с рапой по нагнетательной трубе *з* на лоток сплотов *и*, который заканчивается горизонтальным грохотом *к*, служащим для отделения соли от рапы и

канатов, укрепленных в конце выемочного поля и наматанных на соответствующую лебедку. По конструкции установки работа солесоса предназначается гл. обр. для выемки глубинной соли, корневой и гранатки.

Получение П. с. из соляных источников путем вываривания состоит из следующих последовательных операций:

добыча рассолов, подготовка их к выварке (концентрация и очищение), процесс самой варки, сушка продукта и магазинирование. Добыча рассолов для выварки производится реке колодцами и естественными источниками, а преимущественно буровыми скважинами. Из скважин рассол направляется по трубам или желобам (деревянному, металлическому, бетонному) или на *градирование* (см.) или в сборные резервуары или лаги для очистки рассолов от механического загрязнения, а также от газов (CO_2 , H_2S) и нек-рых солей, гипса, железа и др. Чтобы можно было вести солевариение рентабельно, рассол д. б. крепостью не менее 13—15° Bé. Крепость рассолов повышают градированием или вымораживанием. Для вымораживания рассол наливают в большие, но мелкие,



Фиг. 4.

ила; над грохотом расположены механические гребки *л*, представляющие бесконечную цепь, обнимающую 2 барабана с прикрепленными к ней во всю ширину лотка железными лопатками. Лебедка *м* служит для поворота всасывающей трубы с резаком, лебедка *н*— для передвижения платформы и лебедка *о*— для передвижения сплотов. Приведение частей машины в движение производится из центрального пункта *п* посредством рычагов и зубчатых сцеплений *II*, *III*, *IV*, *V* и *VI*. Работа с солесосом производится в следующем порядке: по длине озерной пророботки укладывается рельсовый путь для движения платформы солесоса, в перпендикулярном направлении к платформе устанавливаются сплотки *и*, *и'*. По установке солесоса выкачивается в пласте неглубокая яма, в которую опускают головку разрыхлителя *в* при наклонном положении всасывающей трубы; вожди разрыхлителя, вращаясь, выламывают соль, углубляя яму до таких размеров, что всасывающая труба становится в положение, близкое к вертикальному, после чего, не останавливая разрыхлителя, платформа подается лебедкой вперед на величину, равную примерно высоте головки разрыхлителя, и труба д.ют обратное движение по дуге *р* до поверхности соляного пласта при непрерывной работе разрыхлителя. Поочередным передвижением платформы и качанием всасывающей трубы при непрерывном вращении разрыхлителя проводится первая канава во всю длину выемочного поля, после чего рельсовый путь и сплоток передвигаются для выработки новой смежной канавы и цикл работ повторяется. Выломанная соль вместе с рапой подается насосом *жс* на сплоток *и*. При большой скорости вращения центробежного насоса (свыше 500 об/м.) рассол выбрасывается из трубы с силой, которой пользуются для приведения в движение подливного колеса с, поставленного на сплотках; вращением этого колеса производится в движение лебедка *о*. Подаваемый рассол, встречая на своем пути лопатки гребков *л*, утрачивает скорость; вода и ил, пройдя через отверстие грохота на нижний лоток *и'*, возвращаются в выработку, а соль, оставшаяся на грохоте, передвигается лопатками гребка до края грохота и сыпается в бурор на границе выемочного поля. Чтобы вся добываемая соль складывалась в определенном месте (на границе выемочного поля), сплотки делаются разъемными, благодаря чему их можно укорачивать по мере передвижения рельсового пути к границе выемочного поля. Передвижение платформы с солесосом и сплотов производится при помощи

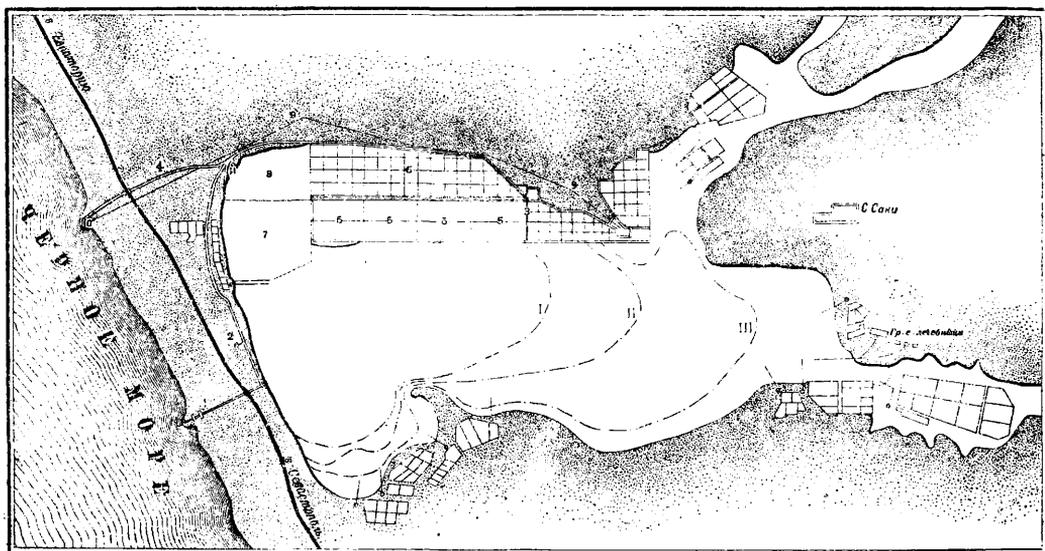
земляные бассейны; на поверхности рассола образуется лед из чистой воды; этот лед удаляют и дают образоваться новому. После нескольких операций крепость рассола значительно повышается, а кроме того из последнего выпадает так же и глауберова соль, от которой выгодно освободиться перед выпариванием густенного рассола. Крепкие и чистые рассолы получают также из месторождений соли, загрязненных посторонними примесями (прослойки других пород), путем выщелачивания ее нагнетаемой в выработку пресной водой; рассол поднимается на поверхность, а нерастворимый осадок идет в руднике же на закладку выработанных пространств. Другой способ выщелачивания состоит в следующем: пробуривают несколько буровых скважин, проходящих через соляные пласты с таким расчетом, чтобы пресная вода, нагнетаемая через одну из скважин, пройдя по соляным слоям и растворив соль, могла выходить через другие скважины. При таких условиях получают повышенный рассол (Артемовский район, Иркутск) крепостью до 22° Bé. В ы в а р к а подготовленных и очищенных рассолов производится в открытых сковородах или чренах (см. *Варница*) или же в закрытых котлах (вакуумный способ). Выварка П. с. в закрытых котлах применяется в СССР пока только в г. Славянске. Этот процесс требует предварительного осаждения из рассола многих побочных солей и затем очищенный рассол кипятится в особо устроенных металлич. котлах, причем весь пар из котлов отсасывается. В котле образуется разреженное пространство (вакуум), спо-

собствующее ускорению и облегчению парообразования, усиленному кипению и вместе с тем сокращению расхода топлива. При таком процессе получается соль белая, мелкая и чистая. Выделяющимся паром кроме того подогревают рассол для очистки его и подсушивают полученную соль.

Получение П. с. из морской воды. Добыча соли в этом случае сосредотачивается в особых водоемах, носящих названия лиманов, сивашей, озер соляных и самосадочных. Особенностью этих водоемов, когда они замкнуты сплошными пересыпями, является всегда по ним же ный горизонт воды в них по отношению к горизонту моря, что дает возможность морской воде проникать через пересыпь и питать эти водоемы. Наиболее рациональный способ разработки таких водоемов осуществляется посредством самосадочных бассейнов. Обычно водоем разделяют на 4 части:

пасный плюз. От главного канала близ озера отделяется побочный канал 2, служащий для подвода морской воды непосредственно к распределительному каналу 3; 4—отводный канал, 5—подготовительный бассейн, 6—садочный, 7—запасный и 8—бассейн для собирания маточных рассолов. I, II и III—горизонт рапы при соответственных показаниях на входной рейке 0; 0,1 и 0,21 м. Общая площадь подготовительных и садочных бассейнов на промысле ок. 320 га. Перемычки между бассейнами состоят из двух рядов стоек, забитых в грунт и забранных досками; променкутом заполняется илом и глиной с утрамбовкой; высота перемычек рассчитана так, чтобы не было сообщений между ними, а со стороны озера перемычки выше, чтобы рапа из озера не переливалась при сильном волнении. Наибольшее внимание к устройству и содержанию уделяется садочным бассейном, размеры к-рых 1,25—4 га. Дно всех бассейнов покрывается глиной, чтобы удерживать рапу, а дно садочных—тщательно выравнивают и утрамбовывают. Для более легкой и чистой выломки соли на дне садочных бассейнов не-рых промыслов культивируют особые водоросли (*Micrococcus sergius*), производя эту операцию осенью по освобождению бассейнов от соли. Водоросль быстро развивается в соленой воде крепостью 8° Вё и к весне покрывает дно в виде войлока.

Способ работ на промысле танов: подготовка бассейнов к новой добыче начинается с осени, вслед за



Фиг. 5.

МАСШТАБ
0 1 2 3 4 5 км

1) подготовительные бассейны, в к-рых рассол отстаивается от механич. примесей и сгущается до крепости 15—25° Вё; при этой крепости из рассола выделяются углекислые соли железа и известия и главная масса гипса; 2) садочные бассейны, в к-рых при сгущении рассолов до 25—27° Вё выпадает П. с.; 3) бассейны, в к-рых скопляются маточные рассолы; 4) запасные бассейны сгущенного рассола, поступающего в тех или иных количествах в садочные бассейны. Размеры всех этих бассейнов д. б. так увязаны между собою, чтобы они отвечали как предполагаемому производству, так и местным климатич. условиям и физическим свойствам рассола.

Примером правильного бассейного хозяйства по добыче П. с. из морской воды может служить Сакский промысел в Крыму; на фиг. 5 показан план этого промысла. Морской канал 1 длиной 640 м, шириною 2,5 м, с средней глубиною 3,5 м укреплен со стороны моря волнорезами; в начале канала устроен прочный наклонный помост для ослабления ударов волн; непосредственно за помостом устроен 1-й плюз в каменных устоях; в вет-ром расстоянии находится 2-й за-

ончанием операции. Садочные бассейны тщательно приводят в порядок, т. к. ломка соли влечет за собой порчу дна их. Для размыва остатков соли эти бассейны заполняются рапой из озера и для растворения оставляют на 1—2 недели. После спуска этого раствора, пока дно еще мокро, если не культивируют водоросли, разравнивают и уплотняют его и снова наливает рассол или пресную воду, слоем 0,15 м, и оставляют на зиму, чтобы предохранить дно от влияния мороза. На Сакском промысле из моря по каналу вода проходит крепостью в 1,5° Вё в озеро, в к-ром она сгущается в рабочий сезон градусов до 9 Вё в зависимости от погоды. Из озера каналом рапа самотеком приходит в подготовительные бассейны, где сгущается до 13—14° Вё. Отсюда рапа проходит в запасные бассейны, в к-рых сгущается до 18—24° Вё. Здесь из рапы оседает гипс. Из запасных бассейнов рапа поступает в садочные бассейны, наполнение к-рых начинается между 15 мая и 15 июня (смотря по погоде) слоем 0,13 м. В садочных бассейнах рапа доливается по мере выпаривания до 5 раз в лето (такое доливание без предварительного спуска увеличивает скорость выпадения П. с., так как присутствие магnezияльных солей уменьшает ее растворимость). В первой рапе П. с. начинает оседать при 25,5° Вё, а в последующих из более крепких рассолов даже до 28—29° Вё. Садна соли начинается в начале июня и продолжается около 2 мес.; соль оседает слоем в 4,4—6,6 см. При сильной концентрации (26,5—27,5° Вё) происходит с поверхности рапы образование игольчатых сростков, к-рые ночью при охлаждении падают на дно и прирастают. До этого

предела не следует допускать крепости рассола, иначе садка получается мелкая. При 24° Вё рапа приобретает розовое окрашивание (от бактерий), к-рое при крепости 26,5—27° Вё всечасет и сохраняется только в углах бассейна, где вообще садка не имеет и не добирается. Для улучшения качества соли, т. е. для большей крупности зерна, прозрачности кристаллов, белизны, применяют различные меры, напр. для избежания быстрой садки, возможной при сухих и сильных ветрах, всасывают в садочные бассейны слабую рапу; для уменьшения размера волн от ветра делают бассейны на 3—4 ч. расстановкой досок рядами. Если соль получается не совсем чистой, то покрывают ее насыщенным раствором П. с., удаляющим грязь и магnezальные соли. Дождь может разрушить урожай соли, но если раствор в бассейне более концентрирован, а дождь не силен, то пресная вода будет плавать и ее можно отчасти сливать, а остаток может скоро испариться. Перекачка рапы из бассейнов может производиться посредством паровых машин, керосиновых моторов, конных приводов, гидравлических двигателей и даже ветряных приводов. Когда наступает время ломки соли (с конца июля или начала августа), прежде всего спускают маточный рассол в маточные бассейны, но небольшой слой рассола все же оставляют для уменьшения вредного действия ветра и загрязнения, а также для легкого отделения соли от почвы. Ломка производится деревянными лопатами или т. н. ч. а л п о й—дырчатой железной лопатой с округленной лопастью и сильно изогнутой ручкой, чтобы при работе лопасть имела по возможности горизонтальное положение; при ломке соль сначала складывают в кучи, а когда окончат ломку, то вывозят ее из бассейнов в тачках по катальным доскам на т о ч о к и складывают в кучи трапецидального сечения (бугор или кагат) или в особые склады для хранения соли. В последнее время работы по ломке, вывозе и погружке соли механизуются. В буграх соль должна лежать 3—4 мес., чтобы из нее вытек маточный рассол. Из бугров и складов соль отправляют или сухим путем, а б. ч. морским транспортом и тогда по рельсовому пути 9 мотозовом перевозят соль в вагонетках к пристани 10, или же сначала соль идет на солемельницу для размола и молотой направляется по назначению. Маточные рассолы перерабатываются на химич. з-де для получения магnezальных солей и брома; эти рассолы раньше из бассейна 8 перекачивали насосом 11 в канал 4 и отводили в море.

Из реконструктивных мер добычи соли на крымских промыслах необходимо указать еще на запроектированный на Геническом промысле з-д получения мелкокристаллической высококачественной соли по способу высаливания. Процесс сводится к смешению 2 рассолов разной крепости и химич. состава, благодаря чему и происходит выпадение мелкокристаллич. соли; при этом реакция высаливания продолжается 15 мин. Этот способ дает возможность производственные процессы вести непрерывно; полученная соль должна промываться в особых чанах и центрифугах и просушиваться в особых вращающихся цилиндрах, обогреваемых горячим воздухом. Полученный продукт по своим физическим свойствам (вкус, чистота и величина кристаллов) вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к высшим сортам столовой соли.

Лит.: Б о к и й Б. И., Практич. курс горного искусства, т. 1, 4 изд., М.—Л., 1928; т. 2, 3 изд., Л., 1925; т. 3, М.—П., 1923; Г е р а с и м о в А. П. и др., Каменная соль и соляные озера, «Естественные и производственные силы России», П., 1924, вып. 35; И л ь и н с к и й В. Н., Соль поваренная, «НИИ», т. 3 (имеется лит.); Л и а н д о в К. Н., Механизация Баскучакского соляного промысла, «Поверхность и недра», М., 1927, 9 (37); М а к а р о в Ю. А., Экскаватор и солесосы (Проблема механизация Баскучака), «МС», 1927, 5/6; П р е о б р а ж е н с к и й П. И., К проекту постройки новых соляваренных з-дов в Верхне-Камском округе, «Поверхность и недра», Москва, 1927, 9; Д ы м с к и й Г. А., Соль поваренная, Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27, Л., 1928 (имеется лит.); L a d o o R., Non-Metallic Minerals, New York, 1925.

М. Сергеев.

ПОВЕРКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ (и н с т р у м е н т о в), обнаружение определенного согласования в положении

ответственных частей и исправление этого положения путем соответствующего передвижения этих частей, не прибегая к их ремонту. Поверки геодезич. инструментов разделяются на две группы: л а б о р а т о р н ы е и п о л е в ы е. Лабораторные поверки (испытания) производятся перед выпуском инструментов с завода или перед началом полевого сезона и касаются как сопряжения осей и отдельных деталей, так и точности изготовления последних, полевые же поверки касаются сопряжения только тех частей, которые расстраиваются после транспортирования инструмента или под влиянием внешних условий работы с инструментом. Каждая поверка (испытание) инструмента проводится так, чтобы определенными действиями открывался только один источник ошибок, а другие возможные источники ошибок не оказывали влияния на предыдущую. Иногда это бывает невозможно; тогда последовательность в поверке на различные источники ошибок д. б. расположена так, чтобы одни ошибки были уже устранены, если делается исследование на другие ошибки. Исходя из этого, нужно отдельные поверки (испытания) производить последовательно, образуясь с конструкцией инструмента. Все поверки в геодезич. инструментах сводятся к следующим требованиям, к-рые разбиваются на ряд мелких поверок и исследований отдельных частей инструмента: а) две линии (оси) должны совпадать или располагаться в одной плоскости, б) две линии (оси) или две плоскости д. б. перпендикулярны или параллельны между собой. Лабораторное испытание инструментов относится к области геодезического инструментоведения. Для полного понимания геодезич. инструмента и целесообразного его использования в полевой обстановке необходимо: сделать конструктивно-геометрич. анализ его, уяснить основную идею, данную ему конструктором, изучить принципы устройства главных его частей и сопряженность осей и определить его постоянные элементы. В конструкции полевых геодезич. инструментов решающую роль играет металл, к-рый от влияния внешних причин меняет свои физическ. свойства и этим изменяет формы деталей, создавая различного рода гнущия, влияющие на правильность их работы. Различные недостатки оптических частей, как то: сферическая, хроматическая и зональные аберрации, *астигматизм* (см.), наличие напряжений в линзах от оправ, механического искривления *объектива* (см.), шлиры, пузырьки и пр. также создают особые условия оптического характера, вредно влияющие на продуктивность и качество работы этим инструментом. От геодезич. инструмента можно ожидать надлежащей точности измерения только в том случае, если физич. и механич. влияния не изменяют в нем взаимного сопряжения осей и деталей, а дают только временную их деформацию, обусловленную конструкцией и точностью данного прибора.

Физич. факторами, с к-рыми следует считаться при конструировании и исследовании инструментов и при наблюдениях в поле, являются: а) t° , к-рая изменяет детали в линейном и объемном отношении, б) вли-

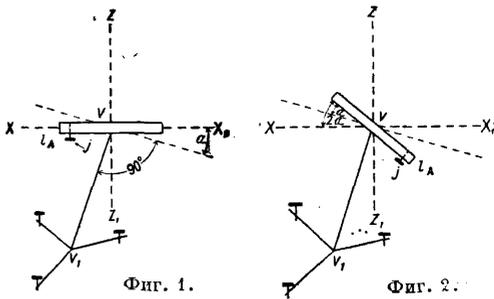
яние среды (видимость, рефракция и пр.), что заставляет умело пользоваться законами прикладной оптики, в) влияние электромагнитного земного поля, что обуславливает необходимость антимагнитных металлов в тех инструментах, где имеются магнитные стрелки. Для выполнения этих условий необходимо, чтобы материалы, применяемые в геодезическом инструменте, удовлетворяли специальным требованиям данного типа инструмента в отношении механич., физич. и химич. воздействий. Для прочности в механическом отношении (тряска при перевозке, случайные удары) применяют различные специальные сорта стали, для устранения химич. воздействия (окисление разделенных частей лимбов) — серебро, платину и особые сплавы. Для устранения t° -ных влияний, отражающихся на работе инструмента, применяют *инвар* (см.), коэф. расширения к-рого равен $0,88 \cdot 10^{-7}$, а прочность и сопротивляемость механич. воздействиям приближает его к стали. Пользуясь малым коэф-том расширения инвара, многие америк. и англ. фирмы стали делать инструменты полностью из инвара (нивелиры Berg, Cooke, Troughton и др.). С целью облегчения инструмента применяют алюминиевую бронзу (90% меди и 10% алюминия), отличающуюся большой твердостью, или сплав алюминия с серебром (95% алюминия и 5% серебра). Последний сплав легко полируется и позволяет наносить деления. Для легкости хода осей инструмента требуется не только хорошая шлифовка осей, но и высокого качества *костяное масло* (см.). При регулировке осей качество масла играет решающую роль. Серебро предназначается для тех деталей, которые не должны окисляться и на к-рых наносятся деления.

Стекло, отличаясь прозрачностью и малым коэф-том расширения, равным $8,4 \cdot 10^{-7}$, находит большое применение в геодезич. инструментах. *Оптическое стекло* (см.) применяется для изготовления объективов, окуляров и призм, а за последнее время и для разделенных лимбов и шкал, служащих для отсчета. Способность стекла воспринимать кислоты позволяет наносить на нем деления с большой точностью и равномерностью. Лучшие сорта оптич. стекла дает ф-ка Шотт (Schott) в Германии. Для зрительных труб, дуп и окуляров идет кронглас и флинтглас. Для советских геодезич. инструментов теперь применяется оптическое стекло з-дов «Лензос» и «Изос». Это стекло по качеству не уступает шоттовскому. На геодезич. инструменты идет стекло с длинами световых волн $C=6\ 563$, $D=5\ 893$, $F=4\ 861$, $G^{\circ}=4\ 341$ Å. Дерево применяется для вспомогательных частей (штативов, ящиков, мензул Рейсига, мензульных досок и проч.). Коэф-т расширения равен $6 \cdot 10^{-7}$, влияние влаги устраняется искусственной сушкой и пропитыванием различными растительными маслами и окраской. Современные направления в производстве геодезич. инструментов имеют целью создать их легкими по весу, компактными и малыми по размерам, свести все отсчеты уровней, горизонтального и вертикального кругов оптич. путем к одному месту, повысить их точность, а отдельным деталям дать

наибольшую жесткость, дав удобную и точную посадку осей и достаточно легкий ход отдельным их частям. Последние конструкции геодезич. инструментов, выпущенные на рынок заводами СССР «Геодезия», «Геофизика», Г. Вильд (Швейцария), Цейсс (Германия), Ватт (Англия) и др. з-дами в Европе и Америке, сводят полевые проверки на минимум, перенося ц. т. проверок на з-д, а не на полевого работника. К геодезическим инструментам, где практически полевых проверок не делается, следует отнести инструменты: универсальный и прецизионный теодолиты Вильда, редуциционный тахеометр Босхардт-Цейсса и другие инструменты. В таком же направлении идет разработка новых конструкций геодезич. инструментов в СССР.

При выполнении проверок надо помнить, что геодезические инструменты представляют собою нежные, хрупкие и весьма чувствительные измерительные приборы, требующие осторожного, внимательного и умелого к себе отношения.

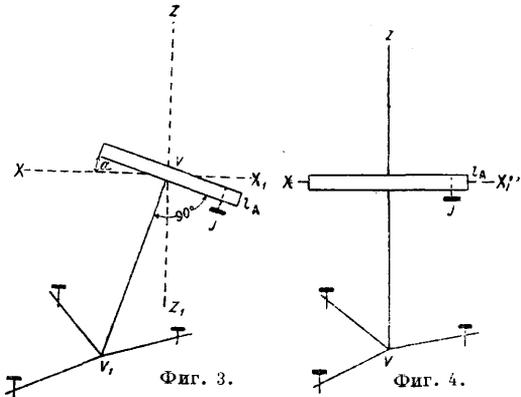
Лабораторные проверки. Обозначения: V — вертикальная ось инструмента, H — горизонтальная ось инструмента, l_A — ось уровня на алидаде или на подставке зрительной трубы, l_H — ось накладного уровня, l_B — ось круглого уровня, Z — отвесная линия, X — горизонтальная линия, O — визирная ось трубы.



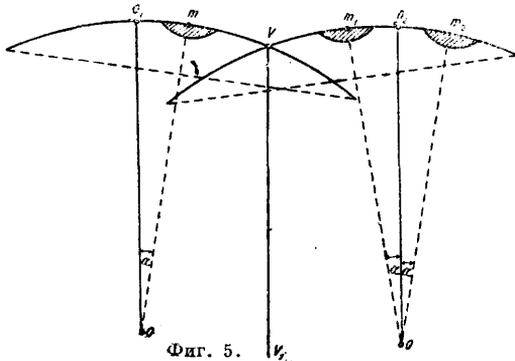
зонная ось инструмента, l_A — ось уровня на алидаде или на подставке зрительной трубы, l_H — ось накладного уровня, l_B — ось круглого уровня, Z — отвесная линия, X — горизонтальная линия, O — визирная ось трубы.

Проверки уровней. а) Ось l_A цилиндрического уровня д. б. перпендикулярна к V . Устанавливают l_A по линии двух подъемных винтов геодезич. инструмента и, действуя ими в разные стороны, приводят пузырек *уровня* (см.) на середину, тогда l_A будет горизонтальна (фиг. 1). Вращаем алидаду с уровнем на 180° около V . Если пузырек уровня не сместится с середины трубки, то условие $l_A \perp V$ выполнено, в противном случае $1/2$ дуги отклонения пузырька уровня от середины трубки (фиг. 2) исправляется юстировочными винтами J при оправе уровня. Тогда $l_A \perp V$ (фиг. 3). Затем вновь устанавливается пузырек уровня на середину трубки (фиг. 4), поэтому ось V приведет в отвесное положение, а система взаимно перпендикулярных осей совместится с координатными осями в пространстве. В практике проверку уровня удается сделать в 2—3 приема вышеуказанным способом. б) Так же производится проверка уровня при подставке зрительной трубы. в) Ось l_A накладного уровня l_H д. б. параллельна го-

горизонтальной оси вращения H , т. е. подставки накладного уровня д. б. равны между собой. Перед поверкой накладного уровня определяют его нуль-пункт относительно оси инструмента V , т. е. находят отсчет по уровню, соответствующий положению сере-

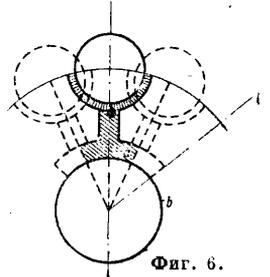


дины пузырька уровня, при котором ось инструмента займет отвесное положение. В выверенном уровне середина пузырька и нуль-пункт уровня совпадают. При определении нуль-пункта делают отсчеты m_1 и m_2 , соответствующие середине пузырька уровня для двух его положений (разница 180°), тогда нуль-пункт $= \frac{m_1 + m_2}{2}$, что видно из фиг. 5. Здесь O_1 и O_2 — середины трубок в 1-м и 2-м положениях уровня; m_1 и m_2 —



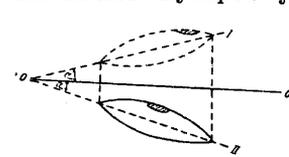
отсчеты, указанные выше; VV_1 — вертикальная ось инструмента. Сделав установку пузырька уровня на нуль-пункт, приводят вертикальную ось вращения инструмента в отвесное положение. После этого поверяют равенство подставок уровня, т. е. делают отсчеты по концам пузырька уровня в двух его положениях (разница 180°). Исправление производится юстировочными винтами уровня путем установки середины его пузырька на отсчет, равный среднему арифметическому из двух отсчетов, разнящихся на 180° . Ось накладного уровня и ось горизонтальной оси (цапфенной линии) инструмента должны лежать в одной плоскости. Это условие проверяется тем, что накладной уровень, по-

ставленный на горизонтальную ось, слегка покачивают (фиг. 6, где b — подставка уровня. b — цапфа горизонтальной оси). Если пузырек уровня будет только слегка «играть», то оси лежат в одной плоскости. Если же пузырек уровня будет уходить вправо или влево, то его исправляют при помощи горизонтальных юстировочных винтов. г) Поверка реверзионного уровня и средине его точки наносятся на диаметрально противоположных сторонах трубки цилиндрического уровня. Такие уровни помещаются там, где имеется свободное вращение около оси, параллельной оси уровня. Реверзионный уровень должен удовлетворять требованию, чтобы ось уровня была параллельна линии соприкосновения цапф с лагерами. Для его проверки (фиг. 7, OO' — ось вращения) устанавливают пузырек уровня на середину



Фиг. 6.

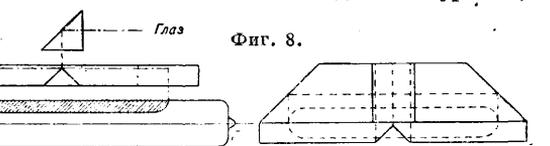
(I — 1-е положение), вращают реверзионный уровень около горизонтальной оси на 180° (II — 2-е положение). Если пузырек будет на середине, то уровень выверен; в противном случае перемещают пузырек уровня на половину дуги отклонения, действуя исправительными его винтами, пузырек уровня ставят на середину, а уровень устанавливают в 1-е положение. Если опять имеется отклонение, то поверку повторяют. д) Поверка круглого уровня сводится к установлению параллельности его оси с вертикальной осью вращения инструмента. Поверку делают так же, как и уровня цилиндрического (поворот на 180°). Исправление делается юстировочными винтами. Установка пузырька уровня на середину (в точных уровнях) по данным Рейнгерца имеет среднюю ошибку $\pm 0,09\sqrt{\mu}$, а определение угла наклона оси уровня по отсчетам концов его пузырька делается со средней ошибкой $\pm 0,2\sqrt{\mu}$ (здесь μ — цена деления уровня).



Фиг. 7.

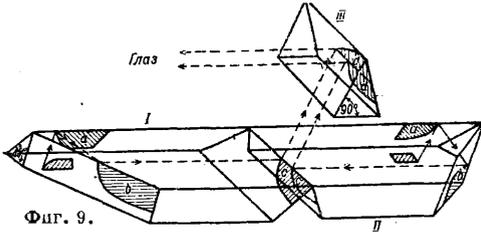
Фиг. 8: A diagram showing a level tube with a bubble. The tube is supported by a base 'b'. The bubble is shown in two positions, one above and one below the center, illustrating the check for vertical axis alignment.

Фиг. 8.



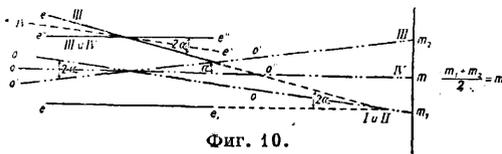
е) Поверка уровня системы Г. В и л д а. Конструкция этого уровня основана на принципе совмещения двух жестяковых изображений и обычно применяется в нивелирах Цейсса, Вильда, Феннеля и др. Ход лучей, идущих от концов пузырька уровня, показан на фиг. 8 и 9. На фиг. 9 даны сечения этой системы призмы тремя плоскостями: I — горизонтальной и двумя вертикальными II и III, из к-рых одна перпен-

дикулярна, а другая параллельна плоскости чертежа. На фиг. 9 дана перспектива этого уровня с призмами. Поверка уровня данной конструкции сводится к отысканию того места на трубке уровня (трубка без делений), когда оптическая ось трубы будет горизонтальной. Для этого делаются отсчеты по рейке при четырех положениях трубы: 1-е положение — уровень слева трубы, а призма



Фиг. 9.

вверху; 2-е положение — призма внизу, а трубка повернута на $1/2$ оборота; 3-е положение — окуляр переставлен на объектив, а трубка повернута около вертикальной оси на 180° , уровень слева трубы, а призма внизу; 4-е положение — трубка повернута на $1/2$ оборота, уровень справа трубы, а призма вверху. Эти четыре отсчета исключают влияние ошибок трубы и уровня. В каждом из четырех положений концы пузырька уровня совмещаются. Поставив трубу в 1-е положение (рабочее), наводим горизонтальную нить трубы на верный отсчет, действуя элевационным винтом, тогда линия визирования будет горизонтальна (фиг. 10). Если концы пузырька уровня разойдутся, то исправительными винтами уровня передвигают коробку с призмами до тех пор, пока концы пузырька уровня сойдутся. В практике отсчеты по рейке удобнее делать, начиная с положения IV и заканчивая рабочим положением I. Точность отсчета по уровню конструкции Вильда увеличивается по сравнению с обычными уровнями в два раза. Уровни других конструкций отличаются только деталями, дающими удобства в полевой работе, напр.

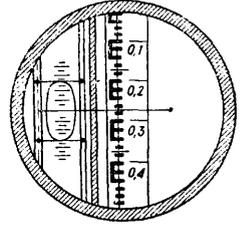


Фиг. 10.

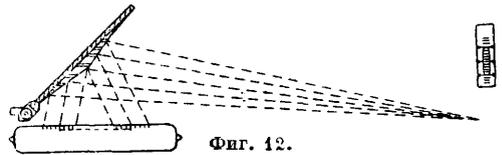
нивелиры Керн, Феннеля дают изображение концов пузырька уровня в поле зрения зрительной трубы (фиг. 11), а английская фирма Cook Troughton Simms дает к уровням отражательную поверхность на внешней стороне двугранного угла, поэтому в глаз не попадают лучи от неразделенной части трубки (фиг. 12). При поверках уровней необходимо держать нормальную длину пузырька $1/4 - 1/6$ длины трубки. От t° безвоздушный пузырек меняет свои размеры; сильное сокращение пузырька понижает его подвижность, а увеличение его длины понижает точность определения положения средней точки пузырька. Для возможности регулировать длину пузырька уровня делают у них запасные камеры в виде стеклянной перегородки. Цены делений уровней определя-

ют на экзаменаторах, на интервал 1 парижская линия (2,26 мм) или по стандарту СССР на 2 мм.

Поверки (испытания) зрительных труб. Плохие изображения в трубе происходят от неправильной установки оптич. частей или от ошибок их изготовления. Для испытания правильной установки оптических частей в трубе и качества их коррекции применяют различн. лабораторные методы, основанные на принципе дифракции или интерференции [Государственный оптич. ин-т (ГОИ), Гартмана — «метод обратности», Ленуелля, Каттона, Михельсона]. Исследование этими методами обычно ведется для зон объектива $h = 0,1; 0,2; 0,3$ и $0,4$ от диаметра, при позиционных углах $0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$ и 135° и для цветог спектра с длинами волн $D - 6563 \mu\text{м}; C - 5893 \mu\text{м}; F - 4861 \mu\text{м}$ и $G' - 4341 \mu\text{м}$. Полевые методы исследования заключаются в наблюдении внешних предметов правильной формы (визуальный метод). Рассматриваемые в трубу изображения предмета д. б. бесцветны. Если окрашивание изображений



Фиг. 11.



Фиг. 12.

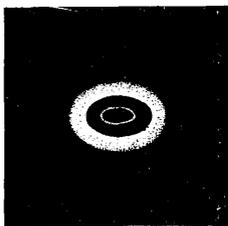
выступает в крайних частях поля зрения, то оно несущественно, так как эта часть трубы практически не работает. Недостатки изображений объектива при рассматривании окуляром еще больше увеличиваются. Работа трубы зависит от точности установки и степени коррекции объектива. В виду малости поля зрения зрительных труб последние обычно исследуются по звездам.

а) Правильность центрировки линз объектива (флинта и кроны). Рассматриваются дифракционные изображения близзенитных звезд при вдвинутом и выдвинутом окуляре. Если не замечается красных неравномерных окрашиваний или вытянутых звезд, то значит центрировка флинтового стекла относительно кроновой линзы правильна. Если неправильная центрировка получилась только от сдвига линз, то их надо установить, совмещая риски (метки) двух линз, в противном случае исправление делается в мастерской. б) Правильность юстировки объектива относительно оптической оси трубы. Наблюдают умеренно светлые близзенитные звезды при внефокальных их изображениях, приведенных на середину поля зрения. В случае правильной центрировки объектива получаем изображение звезды с симметрично равномерной яркостью по окружностям дифракционных колец, в противном случае наблюдаются изображения грушевидные и ве-

робообразные (фиг. 13). в) Хроматическая аберрация. Испытание делается по звездам (α Ursae Minoris) путем наблюдения спектральной окраски изображения звезды. При достаточном устранении аберрации при выдвинутом окуляре в трубе виден желтовато-белый кружок с красной каемкой, а при окуляре вдвинутом—также желтовато-белый кружок, но без красной каймы. г) Астигматизм. Астигматизм происходит обычно от неравномерного охлаждения материала, плохой шлифовки, или неправильной оправы объектива, дающей причину его механич. искривления. При визуальном методе испытания на астигматизм объектива могут оказать влияние астигматизм глаза и окуляра. Если астигматизма

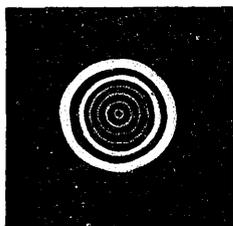


Фиг. 13.



Фиг. 14.

нет, то при вдвинутом и выдвинутом окуляре звезда и дифракционные кольца д. б. круглыми. Если же изображение будет овальным, то следует уяснить причину астигматизма (объектив, глаз, окуляр). Если при движении глаза около оптической оси трубы овальность остается, значит причина астигматизма—в трубе (объектив, окуляр), а не в глазе. Если же при вращении окуляра овальность не меняется, то причина астигматизма—в объективе (фиг. 14). д) Сферическая аберрация. Наблюдают умеренно яркую звезду во внефокальных плоскостях. Если при выдвинутом окуляре нет средних слабых и ярких внешних дифракционных колец, а при вдвинутом окуляре не замечается обратного явления, то значит недоисправленной аберрации нет. Отсутствие прямо противоположных явлений говорит о том, что переисправленной сферич. аберрации также нет (фиг. 15—изо-



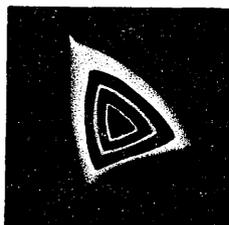
Фиг. 15.



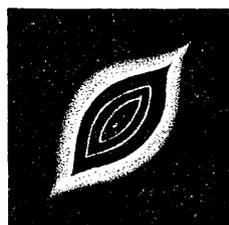
Фиг. 16.

бражение звезды при наличии сферич. аберрации). е) Зональная аберрация. Испытание ведется по яркой звезде при выдвинутом окуляре. Если во внефокальных плоскостях не замечается неравномерной яркости дифракционных колец при переходе от внешнего кольца к наружному (вдвину-

тый окуляр), то зональных аберраций нет (фиг. 16—изображение звезды при наличии зональной аберрации). ж) Наличие в объективе вредных натяже-



Фиг. 17.

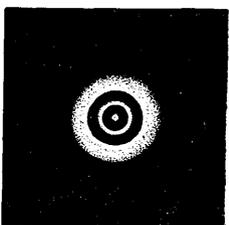


Фиг. 18.

ний от оправы или недостатков изготовления самого объектива. Натяжения в линзах объектива, вызванные давлением его оправы, дадут астигматич. явления с крайне неправильными по форме кольцами (фиг. 17, 18); наличие шлиров и неоднородности стекла дает кольца неправильной формы (фиг. 19). При хорошо изготовленных объективах (хорошая коррекция объектива) рассматривание звезды в двух внефокальных плоскостях дает правильные дифракционные кольца с наибольшей яркостью к внешней стороне (фиг. 20). Испытание трубы можно сделать, рассматривая правильные черные фигуры. Если фи-



Фиг. 19.



Фиг. 20.

гуры кажутся в трубе правильными и по краям имеют легкий голубовато-фиолетовый оттенок, то труба считается хорошей, если же замечаются цветные каймы других цветов или фигуры искажаются, то оптич. части трубы требуют коррекции. з) Неправильный ход центральной фокусирующей линзы. Если фокусирующая линза передвигается неправильно, то это выявляется путем наблюдения точек, находящихся на различных расстояниях, дающих большую разницу в фокусировании. Влияние этой ошибки равносильно действию климационной ошибки трубы. Обнаруживается указанная неправильность след. образом: 1) делают наводку на далекую точку, по возможности лежащую на горизонте, вблизи одного крайнего положения фокусирующей линзы; 2) делают наводку на шкалу в расстоянии 2—3 м, также находящуюся на горизонте вблизи другого крайнего положения фокусирующей линзы. То же проделывают после перевода трубы через зенит. Разницы соответственных отсчетов дают двойную ошибку хода фокусирующей линзы. Исправление хода центральной линзы возможно только в мастерской.

выполнено, в противном случае передвигают кольцо буссоли.

Поверки буссоли с зрительной трубой или диоптрами.

а) Коллимационная плоскость зрительной трубы, или плоскость диоптров, должна проходить через нулевой диаметр кольца буссоли и д. б. перпендикулярна к плоскости этого кольца (см. 8-ю поверку тахеометрич. теодолита). При диоптрах пользуются дополнительной нитью, натягиваемой через нижнюю часть глазного диоптра и верхнюю часть диоптра предметного. Если нить покрывает нулевой диаметр кольца буссоли, то условие выполнено, в противном случае передвигают кольцо буссоли. Поверка перпендикулярности коллимационной плоскости к плоскости кольца буссоли делается при помощи отвеса (3-я поверка тахеометрического теодолита), исправление установки диоптров делается путем подкладывания станиоля под соответствующий край диоптра.

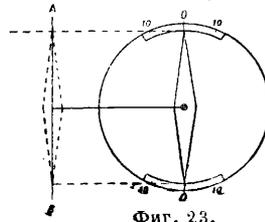
б) Деления кольца буссоли д. б. равны (при современных круговых делительных машинах эту поверку можно практически не делать), а плоскость кольца буссоли д. б. перпендикулярна к ее оси V . Ставят вертикальную ось буссоли отвесно, приведя концы магнитной стрелки вровень с кольцом буссоли. Если при вращении буссоли около вертикальной оси стрелка будет находиться в плоскости делений градусного кольца, то условие выполнено.

в) Чувствительность магнитной стрелки д. б. достаточна. Приводят кольцо буссоли в горизонтальное положение, делают по стрелке отсчет, отводят магнитную стрелку куском железа в сторону и, дав ей успокоиться, вновь делают отсчет по концу стрелки; если первый и второй отсчеты будут равны, то условие выполнено. Если стрелка приходит в прежнее положение медленно, значит она слабо намагничена. Если стрелка останавливается на различных отсчетах, то следует исправить острие стального шпилья или агатовую шляпку стрелки.

г) Инструмент не должен иметь металлов, влияющих на магнитную стрелку. Поверка делается путем приближения (на действительном расстоянии в работе) различных частей инструмента к отдельно укрепленной магнитной стрелке. Если стрелка не будет колебаться, то условие выполнено. (Шпиль стрелки делается из стали, но это не влияет на точность работы, так как он приходится в нейтральной части стрелки.)

д) Стрелка д. б. уравновешена, не имеет эксцентриситета, магнитная ось ее должна совпадать с осью геометрической. Для поверки буссоли приводят кольцо буссоли в горизонтальное положение; если концы стрелки будут выходить из плоскости кольца буссоли, то грузик стрелки передвигают или налепливают на нее кусок воска. Если отсчеты по двум концам стрелки одинаковы, значит эксцентриситета нет. Эксцентриситет исключается отсчетами по двум концам магнитной стрелки. Для поверки совпадения магнитной и геометрич. осей стрелки делают отсчеты по стрелке, перевинчивают ее шляпку на другую сторону и опять надевают на шпиль; если отсчеты по стрелке будут те же, то условие выполнено.

Поверка ориентир-буссоли. Нулевой диаметр OO ориентир-буссоли (см.) д. б. параллелен срезанному краю коробки. На планшете, приведенном в горизонтальное положение, прочерчивают прямую линию AB (фиг. 23) и устанавливают на ней—



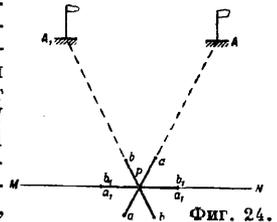
Фиг. 23.

на острие иглы— магнитную стрелку, совмещая ее концы с данным направлением. После этого стрелку вешают на свое место, а срезанный край буссоли совмещают с данной линией. Если магнитная стрелка совпадает с нулевым диаметром буссоли, то условие выполнено. Остальные поверки ориентир-буссоли одинаковы с изложенными выше поверками буссоли.

Поверки шагомера. Устанавливают стрелки шагомера на нули. Если циферблат показывает расстояния в m , то с шагомером проходят линии, измеренные лентой той же длины, определяя отсюда его погрешность. Регулировка размахов молоточка делается особым ключом. При переводе шагов в m пользуются масштабом шагов.

Поверки стальной мерной ленты. Мерные ленты сравниваются с нормальными мерами: 1) пользуются выверенной лентой, с которой сравнивается данная лента, при определенной температуре и определенном натяжении (обычно 10 кг); 2) пользуются лабораторными и полевыми компараторами (см.). Если длина ленты больше нормальной, то поправка прибавляется в измеренную линию, а если короче, то вычитается.

Поверки эккера. а) Эккер простой. Коллимационные плоскости, проходящие через диоптры, д. б. перпендикулярны между собой. Для поверки этого условия ставят эккер на линии MN и выставляют веху A (фиг. 24) в продолжение коллимационной плоскости aa , причем коллимационная плоскость a_1a_1 д. б. направлена на веху N . Поворачивают эккер вокруг оси так, чтобы коллимационная плоскость, проходящая через диоптры aa , совпала с направлением a_1a_1N ; тогда коллимационная плоскость, проходящая через диоптры bb , должна совпадать с направлением. Поворачивая т. о. эккер несколько раз, убеждаются в его верности.



Фиг. 24.

б) Эккер двужеркальный. Угол между зеркалами д. б. 45° . На линии MN (фиг. 25) из точки A восстанавливают два перпендикуляра AA_1 и AA_2 , пользуясь вехами M и N . Если точки A_1 и A_2 совпадут, значит эккер верен, в противном случае отмечают линию AA_3 как биссектрису угла, а зеркала передвигают юстировочными винтами до тех пор, пока изображение вехи M или N в переднем зеркале не будет служить продолжением вехи A_3 .

в) Эккеры при з-

менный, двухпризмный, трехзеркальный и др. поверяются таким же способом; исправление делается юстировочными винтами, призмный же эккер м. б. исправлен только в мастерской.

Поверки теодолита (угломера), пантометра, гониометра производятся так же, как тахеометрич. теодолита и буссоли.

Поверки мензулы. а) Мензула д. б. устойчива. Для этого приводят планшет мензулы при помощи



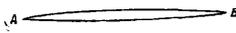
Фиг. 25.

уровня в горизонтальное положение и визируют кипрегелем на какую-либо отдаленную точку местности; легким нажимом пальца на край доски выводят мензулу из этого положения, после чего наблюдают тот же предмет в кипрегель. Если нити кипрегеля покрывают

наблюдаемый предмет, то условие устойчивости мензулы выполнено; в противном случае мензула ремонтируется в мастерской.

б) Верхняя поверхность планшета мензулы должна быть плоскостью. Поверка делается контрольной линейкой, прикладываемой в различных направлениях планшета ребром. Если просветов между поверхностью планшета и ребра линейки нет, то условие выполнено. в) Верхняя плоскость планшета д. б. перпендикулярна к вертикальной оси вращения. Приводят планшет в горизонтальное положение уровнем и вращают его около вертикальной оси. Если пузырек не сходит с места, то условие выполнено.

Поверки кипрегеля. а) Скошенный край линейки должен представлять прямую линию. Прочерчивают по краю линейки прямую линию АВ (фиг. 26), переставляют кипрегель на 180° и, приложив линейку к точкам А и В, вновь прочерчивают



Фиг. 26.

прямую линию. Если между линиями будет просвет, то требуемое условие не выполнено. Исправление производится в мастерской. б) Нижняя поверхность линейки д. б. плоскостью. Ставят кипрегель на выверен. металлич. плиту. Если между линейкой и плитой просвета нет, то условие выполнено. в) Ось цилиндрич. уровня на линейке кипрегеля д. б. параллельна нижней ее плоскости (см. выше, поверки уровня). г) Вертикальная нить сетки д. б. отвесна, а горизонтальная нить горизонтальна, если планшет приведен в горизонтальное положение. Поверка делается помощью шнура с отвесом, укрепленным в расстоянии 40—50 м. Если вертикальная нить при опускании или поднимании трубы кипрегеля покрывает видимый в трубу шнур отвеса, то условие выполнено. Для поверки горизонтальности горизонтальной нити пользуются рейкой, поставленной в расстоянии 30—40 м. Если при повороте кипрегеля направо и налево отсчеты по рейке остаются одинаковыми (по левому концу, по середине и по правому концу), то это условие считается выполненным. д) Визирная ось трубы д. б. перпендикулярна к

горизонтальной оси ее вращения (коллимационная ошибка): поверка производится так же, как и в теодолите, с той только разницей, что в кипрегеле эта ошибка изображается графич. углом, тогда как в теодолите она выражалась числовой градусной величиной. е) Проекция горизонтальной оси вращения трубы д. б. перпендикулярна к скошенному краю линейки кипрегеля. ж) Деления вертикального круга д. б. равны. з) Эксцентриситет алидады вертикальн. круга—см. выше, поверка тахеометрич. теодолита (п. д.—поверка эксцентриситета алидады). и) Коллимационная плоскость трубы д. б. параллельна скошенному краю линейки или проходить через него. Наводят трубу кипрегеля на предмет и прочерчивают на планшете линию, в концах к-рой втыкают две тонкие иглы. Если коллимационная плоскость, проходящая через иглы, не пройдет через наблюдаемый предмет, то условие параллельности не выполнено. Исправление делается путем вращения колонки кипрегеля на линейке на величину этой ошибки. В угловых построениях (на планшете) несоблюдение этого условия не влечет за собой ошибки. к) Вертикальный круг д. б. соединен с трубой, а уровень—с алидадой вертикального круга. Это условие определяется путем многократного определения «места нуля» вертикального круга, для чего наводят горизонтальную нить трубы на какую-либо точку местности при «Кр. П.» и, приведя пузырек уровня при алидаде вертикального круга на середину, делают отсчет по верньеру. Сделав аналогичный отсчет при «Кр. Л.», определяют «место нуля» по ф-ле:

$$\text{Место нуля} = \frac{\text{Кр. П.} + \text{Кр. Л.}}{2}$$

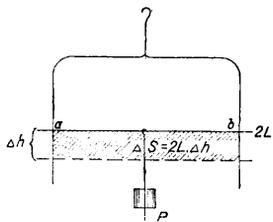
Поверка нивелиров—см. *Нивелир*.

Лит.: Курс геодезии, под редакцией проф. Ф. Н. Красовского, т. 1—2, М.—Л., 1930; Соловьев С. М., Курс высшей геодезии, 3 изд., М., 1914; Орлов П. М., Курс геодезии, 2 изд., М., 1929; Галицкий В. С., Курс землемерия (Низшая геодезия), ч. 1—4, Екатеринбург, 1918; Денисов П. В., Геодезия для строителей, М.—Л., 1931; Андросов И. Д., Теория геодезич. инструментов, Одесса, 1928; Корницкий А. В., Руководство по уходу за геодезическими, а также за военноморскими и чертежными инструментами, М., 1925; Бика и Чоботарев А., Курс высшей геодезии, 10 изд., М.—Л., 1928; Витковский В. В., Топография, II, 1915; Алексеев Я. И., Правила обращения с точными геодезич. инструментами, М., 1914; Инструкция об уходе за геодезич. инструментами Высшего геодезич. управления, М., 1924; Лоренц К., Топография, ч. 1, 2 изд., 1914; Ивернов И. А., Пособие для практич. занятий по геодезии, 6 изд., М., 1925; Смирнов К. Н., Исследование инструментов 3-да «Геофиникс», «Труды Ин-та геодезии и картографии», М., 1931; е го же, Прецизионный теодолит Вильда, М., 1929; е го же, Универсальный теодолит Вильда, «Труды Ин-та геодезии и картографии», М., 1931; Инструкция к работе с прецизионным нивелиром Цейсса, пер. с нем., Мена; Наммер Е., Lehrbuch d. elementaren, praktischen Geometrie, B. 1, V., 1911; Носмер G. L., Geodesy, N. Y., 1920; Jordan W., Handbuch d. Vermessungskunde, B. 2, 8 Auflage, Stuttgart 1914; Klark D., Plane and Geodetic Surveying for Engineers, v. 1—2, London, 1923.

К. Смирнов.

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ, работа образования единицы поверхности раздела двух фаз при постоянстве их объема и температуры. Обычно говорят о П. н. жидкости на границе с ее насыщенным паром (ортотарич. П. н.) или с воздухом или с другой жидкостью (см. *Капиллярные явления*). Одна-

ко П. н. свойственно каждой поверхности раздела двух фаз различной полярности (см. *Полярность*), оно растет с увеличением этой разницы полярностей и м. б. рассматриваемо как избыток свободной энергии, которым обладают молекулы поверхностного слоя вследствие того, что они втягиваются молекулярными силами вглубь наиболее полярной фазы. Поэтому для извлечения молекул, образующих 1 см^2 поверхностного слоя, надо



Фиг. 1.

затратить работу, измеряемую П. н. Рассматривая жидкую пленку, например пленку мыльного раствора, образованную на проволоочной рамке, одна из сторон которой подвижна (ab на фиг. 1), можно показать, что сила, с которой пленка действует на единицу длины ab , численно равна П. н. Действительно

$$dA = P \cdot dh = \frac{P}{2L} \cdot 2L \cdot dh = \sigma \cdot ds,$$

где $\sigma = \frac{P}{2L}$. Так. образом силовое определение П. н. совпадает с энергетическим. Размерность П. н. = $\frac{\text{энергия}}{\text{площадь}} = \frac{\text{сила}}{\text{длина}}$; оно измеряется в эрг/см² = дина/см или в мг-с/мм (см. *Капиллярные явления*). Жидкую пленку (фиг. 1) нельзя сравнивать с упругой пленкой, т. к. с растяжением пленки, с увеличением ее поверхности сила P и П. н. σ не изменяются; для извлечения определенного числа молекул (n) изнутри жидкости в поверхностный слой затрачивается работа, не зависящая от величины уже имеющейся поверхности жидкости (пока толщина жидкой пленки еще велика по сравнению с молекулярными размерами). П. н. определяет избыток свободной энергии, к-рым обладают молекулы, образующие 1 см^2 поверхностного слоя данного тела по сравнению с внутрилежащими молекулами

$$\sigma = (\psi_s - \psi_v).$$

Свободная энергия данного тела всегда м. б. представлена в виде:

$$F = f_v \cdot v + \sigma \cdot s;$$

здесь $f_v \cdot v$ — энергия всего объема v тела в предположении, что она равномерно распределена между всеми частицами, а $\sigma \cdot s$ — избыток свободной энергии частиц, образующих поверхностный слой. Относя далее свободную энергию к единице объема

$$\frac{F}{v} = f_v + \sigma \frac{s}{v},$$

видим, что поверхностная энергия оказывает тем большее влияние на свойства системы, чем большая часть всего числа молекул лежит в поверхностном слое, т. е. чем больше s сравнительно с v , чем меньше линейные размеры тела, чем больше степень дисперсности. Особо важное значение поверхностное натяжение имеет поэтому в дисперсных системах. В самопроизвольных процессах при $T, v = \text{Const}$ свободная энергия может только убывать ($dF < 0$), т. е. для $f_s = q_s \sigma ds + s d\sigma < 0$ и возможны два случая:

1) $\sigma = \text{Const}$, так как $\sigma > 0, ds < 0$ при постоянном П. н., т. е. при постоянстве состава поверхностного слоя величина поверхности самопроизвольно убывает, стремясь к минимуму. Поэтому жидкая масса, не подверженная действию внешних сил (тяжести, смачивания), принимает форму шара, дающего при данном его объеме наименьшую поверхность. В дисперсных системах этому случаю отвечают процессы коагуляции (образование сгустков из отдельных первичных частиц, с уменьшением их свободной поверхности) и коалесценция и —сливание отдельных капелек в эмульсиях и туманах в крупные капли (уменьшение $\frac{s}{v}$ пропорционально $\frac{1}{r}$, т. к. s пропорционально r^2 , а v пропорционально r^3 , где r — радиус капли). Эти процессы весьма важны в технике, т. к. являются причиной разрушения (расщепления) дисперсных систем (см. *Эмульсии, Суспензии*) и имеют значение также и в метеорологии (дождеобразование). На стремлении же принять под действием поверхностного натяжения форму шара основаны явления оплавления и все процессы стеклодувного ремесла.

2) $s = \text{Const}, d\sigma < 0$; при постоянстве геометрии, размеров системы, состав поверхностного слоя изменяется всегда так, что его П. н. падает (Гиббс, Дж. Дж. Томсон), т. е. в поверхностном слое самопроизвольно концентрируются растворенные в окружающей среде вещества, понижающие П. н. — по поверхности оксидов и в органических веществах обладающие полярной дипольной структурой молекул (см. *Полярность, Диполь молекулярный*). Эти процессы называются *адсорбцией* (см.). При адсорбции полярные группы поверхностноактивных молекул поворачиваются в сторону наиболее полярной фазы так, что насыщенные адсорбционные слои оказываются мономолекулярными «кристаллическими» слоями (Лангмуир и Гаркинс) и часто обладают значительной механич. прочностью. Образование таких слоев на частицах дисперсных систем может предохранить их от коагуляции (стабилизации). Поэтому напр. устойчивые пленки, пену, пузыри можно получать только, когда поверхность покрыта такими адсорбционными слоями с сильно пониженным П. н. (мыльные пузыри, см. *Пены*). Адсорбция, обусловленная понижением П. н. при изменении состава слоя, является почти всегда первой стадией технически важных случаев сложного поглощения (сорбции), см. *Ожлезия*. В случае искривленной поверхности жидкости П. н. вызывает изменение молекулярного давления K ; к нему добавляется капиллярное давление $\Pi = \pm \frac{2\sigma}{r}$, растущее с кривизной поверхности, чем и объясняются все *капиллярные явления* (см.). Давление насыщенного пара над малыми каплями (напр. тумана) p_r больше, чем над плоской поверхностью жидкости p_0 :

$$\ln \frac{p_r}{p_0} = \frac{M}{RTD_0} \cdot \frac{2\sigma}{r} = \frac{M}{RTD_0} \cdot \Pi,$$

а внутри малых пузырьков соответственно меньше p_0 [Кельвин, Р. Гельмгольц, Дю-

гем]. Это объясняет легкое пересыщение паров в пространстве, свободном от зародышей (пылинок и других центров образования маленьких капель), и рост крупных капель за счет мелких, а также и легкие перегревы жидкостей, свободных от зародышей, выше их нормальной точки кипения. П. н. твердых тел (кристаллов) различно для разных граней (вследствие различной плотности расположения в них частиц ионов или молекул). Поэтому равновесная форма кристалла не шар ($\sigma \cdot s = \min$), а многогранник, удовлетворяющий условию $\sum_i \sigma_i s_i = \min$; при

свободном росте кристалла наибольшее развитие получают те из i граней, которые обладают наименьшим П. н. σ_i [Гиббс, П. Кюри (Curie), Г. В. Вульф]. Таким образом и все равновесные формы кристаллов обусловлены П. н.

Твердость кристаллов, т. е. сопротивление, которое преодолевается острием при процарапывании поверхности, так же как и работа раскалывания кристалла по спайности, определяется П. н. данной грани (Дюпрэ, Борн и Штерн, Кузнецов). При образовании адсорбционных слоев на поверхности твердого тела П. н., а следовательно и твердость грани, понижается (Ребиндер).

Явления П. н. имеют весьма большое значение в различных областях техники. Многие технологич. процессы сопровождаются характерными изменениями П. н., например при мыловарении, пивоварении, обработке нефти, обогащении руд и других полезных ископаемых флотационными методами, в молочном деле, а также при рассмотрении биологич. процессов и в медицине. Вопросы образования устойчивых пен и эмульсий (см.), а также и их разрушения сводятся к задачам исследования П. н. Это же в значительной мере относится и к явлениям смачиваемости (см. *Смачивание, Флотация*).

Методы измерения П. н. весьма многочисленны. Наибольшее значение имеют: 1) Метод капиллярных поднятий. Поднятие жидкости в капилляре, стенки к-рого совершенно смачиваются данной жидкостью, пропорциональны поверхностному натяжению и обратно пропорциональны плотности и радиусу капилляра

$$\sigma = \frac{r g}{2} \cdot D \cdot H, \quad H = \frac{2}{r g} \cdot \frac{1}{D} \cdot \sigma;$$

удобны и дифференциальные измерения в капилляриметре, состоящем из двух капилляров разного радиуса r_1 и $r_2 < r_1$

$$\sigma = \frac{r_1 r_2 g}{2(r_1 - r_2)} \cdot D (H_2 - H_1).$$

Зная, что по весьма точным данным разных авторов для чистой воды (выбранной за стандартную жидкость) при 20° на границе с воздухом (или правильнее с насыщенным паром)

$$\sigma_0 = 72,75 \text{ эрг/см}^2 (\pm 0,05),$$

имеем для любого капилляра:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{D \cdot H}{D_0 \cdot H_0}.$$

Этот метод с достаточной точностью применим только к чистым жидкостям на границе с воздухом (паром). 2) Метод взвешивания, или счета капель, основан на том, что вес

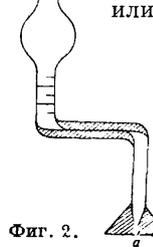
капли, образуемой из данного отверстия, пропорционален П. н. капля-среда:

$$P = k \cdot \sigma, \quad \sigma = \frac{1}{k} \cdot P.$$

Постоянная k только в первом, грубом приближении пропорциональна радиусу отверстия. При медленном вытекании данной жидкости из пипетки, например из т. н. сталагмометра системы И. Траубе с капиллярным отверстием a на нижнем конце, сошлифованном в горизонтальную площадку (фиг. 2), объем v разбивается на число капель N , причем

$$P = \frac{v \cdot D}{N}, \quad \sigma = \frac{1}{k} \frac{v \cdot D}{N}$$

$$\sigma = \frac{D}{D_0} \frac{N_0}{N};$$

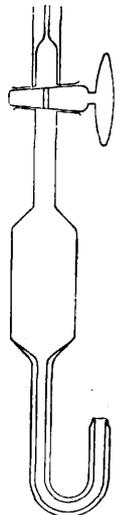


Фиг. 2.

мы видим, что П. н. обратно пропорционально числу капель и прямо пропорционально плотности жидкости, что очень важно при дозировке жидких лекарственных средств, отмеряемых по числу капель; напр. одна и та же масса чистой воды или водных растворов солей разбивается на 10 капель, а спиртовых или эфирных жидкостей на 30 капель. Этот метод удобен для быстрых изменений П. н. на границе двух жидкостей. При этом одна жидкость выкапывается в среду другой жидкости, напр. масла в воду. Этим методом по Доннану (Donnan), по числу капель, т. е. по понижению П. н., определяется способность масел эмульгироваться в воде и водных растворах, для чего с удобством служит пипетка Доннана (фиг. 3). На границе жидкость — воздух, в особенности для растворов, капельный метод плохо применим из-за изменения концентрации в поверхностном слое при испарении жидкости в окружающую среду. 3) Метод измерения наибольшего давления p , при образовании пузырьков или капель, предложенный Симоном (Simon) и Кантором (M. Cantor), основан на том, что для образования пузырька воздуха или капли одной жидкости в среде другой из капилляра радиусом r необходим избыток давления:

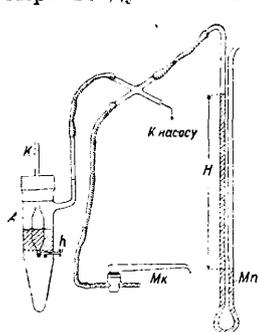
$$p = \frac{2\sigma}{r}; \quad \text{отсюда } \sigma = A p, \quad A = \frac{r}{2}.$$

Измерения сводятся к отсчету этого избыточного давления на манометре (вертикальном или наклонном при малых П. н.). Прибор для измерений по этому методу на любых жидких поверхностях раздела (Ребиндер) изображен на фиг. 4. В этом приборе воздух в большом запасном резервуаре разрезается водоструйным насосом. Резервуар сообщен через «капиллярное сопротивление» — длинный капилляр K с пробиркой A (с измеряемой жидкостью), с открытым манометром M и с микрокраном Mk . При открытом кране воздух



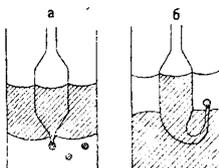
Фиг. 3.

засасывается из атмосферы и давление в приборе не меняется; при закрывании же крана пространство над жидкостью в пробирке постепенно разрежается; и понижение давления p измеряется манометром, причем при $p = \frac{2\sigma}{r}$ из кончика весьма медленно образуется пузырь воздуха или капля второй жидкости.



Фиг. 4.

Показания не зависят от условий смачивания стекла жидкостями, если только выкапывается всегда жидкость, хуже смачива-



Фиг. 5.

ющая кончик. При этом если она удельно тяжелее, кончик берется загнутым, как на фиг. 5, б. 4). Метод уравнивания пластинки или отрыва кольца [Вильгельми (Wilhelmy), Ленард (Lenard) и др.] состоит в том, что пластинка или кольца, находящиеся в поверхности раздела двух жидкостей, испытывает кроме силы тяжести еще и «капиллярную» силу:

$$f = k L \sigma \cos \theta,$$

где L — периметр отрыва, θ — краевой угол смачивания твердого тела жидкостью. Т. о. в приборе Леконт-Дюнуи, тензиометре, сила, потребная для отрыва проволоочного (платинового) кольца от поверхности жидкости, является мерой σ (П. н.), однако только при полном смачивании кольца нижней жидкостью. Этот метод часто является неприменимым из-за изменений смачиваемости, особенно в растворах. Все эти методы измерения являются статическими, т. е. при достаточно медленных измерениях дают П. н. вполне образованного поверхностного слоя (в растворах поверхностноактивных веществ, когда адсорбционный слой уже вполне сформировался с течением времени). Существует и много динамических методов, измеряющих П. н. свежих поверхностей (метод капиллярных волн, колеблющихся струй и капель), но они не нашли большого практич. применения.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1, Берлин, 1923; Н а у м о в В. А., Химия коллоидов, 2 изд., гл. 9; Р е б и н д е р П. А., Поверхностные явления и аллоблия, Л., 1930; его же, «Журнал экспериментальной биологии и медицины», М., 1927, т. 4, 74, стр. 939; «Журнал прикладной физики», М., 1924, т. 1, вып. 1, стр. 153; Р е б и н д е р П. А. и Т а у б м а н А. Б., там же, М.—Л., 1930, т. 7, вып. 1, стр. 85; Р е б и н д е р П. А., «Журнал физич. химии», М., 1930, т. 7, 4/5; Т а у б м а н А. Б., там же; С е м ч е н о в В. К., «Журнал прикладной физики», М.—Л., 1930; К у н е ц о в В. Д., там же; В у л ф Г. В., Основы кристаллографии, 2 изд., М., 1926; Р е б и н д е р П. А., О влиянии изменений поверхностной энергии на спайность, твердость и др. свойства кристаллов; «Труды 6 Съезда физиков», М., 1928, стр. 29; Ф р е н к е л ь Я. И., Электрическая теория твердых тел, Л., 1924; L a n g m u i r I., «Journal of the American Chemical Society», Easton, Pa., 1916, v. 38; 1917, v. 39; T h o m s o n J. J., Applications of Dynamics to Physics and Chemistry, L., 1888; F r e u n d l i c h H., Kapillarchemie, 4 Aufl., Lpz., 1930; Willows R. S. и N a t-

s c h e k E., Surface Tension a. Surface Energy, 3 ed., L., 1923; Н и с к е л E., Adsorption u. Kapillarkondensation, Leipzig, 1928; G i b b s J. W., Thermodynamische Studien, Lpz., 1892; B a k k e r G., Kapillarität u. Oberflächenspannung, Handbuch d. Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. T. Harms, B. 6, Lpz., 1928; T r a u b e J., «B», 1887, B. 20, p. 2644; R e h b i n d e r P., «Biochem. Ztschr.», 1927, B. 187, p. 19, 31; «Ztschr. phys. Chem.», Lpz., 1924, B. 111, p. 447; 1926, B. 121, p. 103; 1927, B. 129, p. 163; R e h b i n d e r P. u. W e n s t r ö m, «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1930, B. 153, Heft 2; F r u m k i n A., «Ergebn. d. exakten Naturwissensch.» B., 1923, B. 7, p. 235; L e n a r d, «Ann. d. Phys.», Lpz., 1924, 4 Folge, B. 74, p. 74; S a n t o r M., «Wiedemann Annalen d. Phys.», Lpz., 1892, B. 47, p. 399; H e l m h o l t z R., ibid., 1886, B. 27, p. 508; C u r i e P., «Bull. soc. min. de France», P., 1885, t. 8, p. 145; «Ztschr. für Kristallographie», Lpz., 1887, B. 12, p. 651. П. Ребиндер.

ПОВЕРХНОСТЬ, протяженность двух измерений. Она м. б. рассматриваема как предел тела, у которого одно из измерений (толщина) неограниченно убывает, или как след линии (образующей), к-рая непрерывно перемещается в пространстве по определенному закону, причем может в процессе движения или сохранять или изменять свою форму. Если образующая — прямая линия, движение ее дает *линейчатую поверхность* (см.); частные виды линейчатых П.: 1) конические (см. *Коническая поверхность*), все образующие к-рых проходят через одну общую точку; 2) цилиндрические, все образующие к-рых параллельны нек-рой прямой (ось цилиндра); 3) конические (см. *Конус*), образующая к-рых скользит по двум непересекающимся прямым. Если образующая П. плоская кривая, которая, не изменяя своей формы, вращается вокруг некоторой прямой (ось вращения), лежащей в ее плоскости, — получается т. н. П. вращения.

В *аналитической геометрии* (см.) П. определяется как геометрич. место точек, Декартовы координаты которых (x, y, z) связаны одним ур-нем: $F(x, y, z) = 0$ или $z = f(x, y)$. Пример. 1) общее ур-не цилиндрической П.: $F(x - az, y - bz) = 0$, в частном случае, если ось цилиндра параллельна оси OY , ур-не его: $z = f(x)$; 2) ур-не П. вращения, полученной вращением образующей около оси OZ , имеет вид: $z = f(x^2 + y^2)$; о параметрич. форме ур-ня П. см. *Дифференциальная геометрия*.

Ур-не П. $F(x, y, z) = 0$ может быть алгебраическим или содержать символы трансцендентных операций; отсюда деление П. на алгебраические и трансцендентные.

Алгебраич. П. различают по их порядку и классу. Порядком П. называется степень n ее ур-ня, указывающая число точек (действительных или мнимых) пересечения П. с любой прямой. К л а с с П. определяется числом касательных плоскостей (см. *Дифференциальная геометрия*) к данной П., проходящих через любую прямую, заданную вне ее. Для П. n -го порядка класс вообще говоря равен $n(n-1)^2$. Определяется П. n -го порядка

$$\frac{(n+1) \cdot (n+2) \cdot (n+3) \dots - 1}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots} = \frac{n \cdot (n^2 + 6n + 11)}{6}$$

условиями, например заданными точками ее. Произвольная плоскость пересекает П. порядка n по плоской кривой порядка n и класса $n \cdot (n-1)$. Две П. порядков n_1 и n_2 пересекаются по пространственной кривой порядка $n_1 n_2$. Линия пересечения двух

полостей одной и той же Π . служит для нее двойной линией, а линия их соприкосновения — ребром возврата. Любую точку $P(a, b, c)$ пространства, лежащую вне Π . n -го порядка, можно принять за вершину конуса касательных к ней; порядок этого конуса $n \cdot (n-1)$ совпадает с классом плоского сечения Π .; класс его равен классу самой Π ., т. е. $n \cdot (n-1)^2$. Через кривую касания этого конуса с Π . $F(x, y, z) = 0$ проходит так же и Π ., ур-ие к-рой:

$$\frac{\partial F}{\partial x}(x-a) + \frac{\partial F}{\partial y}(y-b) + \frac{\partial F}{\partial z}(z-c) = 0;$$

ее называют по л я р н о ю Π . точки P (плюс) относительно данной Π . О кривизне и других дифференциальных свойствах Π . см. *Дифференциальная геометрия*.

Π . 1-го порядка или плоскость, простейшая из алгебраич. Π ., образуется движением прямой, проходящей через неподвижную точку и пересекающей неподвижную прямую. Плоскость делит пространство на 2 симметрично расположенные части, может неограниченно перемещаться вдоль себя самой и налагаться на самое себя без складок и разрывов. Всякая прямая, имеющая с ней 2 общие точки, целиком принадлежит плоскости. Общее уравнение плоскости

$$Ax + By + Cz + D = 0 \quad (1)$$

1-й степени и имеет 4 коэф-та, т. е. 3 независимых параметра (отношения коэф-тов); поэтому плоскости вполне определяются тремя условиями, напр. тремя заданными точками. Если в ур-ии (1) свободный член $D=0$, плоскость проходит через начало координат. Если A или B или $C=0$, она параллельна соответственно оси OX , OY или OZ . Если $A=D=0$ или $B=D=0$ или $C=D=0$, плоскость проходит через соответствующую ось. Если $B=C=0$ или $C=A=0$ или $A=B=0$, плоскость соответственно перпендикулярна к оси OX , OY или OZ . Если наконец $A=B=C=0$, а $D \neq 0$, то ур-ие плоскости сводится к невозможному равенству $1=0$, к-рое однако можно рассматривать как ур-ие бесконечно удаленной плоскости. Ур-ие плоскости в отрезках:

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1, \quad (2)$$

где $a = -\frac{D}{A}$, $b = -\frac{D}{B}$, $c = -\frac{D}{C}$ — отрезки, отсекаемые ею на осях координат. Угол ξ между двумя плоскостями $A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0$ и $A_2x + B_2y + C_2z + D_2 = 0$ определяется ф-лой:

$$\cos \xi = \frac{A_1A_2 + B_1B_2 + C_1C_2}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2} \cdot \sqrt{A_2^2 + B_2^2 + C_2^2}}, \quad (3)$$

из к-рой вытекает условие параллельности двух данных плоскостей:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{C_1}{C_2} \quad (4)$$

и условие их перпендикулярности:

$$A_1A_2 + B_1B_2 + C_1C_2 = 0. \quad (5)$$

В нормальном ур-ии плоскости

$$x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma - p = 0 \quad (6)$$

параметрами служат длина перпендикуляра p , опущенного из начала координат на плоскость, и направляющие косинусы этого перпендикуляра. Чтобы привести общее ур-ие плоскости (1) к нормальному виду,

его надо умножить на нормирующий множитель

$$N = \pm \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}, \quad (7)$$

причем знак N всегда противоположен знаку свободного члена D ур-ия (1); тогда

$$\left. \begin{aligned} p &= \pm \frac{D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}; \\ \cos \alpha &= \pm \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}; \\ \cos \beta &= \pm \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}; \\ \cos \gamma &= \pm \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

причем $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$. Расстояние d любой точки (x_1, y_1, z_1) от плоскости, данной уравнением (1) или (6), определяется так:

$$\begin{aligned} d &= \frac{Ax_1 + By_1 + Cz_1 + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} = \\ &= x_1 \cos \alpha + y_1 \cos \beta + z_1 \cos \gamma - p; \end{aligned} \quad (9)$$

d отрицательно или положительно в зависимости от того лежит ли начало координат и точка (x_1, y_1, z_1) по одну или же по разные стороны данной плоскости. Расстояние между двумя параллельными плоскостями $A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0$ и $A_1x + B_1y + C_1z + D_2 = 0$ равно:

$$\frac{D_1 - D_2}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}. \quad (10)$$

Совокупность двух плоскостей $F_1 = 0$ и $F_2 = 0$ определяет линию их пересечения, т. е. прямую. Ур-ие

$$lF_1 + kF_2 = 0 \quad (11)$$

при постоянном k есть ур-ие нек-рой плоскости, проходящей через эту прямую; если же k — переменный параметр, ур-ие (11) представляет пучок плоскостей, т. е. совокупность всех плоскостей, проходящих через эту прямую (ось пучка). Три плоскости $F_1 = 0$, $F_2 = 0$ и $F_3 = 0$ пересекаются вообще говоря в одной точке. Ур-ие

$$lF_1 + kF_2 + lF_3 = 0 \quad (12)$$

при постоянных k и l есть ур-ие плоскости, проходящей через эту точку; если k и l — переменные параметры, это уравнение дает связь между плоскостями, т. е. всю совокупность их, проходящую через эту точку (центр связки).

Π . 2-го порядка. Связкою лучей и плоскостей называется вся совокупность тех и других, проходящая через одну общую точку (центр или носитель). Две связки находятся в коррелятивном соответствии, если каждому лучу любой из них соответствует определенная плоскость другой, и наоборот; если луч одной из этих связок перемещается в нек-рой плоскости, соответствующая ему плоскость другой вращается около нек-торой прямой. Вообразим две коррелятивные связки с различными носителями. Точки пересечения каждого луча любой из них с соответствующей плоскостью другой образуют одно и то же геометрич. место, называемое Π . 2-го порядка.

Общие свойства. Уравнение Π . 2-го порядка

$$a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + 2a_{12}xy + 2a_{23}yz + 2a_{31}xz + 2a_{14}x + 2a_{24}y - 2a_{34}z + a_{44} = 0$$

2-й степени относительно координат и содержит 10 коэф-тов, т. е. 9 независимых параметров, почему эта П. определяется 9 условиями, напр. 9 заданными точками или 9 касательными плоскостями ее. П. 2-го порядка в то же время и 2-го класса, откуда следует: 1) со всякой прямой она пересекается в двух точках действительных или мнимых, лежащих на конечном расстоянии или в бесконечности, раздельных или слившихся; прямая, имеющая с П. 2-го порядка более двух общих точек, целиком принадлежит ей (прямолинейная образующая). 2) Через каждую прямую пространства проходит не более двух плоскостей, касательных к П. 2-го порядка. Произвольная плоскость пересекает ее по *коническому сечению* (см.), действительному или мнимому. Сечения параллельными плоскостями — подобные и подобно расположенные кривые 2-го порядка. Касательная плоскость пересекает П. 2-го порядка по коническому сечению, распавшемуся на пару действительных или мнимых прямых, пересекающихся в действительной точке (точка прикосновения касательной плоскости); если же кривая пересечения распадается на пару слившихся прямых, точка прикосновения становится неопределенной и касание происходит вдоль всей этой прямой (конус и цилиндр). В случае П. 2-го порядка для любой точки $P(a, b, c)$ пространства (полюс) полярная П. представляет плоскость, ур-ие к-рой:

$$a(a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a_{14}) + b(a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + a_{24}) + c(a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z + a_{34}) + (a_{41}x + a_{42}y + a_{43}z + a_{44}) = 0$$

и к-рая называется *полярной* относительно данной П. Для всякого луча, проходящего через полюс, точки встречи с П. гармонически сопряжены (см. *Конические сечения*) с полюсом и с точкой пересечения луча с полярной плоскостью. Если полюс перемещается по прямой, полярная плоскость его вращается около нек-рой другой прямой; свойство это взаимно, почему прямые эти называются *взаимными полярными*. Если полюс перемещается в некоторой плоскости, полярная плоскость его вращается вокруг неподвижной точки, полюса первой плоскости. Если полюс лежит на самой П. 2-го порядка, полярная плоскость обращается в касательную. Если из 4 точек каждые 3 лежат в полярной плоскости 4-й, они являются вершинами так наз. полярного тетраэдра; каждая пара П. 2-го порядка имеет нек-рый общий полярный тетраэдр. Полюс бесконечно удаленной плоскости называется центром П. 2-го порядка; все ее хорды делятся в нем пополам; он удаляется в бесконечность, если П. касается бесконечно удаленной плоскости (параболоиды). Через центр проходят 3 главные плоскости, к-рые перпендикулярны к направлениям их бесконечно удаленных полюсов и которые пересекаются по 3 главным осям П. Главные плоскости являются плоскостями, а главные оси — осями симметрии П. 2-го порядка. Координаты центра определяются из системы ур-ий:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a_{14} &= 0 \\ a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + a_{24} &= 0 \\ a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z + a_{34} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

К л а с с и ф и к а ц и я. Если поместим начало прямоугольной системы координат в центре П. 2-го порядка и совместим координатные плоскости с главными ее плоскостями, получим *каноническое ур-ие* П., содержащее только члены с квадратами координат и свободный член. Коэф-ты этого ур-ия выражаются через полуоси П. a, b и c . В зависимости от знаков коэф-тов и от обращения нек-рых из них в нуль, ур-ие это изображает различные типы *центральны*х П. 2-го порядка.

1) Все 4 коэф-та одного знака:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = -1$$

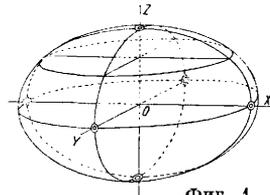
—мнимый эллипсоид. 2) Знак свободного члена противоположен знаку остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

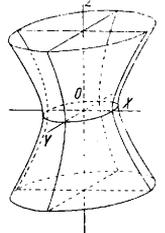
—действительный эллипсоид (фиг. 1). Вся П. лежит на конечном расстоянии; всякая плоскость пересекает ее по эллипсу действительному или мнимому. 3) Знак свободного члена противоположен знаку лишь двух остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

—однополый гиперболоид (фиг. 2). П. состоит из одной полости, неограниченно простирающейся в обе стороны; произвольная плоскость пересекает ее по действитель-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

ному конич. сечению. 4) Знак свободного члена противоположен знаку лишь одного из остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1$$

—двуполый гиперболоид (фиг. 3); он состоит из двух бесконечных полостей; произвольная плоскость пересекает П. по действительному или мнимому коническому сечению.

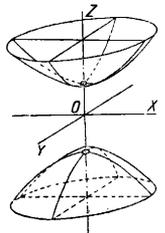
5) Свободный член равен нулю — конусы 2-го порядка а) Все оставшиеся коэф-циенты одного знака:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0$$

—мнимый конус. Единственная действительная точка поверхности — центр ее $(0,0,0)$, лежащий в вершине конуса. б) Оставшиеся коэф-ты разных знаков:

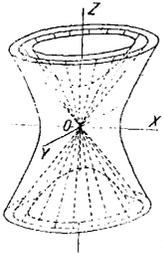
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$$

—действительный конус; он неограниченно простирается в обе стороны; всякая плоскость пересекает его по действительному конич. сечению. Если в уравнении конуса и в ур-иях однополых и двуполых гиперболоид-



Фиг. 3.

дов величины a , b и c одинаковы, у-рие представляет асимптотический конус (фиг. 4), образующими к-рого служат асимптотами плоских сечений, проходящих через общий центр обоих гиперболоидов. Однополюй гиперболоид находится вне, а дву-полюй—внутри этого конуса. 6) Один из коэф-тов при квадратах координат равен нулю, свободный член не равен нулю—цилиндры 2-го порядка; они простираются в бесконечность, имеют целую линию центров (ось цилиндра). а) Все оставшиеся коэффициенты одного знака:



Фиг. 4.

б) Знак свободного члена обратен знаку двух остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = -1$$

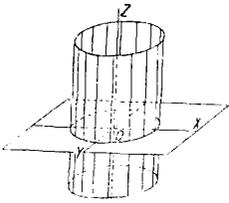
—мнимый цилиндр. б) Знак свободного члена обратен знаку двух остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

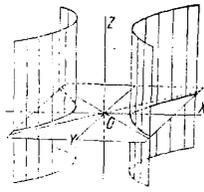
—эллиптический цилиндр (фиг. 5); сечение произвольной плоскостью дает эллипс или пару параллельных прямых. в) Знак свободного члена обратен знаку одного из остальных:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

—гиперболич. цилиндр (фиг. 6); плоское сечение—гипербола или пара параллельных прямых. 7) Свободный член и один из



Фиг. 5.



Фиг. 6.

коэф-тов при квадратах координат—нули: пара пересекающихся плоскостей; причём а) знаки оставшихся коэф-тов одинаковы:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 0$$

—пара мнимых плоскостей, пересекающихся по действительной прямой (линия центров); б) знаки оставшихся коэф-тов различны:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 0$$

—пара действительных плоскостей, для которых линия пересечения служит линией центров. 8) Два из коэф-тов при координатах равны нулю, свободный член $\neq 0$: пара параллельных плоскостей; П. имеет целую плоскость центров. а) Оставшиеся коэф-ты одного знака:

$$\frac{x^2}{a^2} = -1$$

—пара мнимых параллельных плоскостей. б) Оставшиеся коэф-ты разных знаков:

$$\frac{x^2}{a^2} = 1$$

—пара действительных параллельных плоскостей. 9) Три из коэф-тов у-рия обра-щатся в нуль—пара сливающихся плоскостей.

а) Свободный член равен нулю: пара действительного слияния плоскостей. б) Свободный член не равен нулю; $\pm 1 = 0$ рассматривается как у-рие бесконечно удаленной плоскости (дважды взятой).

Остальные П. 2-го порядка имеют центр в бесконечности, почему их у-рие нельзя свести к одному из рассмотренных видов, но они имеют 2 плоскости симметрии, и соответствующим выбором системы координат можно достигнуть того, чтобы уравнение их содержало только квадраты двух координат и первую степень третьей. Здесь возможны три случая: 10) Коэффициенты при квадратах координат одного знака:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{2z}{c}$$

—эллиптич. параболоид (фиг. 7); он состоит из одной полости, уходящей в бесконечность; сечение произвольной плоскостью—действительный или мнимый эллипс или парабола. 11) Коэф-ты при квадратах координат разных знаков:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = \frac{2z}{c}$$

—гиперболич. параболоид (фиг. 8). П. простирается в бесконечность, имеет седлообразную форму, плоское сечение—гипербола или парабола. 12) Один из коэффициентов при квадратах координат обращается в нуль:

$$\frac{x^2}{a^2} = \frac{2z}{c}$$

—параболич. цилиндр, уходит в бесконечность, имеет бесконечно удаленную прямую центров; плоское сечение—парабола или пара параллельных прямых.

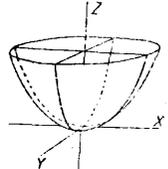
Прямолинейные образующие П. 2-го порядка принадлежат к числу линейчатых кроме конуса и цилиндра только однополюй гиперболоид

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

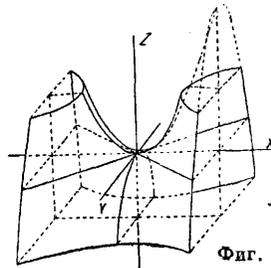
и гиперболич. параболоид

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = \frac{2z}{c}$$

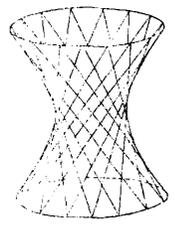
Обе эти П.—частные случаи кривых второго порядка; обе имеют по 2 серии прямолинейных образующих; каждая прямая одной серии пересекает все прямые другой и не пересекает ни одной прямой своей системы. Урав-



Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

нения образующих однополлого гиперболоида (фиг. 9):

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{a} + \frac{y}{b} &= k \left(1 + \frac{y}{b} \right) \\ k \left(\frac{x}{a} - \frac{z}{c} \right) &= 1 - \frac{y}{b} \end{aligned} \right\} \text{1-я серия;}$$

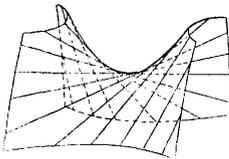
$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{a} + \frac{z}{c} &= l \left(1 - \frac{y}{b} \right) \\ l \left(\frac{x}{a} - \frac{z}{c} \right) &= 1 + \frac{y}{b} \end{aligned} \right\} \text{2-я серия.}$$

Ур-ия образующих гиперболического параболоида (фиг. 10):

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{a} + \frac{y}{b} &= k \\ k \left(\frac{x}{a} - \frac{y}{b} \right) &= \frac{2z}{c} \end{aligned} \right\} \text{1-я серия;}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{y}{b} &= l \\ l \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} \right) &= \frac{2z}{c} \end{aligned} \right\} \text{2-я серия.}$$

Для этой П. все образующие 1-й серии параллельны плоскости



Фиг. 10.

все образующие 2-й серии параллельны плоскости

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 0;$$

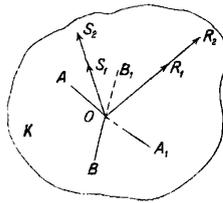
$$\frac{x}{a} - \frac{y}{b} = 0.$$

Характерным свойством настоящих линейчатых П. 2-го порядка является то обстоятельство, что сечение этих П. любой плоскостью всегда действительное.

Лит.: В л а с о в А. К., Курс высшей математики, т. 1, Аналитич. геометрия, дифференциальное и интегральн. исчисления, М.—Л., 1925; D a r b o u x G., Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal, p. 1—4, P., 1896—1914; D a r b o u x G., Principes de géométrie analytique, P., 1917; S a l m o n G.—F i e d l e r W., Anal. Geometrie des Raumes, V. 1, 5 Aufl., B.—Lpz., 1922—23. См. Аналитическая геометрия, Дифференциальная геометрия. В. К о н о в а л о в а.

Поверхности второго порядка находят большое применение в различных областях знания и практики. В геодезии для графического изображения поверхности земли на основании съемок принимается за исходную поверхность эллипсоид, так называемый эллипсоид вращения Бесселя, у которого $a = 6\,377\,397,1550 \text{ м}$, $b = 6\,356\,078,963 \text{ м}$, эксцентриситет $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = 0,0066743721$ и сжатие (приплюснутость) $p = \frac{a - b}{a} = \frac{1}{299,1528}$.

В кристаллооптике большую роль играет эллипсоид показателей преломления (теория Френеля). Если в кристаллическом веществе K (фиг. 11) из какой-либо точки O выбрать произвольное направление OR_1R_2 для луча, то по этому направлению могут пройти вообще два луча с взаимно перпендикулярными направлениями колебаний OA и OB . Обозначая показатели преломления этих колебаний через n_1 и n_2 , откладывают в обе стороны



Фиг. 11.

на направлениях колебаний OA и OB отрезки, пропорциональные этим показателям преломления. Показатели преломления n_1 и n_2 вообще различны. Через ту же точку O выбирают новое направление OS_1S_2 для луча и строят подобно предыдущему новые 4 точки. Опыт показывает, что если проделать такое же построение точек для всевозможных лучей, проходящих через точку O , то все построенные точки будут лежать на эллипсоиде с центром в точке O и с различными полуосями a, b, c . Любой радиус-вектор этого эллипсоида будет выражать показатель преломления луча, распространяющегося перпендикулярно к нему (точно или приблизительно) и колеблющегося в направлении радиуса-вектора. В частном случае этот эллипсоид может обратиться в эллипсоид вращения и в шар.

Остановимся еще на анизотропных телах—кристаллах (кроме кристаллов правильной системы) и приведем другой пример эллипсоида—эллипсоида деформации (тензорный эллипсоид). Если кристалл подвергнуть даже равномерному нагреванию, то вследствие анизотропности расширения его по различным направлениям происходит различно. Три главных направления кристалла X, Y и Z будут главными осями и расширения, взаимно перпендикулярными. Обозначим коэф-ты расширения на осях соответственно через a, b и c . Вектор \vec{A} , проведенный из начала координат, после расширения превратится в вектор \vec{B} , причем составляющие A_x, A_y, A_z вектора \vec{A} будут связаны с составляющими B_x, B_y, B_z вектора \vec{B} ур-иями:

$$B_x = aA_x, \quad B_y = bA_y, \quad B_z = cA_z.$$

Вектор \vec{B} будет отличаться от вектора \vec{A} по величине и, вообще говоря, по направлению. Т. о. любой вектор \vec{r} с проекциями x, y, z превратится после нагревания в вектор \vec{r}' с проекциями x', y', z' , причем

$$x' = ax, \quad y' = by, \quad z' = cz.$$

Пусть до нагревания кристалла $\vec{r} = 1$; тогда концы всех таких радиусов-векторов будут лежать на шаровой поверхности

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$

После расширения кристалла эта поверхность обратится в

$$\left(\frac{x'}{a}\right)^2 + \left(\frac{y'}{b}\right)^2 + \left(\frac{z'}{c}\right)^2 = 1,$$

т. е. эллипсоид с полуосями a, b и c . Очевидно справедливо и обратное заключение: шар, образовавшийся после нагревания, был эллипсоидом до нагревания. Если скалярное произведение

$$\vec{r}\vec{r}' = xx' + yy' + zz'$$

приравнять постоянной величине, напр. 1, и выразить x', y', z' через x, y, z и наоборот, то получим два эллипсоида деформации (тензорные эллипсоиды):

$$ax^2 + by^2 + cz^2 = 1,$$

$$\frac{x^2}{a} + \frac{y^2}{b} + \frac{z^2}{c} = 1.$$

Правда, при некоторых значениях a , b и c могут получиться и гиперболоиды. В теории пирозлектричества именно и рассматривается этот тензорный (центральный) тип пирозлектричества, обнаруживаемый равномерным изменением ϵ^0 кристаллов (см. *Спр. ТЭ*, т. V, стр. 111). Такой же тензорный эллипсоид получается и в теории упругости — эллипсоид напряжений.

Гиперболоидальная поверхность находит применение напр. в машиностроении. Различают три рода зубчатых колес: цилиндрические, если оси валов параллельны, конич. зубчатые колеса, если оси пересекаются под некоторым углом, и наконец гиперболоидальные *зубчатые колеса* (см.), если оси валов совсем не пересекаются. Гиперболоид осуществляется в конструкции инж. Шухова (Шаболовская радиостанция, Петровск-Разумовская водокачка).

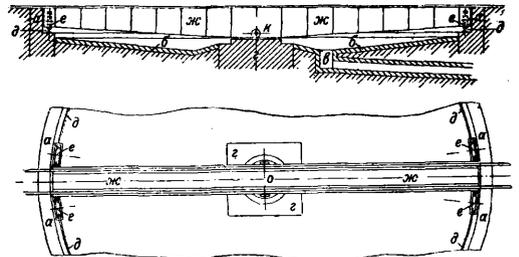
При изготовлении зеркал для прожекторов и автомобилей (см. *Параболическое зеркало*) применяют параболическую поверхность. Параболические зеркала применяются и в астрономии для рефлекторов. Параболы, зеркала бывают стеклянные и металлические, у последних — поверхность параболаид вращения.

Д. Моляновский.

ПОВОРОТНЫЕ УСТРОЙСТВА, поворотные круги и приспособления для поворачивания паровозов. Поездной паровоз может развивать полностью возможную для него скорость, только следуя передним ходом. Такое положение паровоза в большей мере обеспечивает и безопасность следования поезда. Только специальные танковые паровозы могут безразлично двигаться с одинаковой скоростью как передним, так и задним ходом. Поэтому в тех пунктах ж. д., откуда паровозы должны возвращаться обратно в свое основное депо, а также в этих депо устраиваются приспособления для поворота паровозов. Наиболее распространенными из них являются поворотные круги.

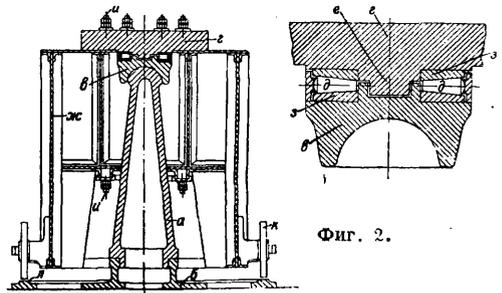
Поворотный круг обычно состоит из железной фермы, образуемой двумя продольными клепаными из листового железа балками, скрепленными несколькими поперечными скрепами. Посредине фермы устраивается опора, вокруг к-рой ферма может вращаться. По верхним поясам балок фермы проложены рельсы. Расстояние между рельсами такое же, как и в пути, а по высоте рельсы расположены т. о., что служат продолжением рельсовых путей, ведущих на круг. Паровоз с тендером въезжает на рельсы фермы, вместе с ней поворачивается вокруг центральной опоры и становится в нужном направлении. Для поддержания концов фермы поворотного круга при входе на него паровоза, к концам фермы приклепываются поперечные балки, несущие на себе колеса, к-рыми концы фермы и опираются на круговой рельс, расположенный по окружности, описываемой ее концами. По конструкции своих ферм поворотные круги разделяются на уравновешенные и неуравновешенные. Уравновешенные поворотные круги после установки на них паровоза опираются только на свою центральную опору и только на ней и вращаются. Колеса концевые тележек фермы при поворачивании

паровоза не должны опираться на круговой рельс и они воспринимают на себя часть веса паровоза только при входе паровоза на круг и сходе с него. У неуравновешенных кругов балки фермы делают разрезными; они состоят из двух отдельных частей, соединенных шарниром в средней части фермы у опоры. Поэтому концевые тележки ферм неуравновешенных кругов всегда опираются своими колесами на круговой рельс и при нахождении паровоза на кругу всегда воспринимают на себя часть его веса. Наиболее распространенный тип уравновешенного поворотного круга показан на фиг. 1 и 2. Для установки круга в земле делается чашеобразное углубление (фиг. 1) с верти-



Фиг. 1.

кальными стенками a и наклонным к центру дном b , называемое котлованом круга. Вертикальные стенки котлована облицовываются крепким камнем или делаются бетонными. Дно котлована покрывается хорошей мостовой или тщательно бетонируется. Для того чтобы в котловане круга не застаивалась вода, из котлована д. б. устроен надежный отвод воды в коллектор. В центре котлована o устраивается солидный фундамент z для центральной опоры круга, рассчитываемый на нагрузку его весом вместе с паровозом и тендером в рабочем состоянии. По окружности котлована круга на расстоянии около 0,5 м от



Фиг. 2.

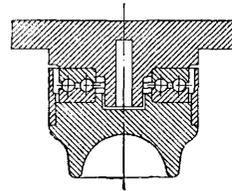
его вертикальной стенки укладывается круговой рельс d , на к-рый при входе паровоза ферма круга и опирается своими концевыми колесами e . Чтобы избежать затруднения при вращении фермы круга, круговой рельс д. б. тщательно выверен по ватерпасу и тщательно укреплен на каменных, бетонных или в крайности деревянных подкладках. Фермы же поворотных кругов для поворачивания современных больших паровозов делаются из листов железа толщиной до 15 мм, а их поперечные скрепы из листов

толщиной до 10 мм. В том случае, если грунтовые воды в месте установки круга низки и нет опасения, что котлован круга будет заливаться подпочвенными водами, ферма поворотного круга делается вида, изображенного на фиг. 1, и в средней своей части достигает высоты до 1½ м. При высоких грунтовых водах ферма делается более низкой, но для прочности устраивается в виде раскосной балки с ездой понизу. Ферма уравновешенного поворотного круга, опираясь на центральную опору или головку круга, не должна касаться концевыми колесами кругового рельса. Регулирование подъема фермы над круговым рельсом достигается при помощи установочных болтов и (фиг. 2), на к-рых подвешивается ферма. Для того чтобы при входе паровоза на поворотный круг не происходило сильных ударов концевых колес фермы о круговой рельс, могущих расстроить и повредить соединения фермы, иногда устраивают особые подкладные клинья или эксцентрично насаженные кулаки, к-рые приводятся в действие при помощи привода и создают временную опору концов фермы на круговой рельс, препятствуя т. о. колебаниям фермы и ударам ее концевых колес о круговой рельс. Для того же чтобы ферма круга после установки ее против нужного пути не могла сдвинуться с места, по концам ее устраиваются или задвижки, задвигаемые при помощи приводов в особые гнезда в вертикальной стенке котлована, или закладки, забрасываемые в вырезы скоб, скрепляющих концы рельсов, подходящих к кругу.

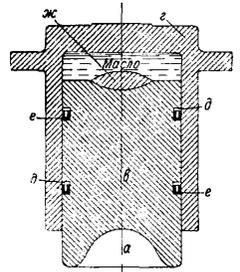
Центральные опоры или головки поворотных кругов устраиваются различным образом. На фиг. 2 показана роликовая головка системы Селлерса и ее соединение с фермой поворотного круга. Головка сист. Селлерса состоит из колонны *a*, опирающейся на фундамент при помощи широкого опорного кольца *b*. Верхний конец колонны *a* обточен по шаровой поверхности, и на него опирается нижняя часть головки круга *e*, низ к-рой имеет шаровое углубление, соответствующее верхней части колонны *a*. Над нижней частью головки *e* расположена верхняя ее часть *г*, к которой подвешена на болтах *и*, *и* ферма круга *жс* и к-рая опирается на нижнюю часть головки при помощи ряда конич. роликов *д* (фиг. 2), облегчающих скольжение верхней части головки по нижней. Для большей устойчивости верхняя часть головки снабжена шипом *e*, входящим в соответствующее углубление нижней части. Ролики *д* располагаются по всей окружности головки лишь с небольшим зазором между ними. Они делаются из лучшей стали и тщательно обтачиваются и закаляются. Для того чтобы при работе круга каленые ролики не срабатывали тела чугунных частей головки *e* и *г*, в головку вкладываются опорные стальные каленые шайбы *з*, по которым и происходит перекашивание роликов *д*. Во избежание перекашивания фермы круга в поперечном направлении, по бокам ее, в центральной части, возле головки устраиваются колеса *к*, могущие в случае нужды опереться на круговой выступ *л* опорного кольца *b*. Оси колес *к* устроены

эксцентричными и при поворачивании их в их гнездах позволяют несколько приподнимать или опускать колеса, к-рые устанавливаются т. о., чтобы при нормальном положении круга, нагруженного паровозом, они все же не касались выступа *л*, и одно из них приходило в соприкосновение с этим выступом только при перекашивании фермы круга. Иногда вместо роликовой головки сист. Селлерса устраивается шариковая головка (фиг. 3), в которой ролики заменены шариками.

Довольно распространенной на дорогах Юга СССР является также гидравлич. головка сист. Блюмберга, показанная в разрезе на фиг. 4. Эта головка также состоит из нижней части *а*, опирающейся шаровой выточкой *a* на шар колонны, и верхней части *г*, к которой подвешивается ферма круга. Верхняя часть головки *г* представляет собой цилиндр, в который входит нижняя



Фиг. 3.

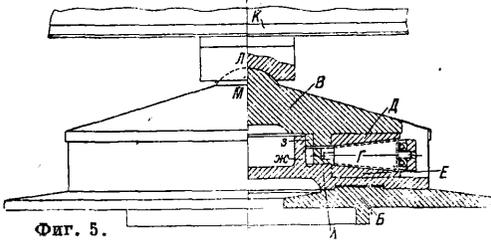


Фиг. 4.

часть *e* в виде плотно приточенного к цилиндру поршня. Между цилиндром и поршнем головки наливают масло, к-рое и заменяет собой ролики или шарики в головках сист. Селлерса. Во избежание пропуска масла между поршнем и цилиндром, в теле поршня сделаны выточки *д*, куда закладываются кожаные манжеты *e*, к-рые под давлением жидкости плотно прижимаются к поверхности цилиндра *г* и препятствуют вытеканию масла. Для возможности повернуть круг при случайной утечке масла или же порче круга, между частями *e* и *г* иногда прокладывают стальную, чисто обточенную чечевицу *жс*, на к-рую и садится верхняя часть головки. При хорошей коже манжет гидравлич. головка работает без их смены до полугода и более, причем круг вращается легче, чем при роликовой головке.

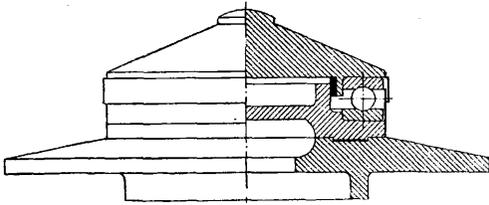
Роликовые и шариковые головки сист. Селлерса, а также и гидравлич. головки хорошо работают при паровозах среднего размера. При более тяжелых паровозах ролики начинают лопаться, сбиваются со своего радиального направления и требуют частого осмотра и ремонта; гидравлич. же головки начинают пропускать масло. Поэтому для поворачивания более тяжелых паровозов на ж. д. применяют более солидные головки вроде роликово-шариковой головки сист. Становского и Рубана, изображенной на фиг. 5. В этой головке высокая колонка, служащая для опоры на нее головки круга, отсутствует, а нижняя часть головки *A* опирается непосредственно на установочное кольцо *B*. На нижнюю часть головки *A* накладываются ее верхняя часть *B*, к-рая и опирается на нее при помощи

роликов Г и опорных шайб Д и Е. Во избежание сдвига верхней части головки относительно нижней, выступ последней *жс* входит в соответствующее углубление верхней части, и между ними прокладывается медное кольцо з. Ролики, служащие для поворота



Фиг. 5.

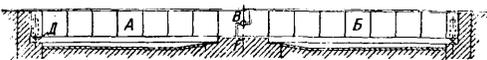
круга, делаются по длине и по диаметру значительно большими, чем в головке сист. Селлера (около 130 мм в толстом конце); они снабжены по концам направляющими цапфами, которыми и входят в назначенные для этого гнезда в нижней части головки. Для облегчения вращения ролик снабжается в своем толстом конце шариковыми подшипниками. Вся головка располагается внизу непосредственно на установочной плите, а ферма круга *К* опирается на головку при помощи прикрепленной к ней на болтах подушки *Л* и может качаться в продольном направлении на выступе *М* верхней части головки круга. Иногда ролик и в этой головке заменяется шариками диам. ~90 мм



Фиг. 6.

(фиг. 6). Уравновешенные круги, расходуя сравнительно немного энергии на поворачивание паровоза, в то же время требуют точной установки и уравновешивания паровоза на ферме. При тяжелых мощных паровозах это требует значительного времени и является делом нелегким, поэтому в настоящее время, переходя к тяжелым паровозам, переходят к системе неуравновешенных, или трехопорных, кругов.

Неуравновешенные, или трехопорные, круги имеют вид, показанный на фиг. 7. Ферма круга состоит из

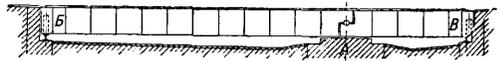


Фиг. 7.

двух частей *А* и *Б*, соединенных над головкой круга при помощи шарнира *В*. Кроме центральной опоры *Г* ферма круга постоянно опирается колесами концевых тележек на круговой рельс *Д*, и вес паровоза и тендера распределяется на все три опоры. Так как при неуравновешенных кругах нет необходимости точно устанавливать паровоз

на ферме, то такие круги для одних и тех же паровозов можно делать несколько короче уравновешенных. В то же время они требуют и меньше времени для установки паровоза. Однако благодаря большой нагрузке на концевые тележки фермы для поворота паровозов требуется развить значительно большие усилия сравнительно с уравновешенными кругами. Трехопорные круги очень распространены на америк. ж. д., имеющих особо тяжелые типы паровозов, и делаются там длиной до 30 и даже 37 м (120'). В настоящее время они начинают строиться и в СССР взамен старых уравновешенных кругов. Устройство деталей трехопорных поворотных кругов не отличается от уравновешенных кругов, но приходится делать их значительно более солидными по весу.

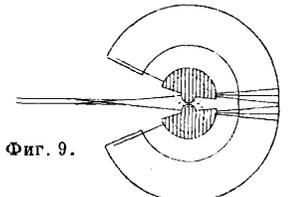
Поворотные тележки. Иногда, особенно при перестройке старых депо, для помещения более мощных паровозов, при ограниченности места, приходится вместо



Фиг. 8.

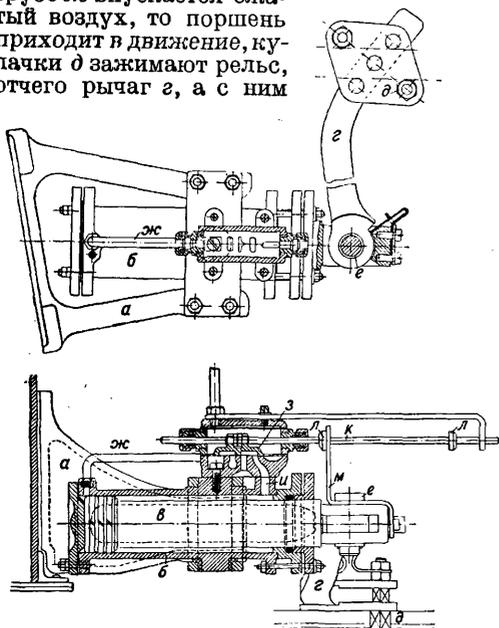
поворотных кругов устраивать поворотные тележки. Поворотные тележки представляют собой тот же неуравновешенный круг, но центр вращения его *А* (фиг. 8) расположен не посередине фермы, а ближе к одному ее краю, и концы фермы *Б* и *В* совершают движение по окружностям разных диаметров. Схема установки таких поворотных тележек показана на фиг. 9, где благодаря отсутствию места для двух кругов пришлось прибегнуть к установке двух поворотных тележек.

Вращение поворотных кругов совершается или вручную, или сжатым воздухом, или электричеством. Поворачивание поворотного круга вручную производится или при помощи простых водил в виде деревянных бревен, укрепляемых по концам фермы, или при помощи лебедки с зубчатой передачей, причем последняя шестерня лебедки сцепляется с зубчатой рейкой, укрепленной вдоль вертикальной стенки котлована круга. Вращение поворотного круга вручную требует большого расхода рабочей силы круговщиков и значительного времени, поэтому этот способ вращения постепенно начинает уступать место механизации. Дешевым и удобным для местностей, не имеющих электрич. тока, является поворачивание круга при помощи воздушного круговоротчика, показанного на фиг. 10, особенно удобоприменимого для поворота уравновешенных кругов и имеющего следующее устройство. К ферме поворотного круга, близ конца ее у кругового рельса, укрепляется на кронштейне *а* цилиндр *б*, могущий несколько поворачиваться относительно кронштейна *а* на прилитых к нему цапфах. Внутри цилин-



Фиг. 9.

дра *б* может перемещаться пустотельный поршень *в*. К концу поршня *в*, выходящему из цилиндра *б*, шарнирно прикреплен одним своим концом рычаг *г*. Другой конец рычага *г* идет к круговому рельсу и охватывает его своими кулачками-зажимами *д* (лягушкой). Когда в заднюю часть цилиндра по трубе *ж* впускается сжатый воздух, то поршень приходит в движение, кулачки *д* зажимают рельс, отчего рычаг *г*, а с ним



Фиг. 10.

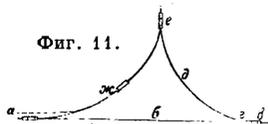
и поршень *в* остаются на месте, а цилиндр *б* вместе с кронштейном *а* и концом фермы поворотного круга отталкиваются от поршня и перемещаются по окружности кругового рельса. При впуске воздуха по каналу *и*, устроенному внутри тела цилиндра, на другую переднюю сторону поршня рычаг *г* несколько поворачивается в шарнире *е*, вследствие чего кулачки *д* освобождают рельс, и рычаг *г* передвигается вперед вместе с поршнем *в*. При новом впуске воздуха в заднюю часть цилиндра рычаг снова поворачивается в шарнире *е*, снова зажимает рельс своими кулачками и т. д. Т. о. концы фермы поворотного круга передвигаются отдельными толчками вдоль кругового рельса, пока ферма не станет в желаемое положение. Перемена хода поршня и распределение воздуха производится золотником *з*, шток к-рого *к* несет на себе две упорных шайбы *л* и связан с концом поршня *в* при помощи поводка *м*. При подходе поршня *в* к одному из его крайних положений поводок *м* упирается в одну из шайб *л* и передвигает золотник, меняя тем направления впуска воздуха и движения поршня. Пуск круговоротчика в ход и его остановка производятся простым поворотом крана на трубе, подводящей воздух к золотниковой коробке прибора. Сжатый воздух берется от прибывающих паровозов, имеющих воздушный тормоз. Для поворота паровозов, не имеющих воздушного тормоза, у круговоротчика устраивается резервуар для запаса сжатого воздуха. Простой по конструк-

ции прибор позволяет производить поворот паровозов значительно быстрее, чем вручную, и исключает необходимость наличия нескольких человек круговозчиков.

Там, где имеется электрический ток, очень удобно поворачивать поворотный круг при помощи электричества. Практикуемые для этого устройства бывают двойного вида: или колеса концевых тележек фермы круга связываются зубчатой передачей с электромотором, и концевая тележка образует собой как бы электровоз,двигающийся по круговому рельсу, или же движение от электромотора передается при помощи червячной передачи горизонтально расположенной шестерне, сцепляемой с зубчатой рейкой, укрепленной на вертикальной стенке котлована по всей его окружности. Первая конструкция годится только для неуравновешенных кругов и неприменима для уравновешенных, вторая применима и для тех и для других. Для избежания остановки работы круга при порче электромотора, на поворотных кругах, особенно неуравновешенных, следует устанавливать по два мотора, по одному на каждом конце фермы, из к-рых один является резервным. В америк. депо, выпускающих в течение суток большое число тяжелых паровозов, кроме двух электромоторов устанавливается еще двигатель, работающий сжатым воздухом и пускаемый в ход в случае перерыва в подаче тока электростанцией. Мощность моторов, служащих для вращения поворотного круга, зависит от конструкции последнего и от веса поворачиваемых паровозов. При уравновешенных кругах можно обходиться моторами мощностью в 3—5 HP. Неуравновешенные круги требуют моторов в 15—20 HP и даже более.

Т. к. поворотный круг является одной из ответственных установок в депо и порча поворотного круга всегда вызывает большое замешательство в движении поездов, особенно при веерных депо, то на содержание поворотного круга и своевременный ремонт его частей надлежит обращать особое серьезное внимание. С этой целью д. б. вполне обеспечена возможность быстрой замены поврежденных частей круга. Все наиболее часто портящиеся части, в роде роликов, опорных шайб и других частей головки, шестерен электропередачи или частей круговоротчика и т. д., должны всегда иметься в достаточном запасе. Самая работа по смене частей поворотного круга в целях ее быстроты д. б. механизирована. Для этого очень полезно иметь в каждом депо специальную тележку с винтовым приспособлением, позволяющим быстро поднять центральную головку круга для ее осмотра и ремонта. В помещенном на этой же тележке ящике должны храниться и все наиболее ходовые запасные части круга. На случай длительной порчи и ремонта поворотного круга (а в местностях, могущих подвергнуться случайностям войны,— обязательно) д. б. устроены дополнительные резервные устройства для поворачивания паровозов в виде тр-ков, образуемых ж.-д. рельсовыми путями. При устройстве тр-ка вида, показанного на фиг. 11, паровоз по пути

а входит на сторону тр-ка б, доходит до тупика в, далее, после перевода стрелки з, переходит по пути д в тупик е и оттуда после перевода соответствующих стрелок по стороне тр-ка ж выходит вновь на путь а уже повернутым на 180°. При большом числе поворачиваемых паровозов выход паровозов вместо пути а производится на путь, параллельный первому. Так как устройство тр-ка требует значительного места, к-рое не всегда имеется на станции, то иногда вместо устройства тр-ка прибегают к устройству пятиугольника с пересекающимися сторонами, требующего несколько меньше места.



Лит.: Короткевич М., Линейные устройства для содержания и ремонта подвижного состава, стр. 35—41, М., 1930; Васильев Г. П., Тяговое хозяйство, стр. 55—61, М., 1931; Тепенкичев К. К., Тяговое хозяйство, Общее устройство и эксплуатация, стр. 150—156, 2 изд., М., 1930; Поворотные круги, «Транспортный Хütte», часть 2, вып. 7—8, стр. 855—856, М., 1927; Железнодорожная энциклопедия, М., 1926; «Труды 35 Съезда инженеров тяги», М., 1930, стр. 161—164; Fränkeli S., Drehscheiben u. Schiebehöfen, Enzyklopädie d. Eisenbahnwesens, hrsg. v. V. Köll. B. 3, 2. Auflage, B.—W., 1912; Anger R., Drehscheiben u. Schiebehöfen, Ibid.; Railway Engineering a. Maintenance Cyclopaedia, 2 ed., N. Y., 1926. Г. Васильев.

ПОГЛОТИТЕЛИ, в технологии — тела, способные извлекать из гомогенной системы отдельные ее составные части. Поглотители применяются с целью извлечения веществ из газовой смеси или раствора, очистки их от нежелательных примесей и загрязнений или наконец для полного разделения на составные части. В качестве П. употребляют: твердые тела (активированный уголь, хлористый кальций), жидкости (воду, растворы кислот, щелочей) и в редких случаях газы. Кроме упомянутых наиболее употребительными П. являются: животный уголь, силикагель, гидрат окиси алюминия, каолин, серная кислота, торфяной порошок, натронная известь и ряд др. Огромное число разнообразнейших хим. реагентов применяется в различных случаях как П. Иногда П. имеют довольно сложный состав. Так напр., химич. поглотитель в пропивогазах состоит из силикатной основы, гидрата окиси кальция, цемента, едкого натра, марганцовокислого натрия и кроме того содержит еще нек-рое определенное количество влаги.

Механизм действия П. и процессы, происходящие при поглощении, в различных случаях различны, иногда довольно сложные и отчасти не вполне еще выяснены. В основном поглощение обуславливается как физико-химич. процессами—*абсорбцией* (см.), *адсорбцией* (см.) и капиллярной конденсацией, так и хим. реакциями. По преимущественному, а иногда и исключительно значению одного из этих факторов в процессе поглощения П. с физико-химич. точки зрения м. б. разбиты на 3 группы: абсорберов (растворителей), адсорберов и химич. поглотителей. На практике это разделение строго провести не всегда возможно. Если поглощение обуславливается физ.-химич. процессами, то поглощенные вещества м. б. полностью или в значительной своей части

выделены в свободном состоянии, причем одновременно происходит и регенерация П.; если же поглощение происходит в результате химич. процесса, то это оказывается, по крайней мере путем простых физич. операций, в большинстве случаев невозможным.

По отношению к улавливаемым продуктам можно различать П. у н и в е р с а л ь н о г о действия (активированный уголь, силикагель), поглощающие в различной степени, но все же очень большое число веществ самой разнообразной химич. природы, и П. с п е ц и ф и ч е с к о г о действия, предназначенные для поглощения целой группы веществ одинакового химич. характера (напр. растворы щелочей—для поглощения к-т и их ангидридов) или даже какого-нибудь одного определенного вещества (аммиачный раствор хлористой меди—для поглощения СО, щелочной раствор пирогалловой к-ты—для поглощения О₂ и т. п.). Очевидно, что все П. специфич. действия можно отнести к категории химич. поглотителей. Поглотительная способность П. характеризуется в отдельных случаях по-разному. В качестве единиц для измерения поглотительной способности различных типов П. приняты коэф-ты абсорбции и адсорбции, статическая и динамическая активность (см. *Активированный уголь*) и др. Поглотительная способность химич. поглотителей в ряде случаев м. б. определена на основании обычных стехиометрич. подсчетов. Поглотительная способность П., особенно типа адсорберов, сильно зависит от их физич. структуры (см. *Пористость*) и предварительной химич. обработки и м. б. путем особых приемов повышена (активация П.). Предел очистки и разделения, достигаемый при помощи П., обычно свыше 99%, причем в случае абсорбции и адсорбции чем меньше начальное содержание удаляемой составной части, тем полнее ее извлечение при прочих равных условиях. Примененные П. является большим преимуществом перед другими способами разделения однородных смесей, напр. конденсацией путем охлаждения и сжатия, перекристаллизацией и т. п. Абсолютно полное поглощение обычно не достигается вследствие наступления состояния равновесия в процессе поглощения. Иллюстрацией того, насколько полно происходит извлечение примесей П., может служить следующий пример: применая для очистки воздуха П., удается выполнить очень строгие санитарные нормы, допускающие в воздухе рабочих помещений не более 0,1% хлора, 0,03—0,04% сернистого газа и т. д., и еще более жесткие требования противоголозовой техники, согласно к-рым концентрация отравляющих веществ в воздухе после прохождения через противогаз должна понизиться почти до нуля. Приведенные в табл. данные, относящиеся к светильному газу, могут служить типичным примером обычной технич. очистки газовой смеси при помощи П.

Примеры технич. применения П. чрезвычайно многочисленны и разнообразны, особенно в области химич. технологии. Сюда относится поглощение промежуточных продуктов с целью получения окончательного продукта (напр. получение олеума погло-

Степень очистки светильного газа с помощью поглотителей.

Удаляемые примеси (газа и пара)	Содержание примесей в объемных %		% удаленной примеси
	до очистки	после очистки	
Аммиак	0,65—0,95	0,0032	99,7
Сероводород	0,90—1,50	0,07	90,7
Цианистый водород	0,05—0,10	следы	100
Нафталин	0,005—0,015	0,0005	90

щением SO_2 серной кислотой), поглощение того или иного продукта с целью выделения его в чистом виде (поглотив NH_3 водой, его можно выделить в чистом виде и превратить в жидкость); применение П. с главной целью очистки от примесей без использования извлекаемых продуктов (обесцветивание сахарных сиропов, экстрактов, масел и т. п.). Интересным примером применения П. является добывание благородных газов из воздуха. Очень широко П. применяются для удаления влаги. Для этой цели служат серная к-та, фосфорный ангидрид, хлористый кальций и др. Исключительное значение П. имеют в противогазовом деле; большое применение они находят также в санитарии (очистка воздуха, сточных вод). Необходимо указать на применение П. (активированного угля) для получения высоких вакуумов—до $1/10\ 000\ 000\ \text{atm}$ (способ Дьюара) и отметить, что весь газовый анализ основан исключительно на применении П. Для агро-техники, водоснабжения и т. д. очень важное значение во многих отношениях имеет поглотительная способность почв.

Основные требования, предъявляемые со стороны техники к П.: высокая поглотительная способность и быстрота поглощения. Ряд специальных требований к П. возникает в зависимости от специфич. назначения их. Для повышения скорости поглощения увеличивают поверхность П.: жидких—путем разбрызгивания, распределения по большим поверхностям твердых тел (орошение), пропитывания пористых тел; твердых—путем зернения до оптимальных размеров, изготовления суспензий, увеличения пористости. П. нередко помещают в особые аппараты (оросительные башни, барботирующие аппараты, скрубберы), которые также называются П.

Подробности об отдельных П. и их применении см. *Активированный уголь*, *Силикагель*, *Кил*, *Глина*, *глины сульфидные*.

Лит.: Фокс Л. Ф., *Методы и орудия химич. техники*, ч. 1, П.—М., 1923, ч. 2, Л., 1925; Дубинин М., *Физико-химич. основы противогазового дела*, Москва, 1931; Fischer F., *Chemische Technologie in Einzeldarstellungen*, Hannover, 1912; Fischer H., *Technologie des Scheidens, Mischens u. Zerkleinerns*, Lpz., 1920; Reese, *Mixing a. Kneading*, Handbook of Chemical Engineering, N. Y., 1922; Hückel E., *Adsorption und Kapillarkondensation*, Kolloidforschung in Einzeldarstellungen, hrsg. v. R. Zsigmondy, В. 7, Lpz., 1928. С. Складенко.

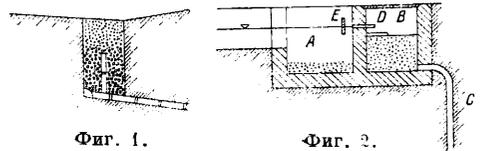
ПОГЛОЩАЮЩИЕ КОЛОДЦЫ, колодцы, служащие для подземного отвода сточных или почвенных, а иногда и грунтовых вод в водопроницаемые пласты грунта, не находящиеся под напором воды. П. к., содержащие сточные воды, представляют собою

проницаемые бездонные выгребы, предназначенные всю накапливающуюся в них жидкость спустить в подземные водоносные пласты, оставив для вывоза лишь твердые экскременты. Подобное устройство является антигигиеничным во всех отношениях, т. к. последствием его являются заражение почвы и водных протоков и связанные с этим эпидемич. заболевания, в особенности если эти поглощающие сточную воду колодцы находятся вблизи питьевых колодцев, как это и теперь еще часто можно встретить в поселках и в провинциальных городах. Этот бич многих городов вообще недопустим, независимо от применения абсорбирующих и дезинфицирующих средств, т. к. абсорбирующие вещества (гумус, торф, древесный уголь, зола и т. п.) не убивают патогенных микроорганизмов, вследствие чего сточные воды и после обработки их такими веществами также вредны с гигиенич. точки зрения, а дезинфицирующие вещества (известковое молоко, хлорная известь и т. п.) нередко также не в состоянии уничтожить всех болезнетворных микроорганизмов. Вот почему от таких П. к.-выгребов следует раз навсегда отказаться, устраивая лишь герметич. выгребы, содержимое к-рых отвозится на специально отведенные для этого участки земли. Надо помнить всегда, что подземные водоносные пласты служат источниками питьевой воды, к-рая не будет содержать поверхностных растворенных веществ лишь в том случае, если в пласты, питающие население водой, не будут опущены выгребы, помойные ямы и тому подобные устройства, являющиеся источниками загрязнения и заражения почвы, а следовательно и ее вод, и если эти пласты будут отделены от таких устройств достаточно мощным слоем мелкозернистой почвы. Если же последняя представляет собой породу трещиноватую или растворимую водой (напр. известняк или мел), то тогда даже значительной длины путь, к-рый вода проходит под землей, недостаточен для очистки ее от вредных примесей, увлеченных с поверхности земли. Нечистоты же, поступающие в почву на значительной глубине через П. к.-выгребы, могут только медленно перерабатываться увлеченными микробами, притом если последние не погибнут от изменившихся условий жизни. Независимо от заражения питьевой воды П. к.-выгребами заражается также и почва. В этом отношении достаточно указать на то обстоятельство, что вибрионы холеры и бациллы брюшного тифа могут сохранить в почве жизнеспособность в течение нескольких месяцев, а споры сибирской язвы—нескольких лет. Зараженная и загрязненная почва может причинить вред здоровью людей: а) передачей через воздух заразных начал инфекционных болезней; б) передачей заразных начал поверхностной, почвенной, а в известных случаях и ключевой воде; в) передачей вредных для здоровья веществ открытым и подземным источникам воды; г) передачей образующихся в почве ядов; д) понижением общего уровня содержания жилища и людей в чистоте. Все изложенное говорит против устройства где бы то ни было П. к.-выгребов.

Но поскольку П. к.-выгреба вредны и недопустимы, постольку другой тип подобных колодцев является целесообразным и полезным—это тип П. к., служащих для отвода в известных случаях поверхностных вод, а также почвенных, когда требуется понизить общий уровень их (см. *Дренаж*), иногда также для отвода ключевых вод от зданий. Возможность устройства таких водоотводных П. к. требует наличия следующих условий: а) водопропускной слой грунта д. б. достаточно мощным и лежать не слишком глубоко; б) водопропускной слой грунта не должен находиться в месте расположения П. к. под напором воды, т. к. в этом случае вместо поглощения воды получится приток ее в колодец; в) водопропускной слой должен обеспечить постоянный сток воды, чтобы не получился хотя бы временный подпор П. к.; г) спускаемая вода не должна загромождать в себе механич. примесей, т. к. последние, заполняя и забивая промежутки между зернами водопропускного грунта, уменьшили бы тем самым, а иногда и совершенно прекратили бы пропуск воды из колодца в грунт. Отсюда вытекает, что если вода содержит механич. примеси, то до поступления в П. к. она д. б. очищена от таковых. В простейшем виде такой П. к. состоит из проделанного в грунте сквозь водонепроницаемый слой отверстия, заполненного мелкими камнями. Отверстие проделывается путем вбития кола или пробуривания при помощи земляного бура. Такие примитивные П. к. применяются в большом количестве при т. н. голландском дренаже. Этот вид дренажа был применен впервые в Голландии, откуда и получил свое название. Таких П. к. в Голландии устраивают от 1 000 до 6 000 шт. на га. Для отвода поверхностной воды, скопляющейся в мутьобразных, не имеющих стока, впадинах местности, применяют П. к. в виде ям прямоугольного сечения, доведенных до водопропускного слоя грунта и заполненных камнями. При наличии дренажной сети такие колодцы делают сечением 50×50 см и глубиной, равной глубине расположения этой сети; такой простейшего вида колодец соединяется с магистралью сети отдельной линией дренажных труб, уложенных в уровень с дном П. к. или с уклоном от него. К недостаткам такого колодца относится быстрое запыление илом, иногда проникающим даже в дрены и засоряющим их. Эти колодцы требуют постоянного возобновления и ухода за ними. Устройство таких П. к. особенно необходимо в больших пологих котловинах, где скапливаются значительные количества воды во время ливней и в особенности в период таяния снега весной, заглущая рост культивируемых в этих котловинах растений. Дренажная подземная сеть в этих случаях не всегда достигает цели, т. к. она не способна воспринимать достаточно скоро эти воды, тем более что в самом низком месте дна котловины скапливается ил, забивающий поры почвы. На фиг. 1 изображен П. к., устроенный в самом низком месте дна котловины. На дно ямы уложены дренажные трубы, соединяющие колодец с ближайшей маги-

стралью дренажной сети. В центре ямы установлен дренажный стояк, окруженный каменным щебнем, поверх которого до поверхности земли насыпан песок. Получается фильтр, требующий периодич. чистки накапливающегося на нем ила и чистки фильтренных прослоек. Описанные П. к. для отвода поверхностных вод имеют применение на полях и лугах для освобождения их от излишней влаги, вредной для растений, и отличаются своей простотой, быстротой устройства и возобновления.

Когда требуется более регулярный постоянный отвод атмосферных вод и понижение уровня почвенных вод, то скапливающуюся в прорытых канавах воду направляют в постоянные П. к. (фиг. 2), состоящие из



Фиг. 1.

Фиг. 2.

отстойника *A*, фильтра *B* и трубчатого колодца *C*. Из отстойника, в котором осаждаются более крупные механич. примеси, вода через соединительную трубу *D* направляется в песочный фильтр, задерживающий более легкие механич. примеси; пройдя этот фильтр, вода течет в трубчатый колодец, опущенный несколько ниже водопроницаемого слоя грунта. В фильтре имеется особая сетка или иное приспособление, не допускающее проникновения вместе с водой и песка из фильтра в колодезную трубу. Чтобы плавающие на поверхности воды предметы не засорили соединительную трубу и фильтр, перед этой трубой устанавливается задерживающий дощатый поплавок *E*. Низ колодезной трубы в пределах водопропускного слоя продырявлен. Отстойник и фильтр д. б. доступны для постоянного наблюдения за ними и ухода (очистка отстойника и фильтра). Такое устройство П. к. пригодно лишь для стока небольшого количества воды. При обилии подлежащих спуску вод, если поверхностный сток не может быть устроен, прибегают к постройке более сложных сооружений. Для понижения уровня почвенных вод на пахотных полях, избылующих влагой, такой П. к. может быть сооружен по особому типу (см. *Дренаж*, фиг. 13). Отстойник расположен в труднопроницаемом для воды грунте и образуется с количеством отводимой воды. Перекрывающий его и колодец слой почвы не должен препятствовать пахоте поля. Сам колодец состоит из трех и более вертикально расположенных дренажных труб, опущенных примерно на 1,5 м в водопропускной слой грунта. Вертикальное положение придается трубам при помощи пропущенных в них на время работ шестов. Каменный прослоек вокруг труб делают таким, чтобы более крупные камни были расположены лишь непосредственно у труб, далее же находились более мелкие камни, а ближе к наружной цилиндрич. поверхности колодезного фильтра—гравий и крупный

песок. При таком устройстве П. к. вода наилучшим образом профильтровывается в водопроницаемый грунт, устраняя подпор воды в отстойнике и дренажной линии.

В городской обстановке П. к. состоят из каменного шахтного колодца, опущенного несколько ниже водоупорного слоя, в пределах которого в стенках колодца имеются водопроточные окна. Внутри такого колодца устроен фильтр из крупного и мелкого камня и гравия. Рядом с колодцем расположен обыкновенный отстойник, а иногда еще песочный фильтр в дополнение к колодезному фильтру. При значительной глубине водоупорного слоя шахтный колодец не доводят до последнего, а ограничиваются необходимым для фильтра размером; со дна шахтного колодца до водоупорного слоя грунта сооружают трубчатый колодец, состоящий из одной или нескольких труб в зависимости от количества пропускаемой через них воды. П. к. устраивают также в ледниках для отвода воды. В общем такой П. к. мало отличается от только что описанных; иногда его выводят с каменными стенками.

Общими существенными недостатками всех П. к. является их быстрая засоряемость, потребность в постоянном надзоре и уходе за ними и в частом возобновлении фильтрующих слоев. Поэтому их применение ограничено теми случаями, когда иным путем отвод воды затруднителен или невозможен, напр. при отсутствии естественного стока или когда необходим глубинный отвод во избежание постоянной откачки воды насосами. Поскольку П. к. служат для сушки грунта, постольку им можно приписать все те положительные стороны, которые связаны с мероприятиями по осушке почвы, имея в виду, что сырая почва во многих отношениях вредна как для здоровья людей, так и для с. х-ва.

Лит.: Büsing F. W., Die Städtereinigung, B. 3—Der städtische Tiefbau, H. 1—2, Stg., 1897—1901; Gerhardt P., Kulturtechnik, 5 Aufl., B., 1922; Krüger E., Kulturtechnischer Wasserbau, Handbibliothek f. Bauingenieure, hrsg. v. R. Otzen, B. 7, T. 3, B., 1921. **С. Брилинг.**

ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА, ослабление его при прохождении сквозь вещество вследствие превращения части лучистой энергии в иные формы (тепловую, химическую, электрическую, вторичное излучение). Помимо истинного П. с., связанного с энергетич. превращениями, ослабление пучка света, выходящего из вещества, называется *р а с с е я н и е м* и *о т р а ж е н и е м* и на границах; в этом случае изменяется только направление световых волн. Впрочем провести вполне резкую принципиальную границу между истинным П. с. и П. с. вследствие рассеяния затруднительно: при молекулярном рассеянии наблюдается изменение длины световой волны (см. *Рассеяние света*), соответствующее превращению энергии; случай т. н. резонансного излучения (см. *Люминесценция*) может быть с равным правом истолкован как вторичное излучение и как рассеяние. Наряду с истинным положительным П. с. в некоторых случаях (например при комбинационном рассеянии) наблюдается и отрицательное П. с., состоящее в том,

что к энергии проходящего света при рассеянии добавляется в ничтожной доле внутренняя молекулярная энергия. Опыт показывает, что доля света, поглощенного в веществе, не зависит от яркости поглощаемого света. Обозначим через I_0 энергию параллельного монохроматического пучка света, входящего нормально в плоско-параллельный слой вещества толщины d . В каждом бесконечно тонком слое вещества dx будет поглощаться энергия

$$dI = -k'I dx, \quad (1)$$

где I —энергия света, входящего в данный слой, и k' —коэф. поглощения, не зависящий от I , но меняющийся с длиной волны света. Интегрируя (1) в пределах от 0 до d получаем:

$$I = I_0 e^{-k'd} \quad (2)$$

(закон Бугера, где I_0 —энергия света, входящего в вещество, I —энергия света, выходящего из слоя толщины d . На практике ур-ию (2) часто придают следующую форму:

$$I = I_0 \cdot 10^{-kd}; \quad (3)$$

k называется *к о э ф ф и ц и е н т о м* *п о г а ш е н и я* (*э к с т и н к ц и и*) *с в е т а*. В теории абсорбции и дисперсии закону (2) придают формы:

$$I = I_0 e^{-\frac{4\pi x'd}{\lambda}} \quad (4)$$

или

$$I = I_0 \cdot 10^{-\frac{4\pi x'd}{\lambda}}; \quad (5)$$

x' называется *п о к а з а т е л е м* (*и н д е к с о м*) *п о г л о щ е н и я*, x —*п о к а з а т е л е м* (*и н д е к с о м*) *п о г а ш е н и я*. В научнотехнич. практике помимо указанных форм закона П. с. применяется также следующая:

$$I = I_0 \beta^d; \quad (6)$$

$\beta = e^{-k'}$ называется *к о э ф ф и ц и е н т о м* *п р о п у с к а н и я*. Поглощение на 1 см пути:

$$K = (1 - \beta) \cdot 100\%. \quad (7)$$

Несмотря на то что закон (2) для многих веществ выполняется при очень большом изменении I_0 , закон все же нельзя считать абсолютно точным. Поглощенная энергия удерживается нек-рое время τ молекулами, причем такие возбужденные молекулы перестают за время возбуждения τ поглощать свет в данной спектральной области. Чем больше I_0 и τ , тем больше в среде одновременно существует возбужденных молекул, не поглощающих света, и следовательно П. с. уменьшается. Такое уменьшение П. с. при повышении I_0 легко наблюдать на фосфоресцирующих веществах с очень большим τ . Для растворов паров и газов в известных границах коэф. поглощения пропорционален концентрации вещества (закон Бугера-Ламберта-Беера). Относительно методов измерения коэффициентов абсорбции см. *Спектрофотометрия*.

В классической оптике П. с. объясняется резонансом атомных и молекулярных осцилляторов на световые электромагнитные волны (см. *Дисперсия*). Затухание колебаний определяется излучением или соударениями между молекулами. В первом случае—истинного П. с. нет, свет только рас-

сеивается, во втором—лучистая энергия превращается в тепловую. Классич. теория определяет абсолютное значение Π . с. и его зависимость от длины волны. Однако объяснение абсорбционных спектров одним затуханием молекулярных резонаторов недостаточно. Ширина наблюдаемых полос Π . с. и ход кривых поглощения зависит в первую очередь от различных причин, изменяющих собственные частоты различных молекул одного и того же вещества. Эти причины м. б. кинематическими (поступательное движение молекул, сопровождаемое эффектом Доплера, вращение молекул) или динамическими (взаимодействие силовых молекулярных полей). Кривые Π . с. являются по существу кривыми распределения различных молекул по разным собственным частотам. В современном учении о свете и веществе теория Π . с. приняла более определенные формы. Истинное Π . с. следует разделить на два класса. В первом, имеющем основное значение, энергия падающего кванта $h\nu$ поглощается полностью. При этом в молекуле могут произойти следующие изменения: 1) возбуждение, т. е. переход ее в новое энергетич. состояние без изменения числа составных электронов или атомов; 2) фото-электрический эффект, т. е. вылет электрона за пределы молекулы; 3) фото-химич. диссоциация. После возбуждения избыток энергии излучается полностью или частично (резонансное излучение или флуоресценция) или же при ударах второго рода переходит полностью в тепло. Второй класс поглощения соответствует случаю частичного захвата энергии кванта $h\nu$ либо, наоборот, сообщению кванту добавочной энергии. Отлетающий рассеиваемый квант имеет следовательно энергию $h(\nu \pm \omega)$ (положительная или отрицательная абсорбция). На основе принципа соответствия между теорией квантов (см.) и классич. представлениями можно вычислить вероятность поглощения кванта молекулой и отсюда найти значения для величины Π . с. Более строго эта задача решается современной волновой механикой.

Лит.: Х в о л ь с о н О. Д., Курс физики, т. 5, Берлин, 1923; В а в и л о в С. И., «Изв. физич. ин-та Моск. научного ин-та», М., 1920, т. 1, стр. 93; 1921, т. 2, стр. 229; Müller-Pouillet, Lehrbuch d. Physik, 11 Aufl., B. 2, H. 2, T. 1, Brschw., 1929; B o r n M. u. J o r d a n P. A., Elementare Quantenmechanik, B., 1930; D i r a c P. A., The Principles of Quantum-Mechanics, Oxford, 1930; W e i g e r t F., Optische Methoden d. Chemie, Lpz., 1927. С. Вавилов.

ПОГОДА, состояние главнейших метеорологических факторов атмосферы (давление, t° и влажность воздуха, направление и сила ветра, облачность, осадки) в течение сравнительно небольшого периода времени. Указанные метеорологич. элементы, особенно в средних широтах, подвергаются иногда очень резким изменениям, предвидение которых на первый взгляд представляется невозможным. Однако со времени Леверрье (исследование метеорологич. условий балаклавской бури, разрушившей лагерь и флот англичан и французов во время Севастопольской войны 1855—56) стало ясно, что на основании одновременных наблюдений на сети метеорологич. станций возможно предупредить приближение бури. В основу

этого т. н. синоптического метода предупреждения погоды положена та мысль, что общий облик Π . в каждый данный момент неразрывно связан с определенной картиной распределения атмосферного давления и что вместе с изменением давления происходят также перемены в состоянии Π . Синоптич. метод потребовал развития наблюдательной сети и быстрой передачи наблюдений для составления т. н. синоптич. карты, вначале используя телеграф, а в последние годы—радио. Синоптическая карта представляет собою обычную географич. карту, на которой нанесены те метеорологич. станции, с которых получают телеграфные сведения о состоянии метеорологич. элементов на них. На основании ежедневно получаемых телеграмм со сведениями о Π ., Б ю р о Π . наносит на карту около соответственных пунктов значения барометрич. давления, направление ветров в виде стрелки, при этом число оперений стрелки указывает силу ветра; кроме того отмечается t° , а также особые явления погоды отдельными условными значками; затем на карте вычерчиваются *изобары* (см.). Линии эти чаще всего составляют определенную систему, к-рая м. б. отнесена к одной из 7 барических систем, предложенных Эберкомби.

1) Циклон, или депрессия, т. е. такое состояние давления атмосферы, к-рое отличается замкнутыми изобарами овальной или круговой формы, причем внутри этой системы наблюдается наименьшее давление, увеличивающееся постепенно к периферии. Ветры отбегают область, занятую циклоном, в направлении, обратном движению часовой стрелки; пересекают изобары, стремясь заполнить область пониженного давления. Наблюдаемое несовпадение ветрас направлением б а р о м е т р и ч е с к о г о г р а д и е н т а* зависит от отклоняющей силы A вращения земли, к-рая представляет собой значение:

$$A = 2\omega v \sin \varphi,$$

где $\omega = 729 \times 10^{-5}$ — угловая скорость движения земли, φ — географич. широта и v — скорость ветра. При этом скорость ветра зависит от густоты распределения изобар. Сама депрессия не остается на одном месте, но перемещается по карте чаще всего в направлении от WSW на ONO. Классификация путей циклонов предложена Бейббером, Рыкачевым и др. При приближении циклона небо покрывается облаками, сначала легкими перистыми, к-рые постепенно уплотняются, а затем переходят в дождевые формы. Прохождение линии, пересекающей депрессию через центр перпендикулярно направлению движения, характеризуется наиболее низким давлением и сопровождается резкими шквалами и частыми переменами направления ветра. Темп-ра в передней части циклона обычно выше нормы, что же касается тыловой части, то здесь благодаря

* Барометрич. градиентом давления называется изменение давления на единицу расстояния, считая по направлению нормали к изобаре в сторону убывающего давления; за единицу расстояния принимают при этом длину одного градуса меридиана, равную 111,1 км.

северным ветрам температура значительно понижается.

2) Антициклон образуется изобарными замкнутыми линиями, причем внутри давление выше, чем на периферии. Размеры этой системы как правило больше, чем циклона. Перемещаются антициклоны весьма медленно, иногда наблюдаются даже стационарные формы. Антициклоны отличаются слабыми, особенно в центральных областях, ветрами, которые движутся по направлению часовой стрелки, пересекая изобары под небольшими углами. Благодаря нисходящим потокам воздуха, которые имеют место в области антициклона, облачность здесь незначительна, почему увеличивается количество приходящего солнечного тепла вследствие излучения с земной поверхности. Зимой антициклоны обычно сопровождаются образованием туманов затяжного характера. Для П. СССР имеет большое значение образование т. н. сибирского антициклона.

3) Вторичная депрессия. В некоторых случаях на внешней части циклона, чаще в южной стороне его, наблюдаются образования в виде мешка скученных изобар, так наз. вторичные, или секундарные, депрессии. Они могут иметь свою самостоятельную циркуляцию ветра, или, по крайней мере, внести изменения в систему ветров главной депрессии. Здесь часто наблюдаются туманы и осадки, а во время теплового сезона — грозы.

4) V-образные депрессии являются частным случаем вторичных депрессий; в них изобары вытянуты в виде латинской буквы V. Прохождение таких депрессий сопровождается шквалами, выпадением осадков, резкой сменой ветров и временными прояснениями; температура здесь часто низко падает.

5) Гребень высокого давления имеет место между двумя депрессиями. Прохождение гребня характеризуется внезапным прояснением и быстрым увеличением давления, за которыми следуют падение барометра, изменение направления ветра с NW на S и усиление облачности.

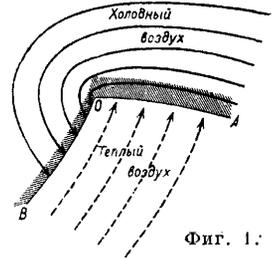
6) Барометрическое седло — это область пониженного давления между 2 антициклонами; она характеризуется системой сходящихся ветров. Обычно здесь наблюдаются зимой туманные, а летом грозовые явления.

7) В некоторых случаях наблюдается система прямолинейных изобар, в к-рой изобары на значительном протяжении представляют собою прямые линии; чаще давление падает в направлении от S к N, при этом по мере уменьшения давления, облачность приобретает «обложной» характер в общем без выпадения осадков. В случае расположения прямолинейных изобар в меридиональном направлении с высоким давлением на W и низким на O часто наблюдаются шквалистые ветры и обильные осадки.

Норвежская метода предсказаний П., развитая Бьеркнесом и его учениками, основывается на роли поверхности разрыва между полярными и тропическими

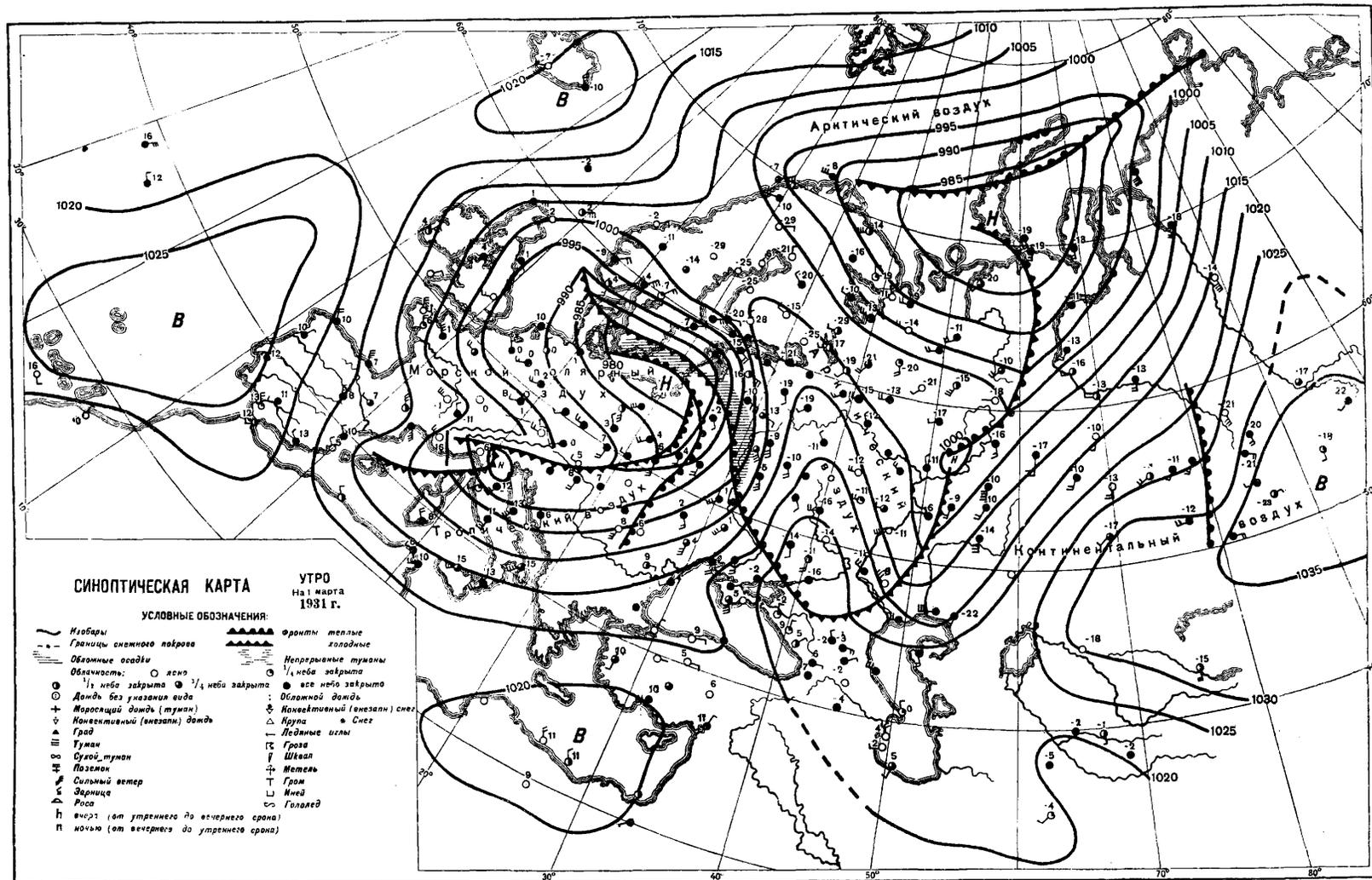
токами воздуха. Полярный воздух обладает следующими физич. свойствами: он сухой, холодный, имеет хорошую прозрачность, направление движения его часто от восточн. стороны. В противоположность ему экваториальный воздух теплый, влажный, с плохой видимостью и всегда движется по направлению от W. Линия разрыва, которая называется ф р о н т о м, проходит через центр циклона и

соединяет центр одного циклона с центром предыдущего и последующего. Экваториальный ток (фиг. 1), подвоя к току полярного воздуха, поднимается над ним, образуя широкую полосу



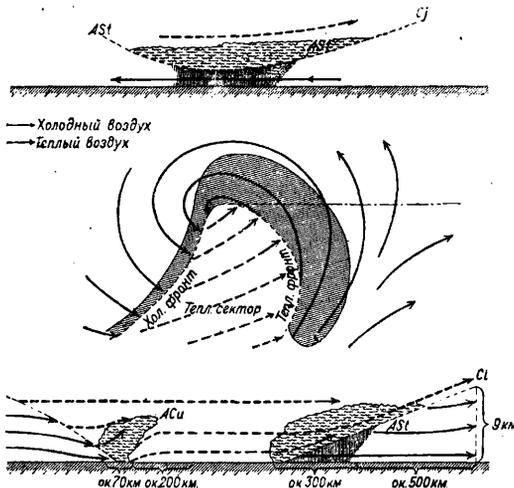
Фиг. 1:

дождя к N от линии OA. Что касается холодного воздуха, то поток его в зап. стороне от O отклоняется в юж. направлении и атакует с фланга теплые струи воздуха, проталкивается под него, отчего теплый воздух поднимается кверху, образуя узкую дождевую полосу к W от линии OB. Бьеркнес показал, что характерной особенностью каждого циклона являются две линии с х о д и м о с т и — первая между ветрами юж. и вост. OA — теплый фронт — и вторая линия сходимости между ю.-з., зап. и с.-з. ветрами — OB, т. н. холодный фронт. Первая линия сходимости OA находится в передней части циклона и по мере приближения к центру циклона она все ближе и ближе подходит к траектории движения самого циклона, почему эта линия носит название курсовой, или направляющей. Вторая линия OB называется линией шквалов. Эти линии сходимости и являются в сущности носителями изменений П. Прямым следствием системы ветров является наблюдаемая асимметрия распределения t° внутри циклона, а именно: в нижних слоях циклонич. системы сев. и тыловая стороны обычно по t° ниже нормы, а на значительных высотах, наоборот, — юж. и передняя часть обычно холоднее. Под влиянием восходящих токов образуется перенос теплых влажных масс воздуха вверх и связанная с этим процессом конденсация водных паров и образование облаков и осадков. На фиг. 2 дана по Бьеркнесу схема изменения состояния П. при прохождении циклона. Сначала появляются высокие, легкие, перистые облака *Сi*. Это первые признаки восходящего воздушного течения вдоль поверхности теплового фронта. Постепенно эти формы меняются на более плотные: слоистые *As* и слоисто-кучевые *Ac*, дающие начало обложному дождю. Давление при этом падает, ветер изменяет направление с вост. на ю.-в. и юж. После прохождения теплового фронта наступает частичное прояснение, а затем подходит холодный фронт с низкими формами облаков, резкими шквалистыми ветрами и повышением давления. Объяснение появления барометрич. систем по Бьеркнесу заключается в следующем: на границе двух сред различной плотности обычно возникает волнооб-



разное движение, сопровождаемое вихрями. В атмосфере происходит непрерывная борьба теплого воздуха юж. широт и холодного воздуха полярных областей. Эти массы, различающиеся по плотности, вклиниваются одна в другую, образуя поверхности раздела, расположенные наклонно к горизонту. В тонких взаимовклинивающихся слоях получается циркуляция циклонич. или антициклонич. характера в зависимости от того, наблюдаются ли они в вершинах или в долинах волн. Линия пересечения наклонной поверхности раздела с земной поверхностью имеет волнообразную форму. Эта волнообразная линия раздела между тропическими и полярными массами воздуха носит название полярного фронта. Активную часть полярного фронта составляет ветвь, которая направлена от арктической зоны к S; вдоль нее происходит возникновение и развитие различных фаз циклонов за счет энергии притока холодных масс воздуха.

В настоящее время в СССР начали переходить постепенно на составление карт П. по норвежской системе. На приведенной выше карте дано состояние погоды от 1 марта 1931 г. Цифры у изобар показывают значения давления воздуха в абсолютных еди-



Фиг. 2.

ницах миллибаров (мб) вместо мм ртутного столба (1 000 мб = 750,1 мм, 1 мб = 0,75 мм, 1 мм = 1,33 мб). Буквы В и Н обозначают центральные области высокого (антициклона) и низкого (циклона) давления; между этими основными системами можно проследить образование остальных барич. форм. Стрелка для условного знака ветра показывает направление, откуда он дует. Цифры над кружками t° в $^\circ\text{C}$. Вся территория Европ. части СССР занята массой арктич. воздуха, зашедшего в тыл циклона, к-рый находится на NO. Западная граница этого воздуха, идущая по Днепру, совпадает с более теплыми массами, представляющими собою прогретый морской полярный или даже бывший тропич. воздух. Сравнение ряда последовательных карт показывает, что можно в дальнейшем ожидать смещения зап.

крыла арктич. фронта на NO, а в связи с этим повышения t° в зап. половине страны и продвижения на SO восточного крыла восточного фронта и вследствие этого на O возможно усиление похолодания. В центральной части Союза можно ожидать значительных осадков вследствие усиления восходящего движения воздуха и связанного с этим конденсирования водяных паров и образования мощного облачного покрова. Одна только карта, построенная по наблюдениям данного дня, еще не дает всего необходимого материала для предсказания будущего состояния погоды, но если изучить одну за другой ряд последовательных карт, можно сделать заключение о наблюдавшихся до сего времени изменениях, происшедших в физич. состоянии атмосферы, и дать выводы об ожидаемых изменениях в ближайшем будущем.

Предсказания П. бывают краткосрочные, по местным признакам, и долгосрочные. Краткосрочные предсказания даются обычно на срок не более 48 ч., на основании синоптич. карт П.; в последние годы англ. служба П. дает предсказания на 3 дня вперед. Предсказания эти не абсолютны, они Б. или м. вероятны и представляют собой лишь предостережения об обнаруженных вихрях, вероятное приближение к-рых может изменить П. в том или ином направлении. Существует значительное число правил, применяемых при краткосрочных предсказаниях П., к-рые согласны с франц. метеорологом Бальди м. б. разбиты на 4 группы: 1) правила, основанные на барометрич. давлении, 2) на t° воздуха, 3) на направлении и скорости ветра и 4) на других метеорологич. элементах. Предсказания погоды по местным признакам (приметам о П.) без синоптич. карт основываются на внимательном наблюдении за изменением метеорологич. элементов в данном месте. Этот метод позволяет с большей или меньшей вероятностью судить о предстоящих изменениях погоды или о том, что установившаяся погода сохранится. Проф. В. А. Михельсон подразделяет научные приметы о П. на след. группы: 1) основанные на наблюдении облаков и ветра, 2) на суточном ходе метеорологич. элементов и его изменений, 3) на показаниях отдельных инструментов (гл. обр. барографа), 4) на явлениях радиация и на оптич. и акустич. явлениях. В долгосрочных предсказаниях П., вполне отвечающих потребностям практич. жизни, являются лишь указания относительного характера предстоящей П. Основными моментами при этом являются следующие: 1) тенденция к устойчивости погоды; 2) взаимоотношения между метеорологическими и гидрологическими факторами, наконец 3) общая циркуляция атмосферы.

Лит.: Броунов П. И., Основания учения о погоде, СПб. 1892; Либославский Г. А., Основания учения о погоде, 2 изд., П., 1915; Оболенин и В. Н., Метеорология, М., 1927; Георгиев В., Предсказание погоды; достижение синоптич. метеорологии, пер. с нем., М., 1930; Михельсон В. А., О погоде и как ее можно предвидеть, Москва—Ленинград, 1928; Эпегер Ф., Dynamische Meteorologie, 2 Auflage, Wien, 1925; Grosse W., Wetterkunde, Berlin, 1928. В. Пришлюцов.

ПОДВЕСНЫЕ ДОРОГИ, см. *Транспорт подвесной*.

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ узкоколейный для перевозки пассажиров и грузов. Железнодорожный П. с.—ширококолейный—см. *Вагоны, Вагоны изотермические*. Узкоколейный железнодорожный П. с. предназначается для перевозок по ж. д. местного значения и промышленного транспорта с колеей размером менее 1 435 мм. П. с. узкоколейных ж. д. крайне разнообразен по размерам и по конструкции. Узкоколейные повозки, применяемые для перевозки грузов и пассажиров, разделяются на два вида: вагоны и вагонетки. Вагонами называются тяжелые ж.-д. повозки, служащие для перевозки значительного количества грузов или пассажиров, с большими скоростями. Вагонетками называются легкие ж.-д. повозки, применяемые для ручной, конной и слабомеханич. (локомотивной, электровозной, канатной и т. п.) тяги.

Классификация вагонов по категориям: 1) обыкновенные крытые вагоны, 2) полувагоны и 3) платформы. Крытые вагоны в свою очередь подразделяются на: пассажирские, товарные и вагоны специального технич. назначения. Полувагоны представляют собою платформы с высокими неоткидными сплошными бортами (деревянными или железными) для перевозки угля, руды и т. п. или решетчатыми бортами для перевозки дров, торфа, свекловицы и т. п. Открытые платформы П. с. применяют для перевозки громоздких грузов.

Классификация вагонеток. В виду малой подъемной силы и малого веса образуемых из них поездов вагонетки применяют при сравнительно небольших грузооборотах на дорогах легкого типа для обслуживания перевозок узкоместного значения (лесные, рудничные, заводские, земляные, силикатные, с.-хоз. и пр.). Вагонетки по конструкции своей можно подразделить на нижеследующие категории: 1) платформы, 2) кочечные вагонетки, 3) рудничные вагонетки и 4) ящичные вагонетки.

Основной характеристикой узкоколейных вагонов и вагонеток является: число осей, нагрузка на ось, подъемная сила и коэффициент тары, а равно и основные размеры вагона (длина, высота и ширина). По числу осей узкоколейные вагоны бывают четырехосные, реже двухосные и трехосные (старые типы) и шестиосные (новые тяжелые типы). Наиболее распространенными типами узкоколейного П. с. у нас в СССР на дорогах местного значения являются четырехосные вагоны на двух тележках, а на ж. д. промышленного транспорта—четырёхосные и б. ч. двухосные вагоны специального технич. назначения. Нагрузка на ось узкоколейного П. с., находящегося в эксплуатации промышленного транспорта СССР, колеблется в пределах 1,5—4,5 т. В настоящее время при проектировании и постройке заводами нового узкоколейного П. с. нагрузка на ось принимается в пределах 90—100% от утвержденных стандартных нагрузок на ось узкоколейных паровозов (3,4; 6,5; 9 и 12,5 т). Нагрузка на оси составляет из тары и подъемной силы.

Оба эти веса в сумме, разделенные на число осей, дают нагрузку на одну ось, а эта последняя, разделенная на два, дает нагрузку на шейку оси. В настоящее время подъемная сила узкоколейного П. с., имеющего обращение в промышленном транспорте СССР, доходит до 20,0 т при таре 6,6—7 т, а за границей до 46 т при таре в 20 т. Выгодность вагонов и вагонеток в отношении их тары принято оценивать отношением a тары T к подъемной силе P (коэффициент тары), $a = T:P$. Указанное соотношение почти на всех узкоколейных ж. д. как в СССР, так и за границей более выгодно, чем на ширококолейных ж. д. Отношение тары вагона к подъемной силе ограничивается также условиями прочности вагона и условиями безопасности его в движении. С другой стороны, с повышением подъемной силы вагона это отношение приближается к наименьшему минимуму, благодаря тому что тара вагона с увеличением его подъемной силы возрастает не пропорционально росту последней, а более замедленным темпом. При выборе нельзя упускать из виду возможность перегрузки вагонов при переходе груза с узкой колеи на широкую и обратно, почему подъемную силу узкоколейного П. с. следует делать кратной от подъемной силы вагонов широкой колеи. Из ф-лы Шмидта

$$i = \frac{v + 65}{12 + 0,55q}$$

(где v —скорость движения, а q —подъемная сила вагона) видно, что с повышением подъемной силы вагона уменьшается удельное сопротивление вагона движению.

Основные размеры узкоколейного П. с. обуславливаются, с одной стороны, требованиями наибольшего веса полезной загрузки на 1 м длины поездного состава, из чего вытекает необходимость увеличения ширины и высоты кузова вагона за счет его длины, но с другой стороны, высота и ширина вагона ограничиваются размерами габарита. Вместе с тем следует помнить, что требование наибольшего веса полезной загрузки на 1 м поездного состава ограничивается допускаемыми предельными нагрузками на рельсы. Проектирование и постройка П. с. узкоколейных ж. д. тем затруднительнее, чем уже колея. Главные условия, к-рым должен удовлетворять узкоколейный вагон, состоят в его устойчивости против действия ветра, в его способности проходить по кривым малого радиуса и в его достаточной грузоподъемности. Для устойчивости обычно понижают ц. т. вагона, что достигается или уменьшением высоты вагона или уменьшением диам. колес. Но так как уменьшение высоты вагона влечет за собой невыгодное уменьшение объема, то уменьшают обычно диам. колес, что при значительной скорости движения на узкоколейных ж. д. является вполне допустимым. Для прохождения по кривым малого радиуса двухосный или трехосный узкоколейный П. с. является не совсем удобным в виду затруднительного вписывания его в эти кривые, почему более рациональным является П. с. на самостоятельных двухосных тележках, который и имеет широкое применение на ж. д. промышленного транспорта.

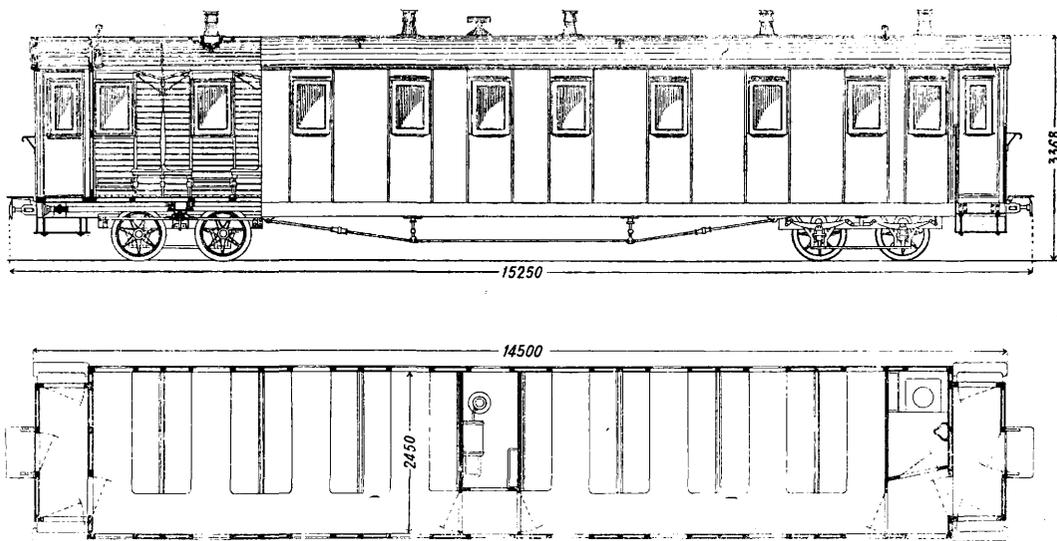
Сцепной прибор узкоколейного П. с. — винтовой или цепной при одном буфере, как обычно принято на этих железных дорогах для колеи в 600 и 750 мм (для колеи же в 1 000 мм по б. ч. применяются два буфера). Существенную часть вагона составляет тележка, величина базы которой определяется по Ф-ле Сопша:

$$L = \frac{Rb - Dm}{\sqrt{Dm}},$$

где R — радиус кривой, b — зазор между бандажем и рельсом (для колеи в 750 мм $b = 12$ мм), D — диаметр колес, m — высота реборды и L — база. Эта величина является пределом для расстояния между осями тележки (базы): при большей величине произойдет заклинивание колес. Практика эксплуатации узкоколейного П. с. показала, что величина базы последнего не д. б. менее принятой на дороге ширины колеи. База П. с., длина и ширина последнего связаны между собою зависимостью, определяющей из условия вписывания в кривые и из условия вписывания в габарит.

Что же касается вагонеток, то таковые по числу осей бывают преимущественно двухосные с короткой жесткой базой, позволяющей свободно вписываться в кривые весьма малых радиусов внутризаводского и особенно межцехового транспорта. Вагонетки-платформы, употребляемые для конной и слабокомотивной тяги, предназначенные для перевозки длинных предметов, устраивают на двухосных тележках или же из спаренных тележек с поворотными козлами, причем получается легкий четырехосный ва-

гона типа вагонеток следует иметь в виду, что чем меньше грузоподъемная сила вагонетки, тем больше коэф. тары ее, т. е. отношение ее собственного веса к весу перевозимого груза и следовательно тем больше ее уд. сопротивление движению и значит тем менее она выгодна в эксплуатации. Так напр., коэф. тары коечной вагонетки нового типа колеблется между 0,22—0,45, а рудничных вагонеток 0,40—0,60 и даже выше, что наглядно говорит о необходимости на подземных рудничных узкоколейных ж. д. переходить на возможно более грузоподъемные вагонетки. Основные размеры вагонеток обуславливаются существующим габаритом, однако из практики постройки и эксплуатации вагонеток на промышленном транспорте СССР выясняется, что для колеи 600 и 750 мм предельными размерами вагонеток-платформ следует считать длину в 1 500 мм и ширину в 900 мм, для вагонеток коечных для колеи 500, 600 и 750 мм — длину в 1 700—2 700 мм, а ширину в 1 300—1 600 мм. Для ориентировочных подсчетов в горном деле отношения длины, ширины и высоты кузова рудничных вагонеток принимают как 2:1:1, хотя на практике имеется ряд отклонений в ту или другую сторону. Итак, длина этих вагонеток изменяется от 1 400 до 1 800 мм, ширина — от 700 мм до 850 мм, высота — от 650 до 900 мм. При указанных нормальных размерах вагонеток полезная нагрузка последних изменяется от 0,5 до 0,75 т угля. Вагончики с большей емкостью при ручной доставке не употребляют, т. к. их трудно обслуживать, особенно при сходе с рельсов.



Фиг. 1.

гон или платформа на двух тележках, роль которых выполняют вагонетки. Рудничные вагонетки, служащие для откатки и доставки горных пород по подземным узкоколейным ж. д., бывают б. ч. двухосные. Нагрузка на ось узкоколейных вагонеток различных типов значительно отличается от таковой для указанного выше узкоколейного П. с. и колеблется в пределах 1—3 т. При выборе

Типы и конструкции узкоколейных вагонов СССР. К категории крытых узкоколейных вагонов относятся вагоны пассажирские, товарные и специального назначения. У нас в СССР узкоколейные крытые вагоны применяют почти исключительно на ж. д. с шириной колеи в 1 000 и 750 мм. Существовавшее ранее мнение, что для перевозки пассажиров пригодна лишь метровая колея,

а все более узкие колеи применимы только для товарного движения, в настоящее время благодаря новейшим конструктивным усовершенствованиям П. с. колеи 750 мм, совершенно отвергнуто. Недостаточная ширина вагона, на которую так часто указывалось, происходила от устаревшего правила при проектировании узкоколейного подвижного состава, по которому ширина вагона не должна превышать ширину принятой колеи более чем в 2,5 раза. Теперь этот коэффициент доходит до 3,5.

П а с с а ж и р с к и е вагоны для узкоколейных ж. д. колеи 1000 мм и 750 мм, применяемые в СССР, имеют следующие типы: мягкие, жесткие (фиг. 1) и служебные вагоны; сюда же следует отнести имеющие обращение с пассажирскими поездами вагоны почтовые, багажные и санитарные. Указанные вагоны четырехосные, с продольными сквозными внутренними проходами, на двух тележках с диам. колес 600—750 мм. Общая длина узкоколейного пассажирского вагона колеи 1000 мм, не считая буферов, 11 750—14 500 мм, а наружная ширина 2 600—2 700 мм; для колеи же в 750 мм та же длина составляет 11 225 мм при наружной ширине 2 250 мм. Вагоны снабжены ручными тормозами, и только лишь в виде опыта в довоенное время было оборудовано несколько составов автоматическими тормозами (колея 750 мм). В настоящее время имеется тенденция к оборудованию узкоколейного пассажирского П. с. колеи 750 и 1000 мм автоматич. тормозами, причем метровой колеи в особенности. Рамы пассажирских вагонов состоят из продольных (швеллерных) и поперечных (буферных) металлич. балок из сварочного или литого железа корытообразного профиля, связанных между собою поперечными брусками и скрепленных диагональными связями. Кроме того все части рамы этих вагонов прочно скреплены между собою железными уголками и болтами. Вследствие значительной длины вагонов продольные балки усиливаются шпренгелем. Кузова пассажирских узкоколейных вагонов состоят из двух дубовых вагонных рам, верхней и нижней, связанных между собою вертикальными дубовыми стойками; между стойками для укрепления кузова прокладывают раскосы. В отвесном направлении рамы кузова вагона стягивают длинными железными болтами. Упряжные приборы делают сквозными, с двумя спиральными пружинами. Вагоны соединяют между собою помощью балансиров с цепями и крюками и делают по одному центральному буферу. П. с. колеи 1000 мм в настоящее время, в виду постройки достаточно мощных паровозов, вновь проектируется и оборудуется двумя буферами со специальной винтовой стяжкой, с подготовкой рамы для перехода в дальнейшем на автоматич. сцепку. Высота оси буфера над головкой рельса для колеи 750 мм—600—620 мм и для колеи в 1000 мм—750—800 мм. Отопление пассажирских узкоколейных вагонов бывает: печное (сухое), водяное, паровое. Освещение вагонов производится свечами; в редких случаях вагоны оборудованы электрическим освещением. Мягкие ва-

гоны быв. Киево-Воронежской и Рязано-Уральской ж. д. (колея 1 000 мм), а равно и быв. I Общества подъездных путей и Московского о-ва подъездных путей (колея 750 мм) оборудованы спальными купе с мягкими диванами или мягкими креслами, которые попарно приспособлены для образования двух спальных мест—нижнего и верхнего. Число мест в указанных вагонах для колеи 1000 мм колеблется в нижеследующих пределах: в мягком вагоне—дневных 16—33, спальных 14—22; в жестком вагоне—дневных 42—47, спальных 14—16. Для колеи 750 мм в мягком вагоне—дневных 18—25, спальных 10—20 мест; в жестком вагоне число мест 34 и в вагонах для переселенцев 46 мест. Тара вагонов колеи 1000 мм мягких 16,4—17 т и жестких 14,5—15,2 т; колеи 750 мм—мягких около 12 т и жестких 10,5 т. Стоимость довоенного времени колеи 1000 мм мягких вагонов 7 000—8 000 руб., жестких 5 000—6 000 руб.; для колеи 750 мм мягких 4 000—5 000 руб., жестких 3 000—3 500 руб. Характеристики вагонов пассажирских и специального назначения, дающие размеры кузова, число осей, общую длину вагонов с буферами и базу, даны в табл. 1.

Т о в а р н ы е вагоны. Главной основной частью крытого узкоколейного П. с. промышленного транспорта являются товарные вагоны и вагоны специального назначения. На тип и конструкцию последних влияет гл. обр. грузоподъемность. В соответствии с этим д. б. площадь пола и емкость вагона, а также и назначение его. Ширина жел.-дор. пути оказывает известное влияние на конструкцию вагона, на его ходовые части, ударные и упряжные приборы, а также и на размеры кузова вагона. Чем меньше ширина пути, тем ниже должен быть центр тяжести вагона для сохранения требуемой устойчивости его при прохождении по кривым участкам пути малого радиуса.

Решение вопроса, какой тип вагонов является более выгодным для промышленных узкоколейных ж. д., занятых исключительно или преимущественно перевозкой местных грузов—вагоны с большой подъемной силой, т. е. большие тяжелые вагоны, или небольшие легкие вагоны, зависит всецело от грузооборота этих ж. д. и рода перевозимого груза. Иначе обстоит дело с дорогами промышленного транспорта, к-рые принимают грузы от примыкающих дорог или же подвозят такие с последующей перегрузкой. В последнем случае для полного использования узкоколейных вагонов необходимо, чтобы подъемная сила последних была кратной подъемной силе вагонов железной дороги широкой колеи. Обыкновенно считают, что два вагона узкой колеи равняются одному или полутора вагонам широкой колеи.

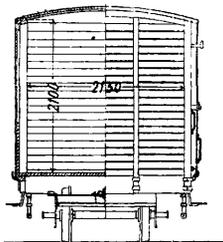
Товарные крытые вагоны у нас в СССР подобно вагонам пассажирским применяются также почти исключительно на узкоколейных ж. д. колеи 1000 и 750 мм. Типы товарного узкоколейного П. с., обращавшегося на промышленном транспорте, довольно разнообразны: крытые товарные вагоны

Табл. 1. — Характеристика вагонов пассажирских и специального назначения.

Наименование данных и единиц измерения вагонов	Колея 1000 мм		Колея 750 мм		Колея 1000 мм							Колея 750 мм			
	Вагоны пассажирского типа				Вагоны служебного и специального типов										
	мягкий	местный	мягкий	жесткий	служебный	столовая	кухня	электрич. станция	почтовый	багажный	санитарный	вагон для парового котла	мастерская вспомогат. поезда	весового мастера	лавка о-ва потреб.
Год постройки	1894	1894	1893—99 1900—26	1926	1895	1895	1893	1893	1894	1894	1893	1894	1893	1894	1893
Завод	К о л о м е н с к и й										Серм.	К о л о м е н с к и й			
Длина кузова наружная в мм	14 500	14 500		8 040											
Ширина » » » »	2 700	2 600	2 250	2 150											
Длина кузова внутренняя » »	12 730	12 730	11 225	6 220	14 020—8 230	14 020	8 230	8 230	9 040	8 230	7 805	5 984	6 605	8 180	8 230
Ширина » » » »	2 534	2 450	2 100	2 000	2 510—2 130	2 510	2 130	2 130	2 450	2 130	2 445	2 434	2 130	2 080	2 130
Высота куз. внутр. по сред. » »	2 350	2 350	2 275	2 250	2 350—2 290	2 350	2 100	2 100	2 350	2 200	2 329	2 350	2 200	2 124	2 107
Длина швеллера » »	14 430	14 430		8 040	14 930—8 852	14 930	8 250	8 250	9 930	8 852	8 590	6 030	8 852	8 250	8 852
Материал швеллера	Ж е л е з о														
Число осей	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4
База жесткая в мм	1 250	1 250	1 100	1 000											
База полная » »	11 650	11 350		5 840	11 650—6 650	11 650	6 650	6 650	6 000	6 650	6 810	3 600	6 650	6 650	6 650
Расст. между центр. шкворн. тележ. в мм	10 100	10 100	7 585	4 640	10 100—5 400	10 100	5 400	5 400	—	5 400	5 610	—	5 400	5 400	5 400
Длина вагонов с буферами в мм	15 250	15 250	11 955	8 840	15 750—9 672	15 750	9 070	9 070	10 750	9 672	9 510	6 850	9 672	9 070	9 672
Число мест { дневных	16	42—47	46	22											
{ спальных	14	14—16	—	—											
Род отопления	Водян.	Вод. и паров.	Вод. пар. и печн.	—	Водян.	Паровое	—	—	Печное	—	—	—	Печное	—	—
Род освещения	С в е ч н о е				Электрич. и свечн.	Электрическое			С в е ч н о е						
Тара вагона в т { с тормовом	—	16,0	12,5	—	19,0	—	—	—	—	11,0	11,0	9,5	8,5	—	9,25
{ без тормова	17,25	15,0	10,9	—	11,75	16	10,5	13,0	10,0	—	—	—	—	9,5	—

(фиг. 2), решетчатые вагоны, полувагоны (фиг. 3), платформы с бортами (фиг. 4), цистерны (фиг. 5) и т. п. Вагоны эти б. ч. четы-

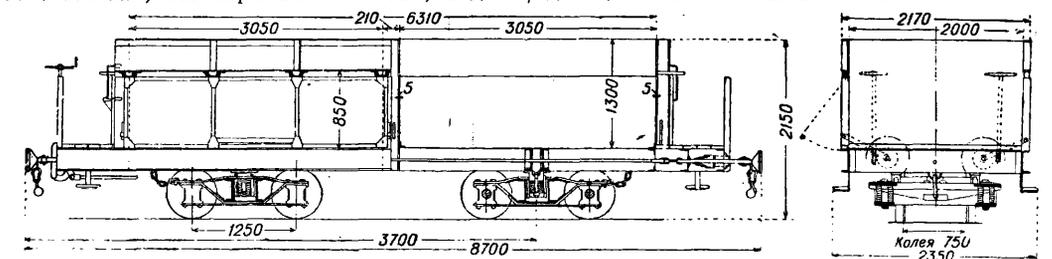
дованными ручным тормозом. В настоящее время при новом строительстве товарных вагонов узкоколейных ж. д. с колеями в 1 000 мм



Фиг. 2.

рехосные, надвух поворотных тележках, при диам. колес в 750 мм, при грузоподъемности в 12,5 т; устройством последних на поворотных тележках достигается меньшее сопротивление движению, большая подъемная сила и лучшее вписывание в кривые. Общая длина товарных вагонов колеи 1 000 мм с буферами для тормозных вагонов составляет 9 672 мм, без тормоза 9 070 мм, а для

все большее и большее распространение получают автоматические воздушные тормоза, дающие возможность значительно повышать

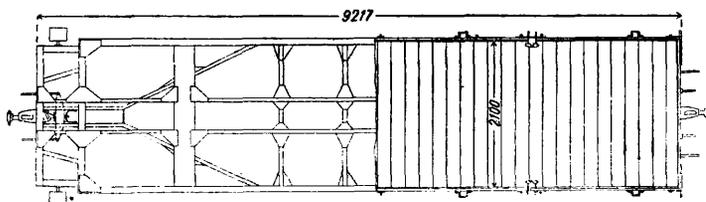


Фиг. 3.

тех же вагонов колеи 750 мм те же размеры составляют с тормозом 7 870 мм и без него 7 370 мм. Что же касается длины кузова этих вагонов, то в первом случае имеется 8 230 мм при ширине 2 130 мм, во втором случае длина от 7 365 до 6 500 мм при ширине от 2 260 до 1 960 мм. Около

среднюю скорость движения поездов. Рама вагона представляет собою систему продольных и поперечных балок, причем продольные балки делают б. ч. из корыччатого железа. Раму товарных вагонов метровой колеи делают такой же конструкции, как и раму пассажирских вагонов той же колеи, рама же товарных узкоколейных вагонов

колеи 750 мм состоит из продольных и поперечных брусьев соснового леса, связанных между собою железными угольниками, болтами и гайками. Буферные брусья этих вагонов делают из дуба, а шкворневые балки — из литого железа корытообразного сечения. Вес кузова вагона и нагрузка его передаются рамою через рессорное подвешивание или тележки на осевые буксы; на вагонной раме укрепляют упряжные и ударные приборы, части автоматического тормоза, рычажные передачи и т. п. У существующих



Фиг. 4.

10% П. с. узкоколейного товарного парка снабжено тормозными площадками, обору-

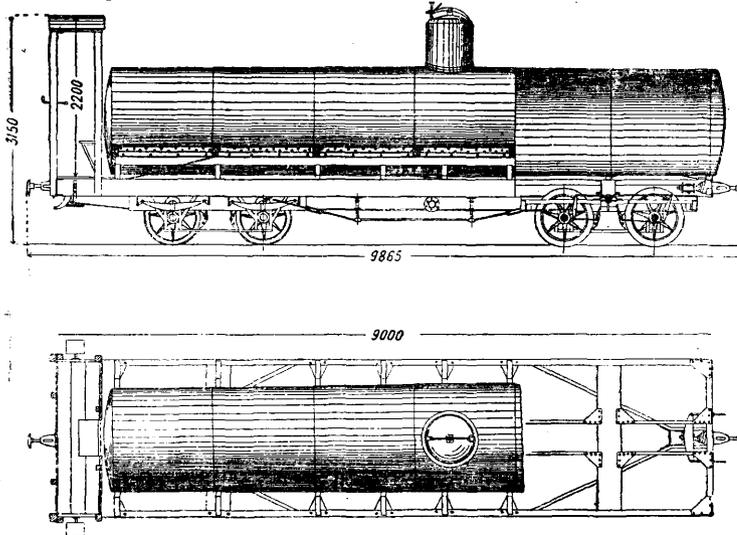
щих типов узкоколейных товарных вагонов колеи 1 000 и 750 мм упряжные приборы

устроены сквозными, с двумя спиральными пружинами и центральным буфером. Соединения между вагонами и буферами такие же, как и у пассажирских вагонов. Современные типы узкоколейных товарных вагонов колеи 1 000 мм проектируют с рамами для несквозной упряжи и двумя буферами, с расчетом перехода в дальнейшем на автосцепку.

Кузова узкоколейных товарных вагонов прикрепляются своими стойками или непосредственно к продольным балкам рамы или с прокладкой между стойками и бал-

парку узкоколейного П. с. Вагоны эти на ж. д. колеи 1 000 мм применялись обыкновенно для перевозки скота, а на ж.-д. колеи 750 мм—для перевозки дров, свекловичи и т. п. грузов. Грузоподъемность открытого вагона метровой колеи составляет 12,5 т (местимость 6 лошадей или быков). Грузоподъемность решетчатых вагонов колеи 750 мм 4,5—12,5 т.

Полувагоны узкоколейные, применявшиеся до сего времени почти исключительно на ж. д. колеи 750 мм, представляют собой платформы с высокими неткидными бортами. Назначение таких полувагонов гл. обр. для перевозки каменного угля, руды и т. п. грузов. Полувагон с откидными стенками, построенный для промышленных ж. д. колеи 750 мм механич. заводом № 1 Государственного акционерного общества Транстрой имеет металлич. кузов прямоугольного сечения из 6 мм листового железа, разделенный на две части поперечной перегородкой. Длина всего кузова 6 310 мм, его ширина 2 000 мм и высота 1 300 мм при емкости 16 м³, с подъемною силою около 20 т, т. е. равной грузоподъемности товарного вагона широкой колеи. Кузов укрепляют на металли-



Фиг. 5.

ческой раме из коробчатого железа, соединенной помощью шаровой чашки и центральной шкворня с двухосной тележкой америк. типа сист. Даймонд. Тележки эти, встречающиеся у узкоколейного П. с. к сожалению довольно редко, по устройству рессорного подвешивания м. б. отнесены к тележкам ординарного подвешивания с одной системой рессор, передающих нагрузку от веса кузова непосредственно на оси или через тележки. Тележки эти существенно отличаются от существующих конструкций узкоколейных тележек: ее боковые балки рамы жестко скреплены с буксами, и нагрузка от кузова на тележку передается через спиральные пружины, помещенные между двумя поперечными брусками, из которых нижний (подрессорный) составляет поперечное скрепление боковых балок рамы тележки, а верхний (надпрессорный) имеет свободное вертикальное перемещение в пазах боковых рам. В тележках этих поставлено по четыре спиральных пружины вместо листовых с тем, чтобы уменьшить их вес. Положительными сторонами этих тележек является: 1) простота конструкции, благодаря которой постройка такой тележки стоит дешевле; она имеет меньше изнашиваемых частей, вследствие чего эксплуатация и ремонт ее обходятся дешевле; 2) вес тележек при одинаковой прочности значительно меньше веса тележки другой системы; 3) облегчается соблюдение пределов возвышения буферов над головкой рельса в порожнем

Решетчатые, или открытые, вагоны следует также отнести к товарному

кожу деревянных брусков. Половые доски, собранные в четверть, располагают поперек вагона. Дверные и угловые стойки делают обычно дубовые, остальные же брусья, стойки и доски—сосновые. Крыша вагонов покрыта кровельным железом. На каждой боковой стороне вагона устраивают подвижную дверь со скобами для висячих замков. Вагоны для колеи 1 000 мм имели до сего времени подъемную силу в 12,5 т при tare в 7,25 т на нетормозном вагоне и 7,9 т при тормозном вагоне; это дает в первом случае коэффициент тары 0,58, а во втором 0,64, что является невыгодным с эксплуатационной точки зрения. В настоящее время проектируют специальные товарные вагоны промышленного транспорта метровой колеи с подъемной силой в 16,5 т, что даст уже значительное снижение коэффициента тары до 0,40—0,42. Что же касается узкоколейных вагонов колеи 750 мм, то подъемная сила таковых колеблется от 7,5 до 16,5 т при средней tare нетормозных вагонов в 4,5 т и тормозных в 4,6 т, что в свою очередь дает средний коэффициент тары 0,60—0,33. Довоенная стоимость крытых товарных вагонов узкоколейных ж. д. колеи 1 000 мм составляла тормозных 1 900 руб., нетормозных 1 700 руб.; при колее 750 мм, для четырехосных вагонов подъемной силы 7,5 т—тормозных 1 100 руб., нетормозных 900 руб., подъемной силы 16,5 т—1 400 руб.

и грузежом состояниях, когда вес груза значительно превосходит собственный вес вагона. Рама полувагона снабжена продольной хребтовой балкой с проходящей через нее сквозной упряжкой. Полувагон снабжен с двух сторон открытыми площадками, на одной из коих имеется ручной винтовой тормоз. Общая длина вагона с буферами 8 700 мм при наибольшей ширине 2 350 мм и высоте над головкою рельса 2 150 мм. Жесткая база вагона 3 700 мм, при базе тележек 1 250 мм.

Платформы узкоколейных ж. д. употребляют обычно для перевозки бревен, камней, балласта и вообще различных громоздких грузов, не требующих особой защиты от непогоды. Платформа представляет собою такой же вагон с ходовыми частями и рамой, но без кузова, имеющий один лишь половой настил, к-рый располагают непосредственно на раме вагона или на поперечных подпольных брусках. По бокам платформы устраивают борты, которые служат для задержки перевозимых грузов и в случае надобности могут откидываться. Рамы платформ обычно делают металлическими,

при той же ширине. Площадь пола платформ метровой колеи—17,92 ÷ 18,21 м² при соответственной грузоподъемности в 13,33 т и tare 6,0—7,5 т; для колеи же 750 мм—11,55 ÷ 12,81 м² при грузоподъемности в 8,9 т и tare от 3,7 т до 4,2 т.

Цистерны узкоколейных ж. д. устраивались раньше с резервуаром прямоугольного сечения, в настоящее же время цистерна имеет вид котла, положенного на раму горизонтально и скланного из отдельных барабанов, с днищем выпуклой формы, дабы ослабить влияние распыливающейся жидкости при движении цистерны. Раму вагонов-цистерн, ее ходовые части, упряжные и ударные приборы делают одинаковой конструкции с товарными вагонами. Диаметр котла цистерн для ж.-д. колеи 1 000 мм равен 1 500 мм при общей длине 8 565 мм. Полный объем такой цистерны 15,34 м³; для ж.-д. колеи 750 мм вагоны цистерны имеют нижеследующие размеры котла: диаметр 1 525 мм, длина 8 320 мм, а объем ее 15,34 м³.

Характеристика товарных вагонов приведена в табл. 2.

Табл. 2.—Характеристика товарных вагонов Коломенского завода.

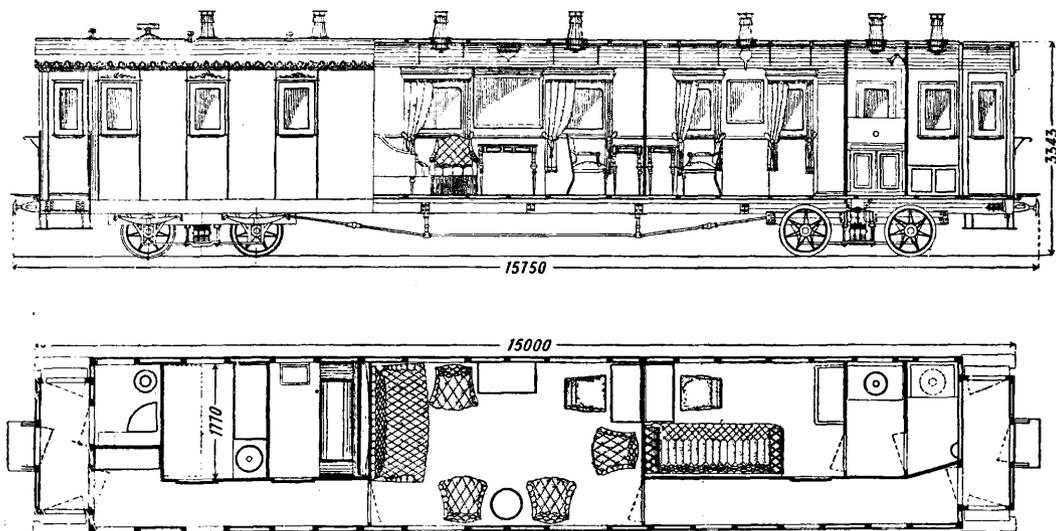
Наименование данных и единиц измерения вагонов	Колея 1 000 мм						Колея 750 мм							
	Крытые		Платформы		Цистерны		Крытые		Платформы		Платформы		Цистерны	
	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.	с тор-мозом	без тор-м.
Год постройки	1891—94 гг.						1924 г.							
Длина кузова наружн. в мм	8 270	8 270	10 197	8 270	9 045	8 250	9 700	9 100	6 230	6 230	6 100	6 100	9 000	8 700
Ширина кузова наружн. в мм	2 170	2 170	2 180	2 180	2 180	2 180	2 250	2 250	2 100	2 100	2 000	2 000	2 000	2 000
Длина кузова внутр. в мм	8 230	8 230	8 535	8 190	—	—	—	—	5 518	6 100	6 038	6 020	—	—
Ширина кузова внутр. в мм	2 130	2 130	2 100	2 100	—	—	1 980	1 960	2 100	2 100	1 920	1 920	—	—
Высота вагона внутри у долевой стены в мм	2 100	2 100	—	—	—	—	2 200	2 200	—	—	—	—	—	—
Высота вагона внутри посредине в мм	2 200	2 200	—	—	3 150	—	2 310	2 310	—	—	—	—	—	—
Площадь пола в м ²	17,53	17,53	17,92	17,19	—	—	17,75	17,75	12,81	12,81	11,59	11,59	—	—
Объем кузова внутр. в м ³	39,12	39,12	—	—	15,34	15,34	39,06	39,06	—	—	—	—	15,34	15,34
Грузоподъемность в т	12,5	12,5	13,33	13,33	12,5	2,5	12,5	12,5	6,0	6,0	8,9	8,9	12,5	12,5
Tара ваг. с тележк. в т	7,91	7,25	7,05	6,08	9,2	8,5	8,0	7,5	—	—	3,7	3,7	—	—
Расстоян между шкворнями тележек в мм	5 400	5 400	5 610	5 400	5 400	5 400	6 100	6 100	3 700	3 700	3 600	3 600	5 800	5 800
База тележек в мм	1 250	1 250	1 250	1 250	1 250	1 250	1 000	1 000	750	750	900	900	1 000	1 000
Диаметр колес в мм	750	750	750	750	750	750	600	600	400	400	500	500	600	600
Р-ст. от головки рельса до оси буфера в мм	775	775	775	775	775	775	625	625	600	600	620	620	625	625
Ширина двери в мм	1 830	1 830	—	—	—	—	1 830	1 830	—	—	—	—	—	—

т. к. в платформах рамы не защищены крышей от дождя и сырости. Устройство рамы, ходовых, упряжных, тормозных частей одинаково с устройством крытого товарного вагона. Платформы делают различных размеров в зависимости от того, для перевозки каких грузов они предназначаются. Платформы (для ж.-д. колеи 1 000 мм) тормозные (включая буфера) имеют длину 10 017—10 112 мм при ширине их 2 180—2 210 мм, а нетормозные 9 070—9 510 мм при той же ширине. Что же касается платформ для ж.-д. колеи 750 мм, то длина тормозных колеблется от 6 950 до 7 420 мм при ширине 2 100—2 000 мм, а нетормозных—6 820 мм

Вагоны технического назначения применяют для специального обслуживания различного рода промышленных предприятий (металлургических, торфяных, лесных, угольных и т. п.), сюда следует также отнести и служебные вагоны, имеющиеся на некоторых промышленных жел. дор. большого протяжения. Последние по конструкции своих ходовых частей, рамы, упряжных и ударных приборов, кузова ничем не отличаются от обычных узкоколейных пассажирских вагонов, за исключением внутреннего устройства и оборудования их. Эти вагоны служат обыкновенно для служебных разъездов по ж.-д.

путям административно-технич. персонала. Количество таких вагонов весьма незначительно и имеется только на узкоколейных путях Юго-Западной ж. д. (быв. Ю. п. п.) и Московско-Курской ж. д. (б. I Общество п. п.) и на нек-рых подъездных путях крупной промышленности. На фиг. 6 представ-

рабочей силы, так как даже самые большие по грузоподъемности вагоны разгружаются одним рабочим в несколько секунд. Если для привода разгрузочного механизма применить механич. энергию, например сжатый воздух, то экономия будет еще больше, так как можно целый поезд, состоящий из таких



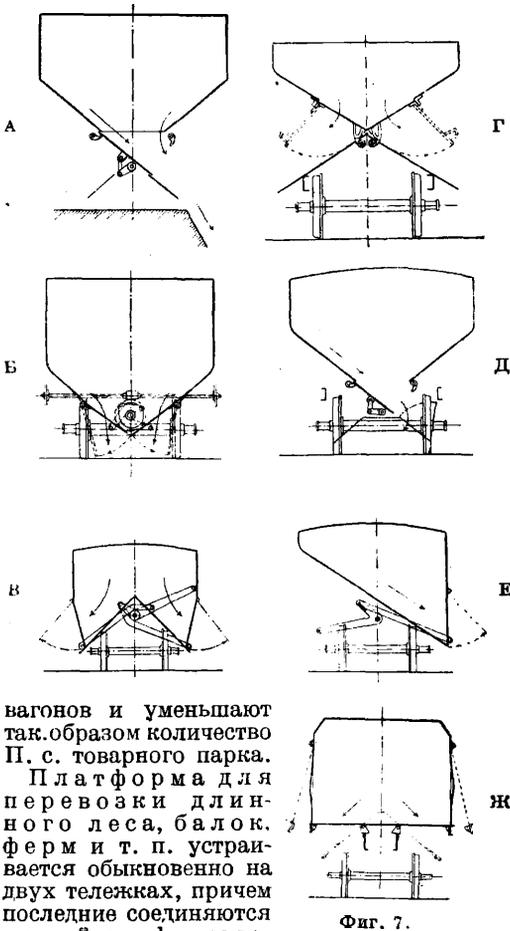
Фиг. 6.

лен общий вид одного из служебных узкоколейных вагонов колеи 1 000 мм. Сюда же можно причислить вагоны-кухни, столовые, электр. станции, почтовые, санитарные, мастерские вспомогательного поезда, вагоны-лавки и т. п., название которых вполне характеризует их назначение. Следует также упомянуть об узкоколейном динамометрич. вагоне колеи 750 мм, построенном и оборудованном измерительными приборами в 1931 г. Научно-исследовательским ин-том норм и стандартов ВСНХ; вагон этот является почти единственным испытательным вагоном узкой колеи в Европе, с помощью к-рого предполагается произвести опытное испытание всех уже построенных и предполагаемых к постройке стандартных узкоколейных паровозов и вагонов СССР. Вагоны специального назначения строятся обычно для определенных грузов, в то время как обыкновенные вагоны — крытые, и платформы требуют от груза приспособляемости к их размерам и форме.

Заслуживает внимания особая конструкция вагона, имеющая целью быструю выгрузку его (т. н. саморазгружающиеся вагоны). Эти вагоны служат для перевозки сыпучих грузов (уголь, торф, руда, песок и т. п.), а также с.-х. продуктов, напр. свекловицы, картофеля и т. п. Выгрузку производят через люки в дне или стенках вагона, к-рые м. б. открыты помощью заслонки или дверки. Пол и стенки вагона имеют наклон, соответствующий углу естественного откоса груза, вследствие чего груз может быть высыпан через открываемые отверстия (заслонки или дверки) между рельсами или в сторону от них. Эксплуатация этих вагонов дает большую экономию времени и

вагонов, разгрузить одновременно с паровоза. Кузова таких вагонов конструируют т. о., что они участвуют в восприятии нагрузки; вследствие этого в больших вагонах этого типа можно отказаться от устройства специальной рамы, выполняя кузов и его стенки в форме балки, чем достигают значительного уменьшения мертвого веса. Помещаемые ниже эскизные рисунки саморазгружающихся вагонов (фиг. 7) изображают некоторые наиболее употребительные типы. На фиг. 7, А дан эскиз саморазгружающегося вагона с горизонтальным половым клапаном для боковой разгрузки на любую сторону пути. Для выгрузки с эстакады в ямы и для сыпки балласта на путь из движущегося поезда быструю выгрузку можно регулировать. Фиг. 7, Б — вагон с половым клапаном для нижней разгрузки между рельсами. Простое обслуживание клапанов, большие размеры выгрузных отверстий. Фиг. 7, В — вагон с двускатным дном и откидывающимися в стороны клапанами для одновременной разгрузки на обе стороны пути. Фиг. 7, Г — саморазгружающийся вагон с откидывающимися в сторону клапанами, для боковой разгрузки; применение то же, что у типа на фиг. 7, А; кроме того возможна одновременная выгрузка на обе стороны. Сыпные воронки расположены несколько выше, чем у вагона на фиг. 7, А; быструю выгрузку регулировать нельзя. Фиг. 7, Д — вагон для нижней и боковой разгрузки. Применение вагона то же, что и типа фиг. 7, А; кроме того возможна выгрузка между рельсов. Фиг. 7, Е — вагон с односкатным дном. Выгрузка возможна только на одну сторону. Затворные клапаны, как у типа фиг. 7, В. Фиг. 7, Ж — вагон с горизонтальным дном,

могущим превращаться в двускатное, для выгрузки сыпучих материалов на обе стороны пути. Саморазгружающиеся вагоны делают возможным более быстрый оборот



Фиг. 7.

вагонов и уменьшают так образом количество П. с. товарного парка.

Платформа для перевозки длинного леса, балок, ферм и т. п. устраивается обыкновенно на двух тележках, причем последние соединяются с рамой платформы помощью центрального шкворня, проходящего через поперечные деревянные брусья и металлическую чашку тележек. Такая платформа может удлиняться или укорачиваться путем сдвигания или раздвигания тележек вместе с поперечными брусьями вдоль продольных частей рамы из узкоколейных

Приблизительная стоимость такой платформы в довоенное время составляла ок. 500 р.

Парные железные тележки для перевозки длинного леса среди существующего узкоколейного П. с. наиболее практичны и выгодны в подъемном отношении, а именно грузоподъемность их 12,5 т, тара 3,0 т, что дает коэффициент тары 0,24, являющийся самым низким для существующего узкоколейного П. с. и наиболее выгодным в смысле утилизации его подъемной силы. Эти тележки (фиг. 8) при длине их поперечных брусьев 2 000 мм (для колеи 750 мм) могут перевозить груз произвольной длины, однако не свыше наибольшей базы П. с., установленной для минимального радиуса кривой узкоколейной ж.-д. колеи 750 мм. Каждая тележка имеет по два буфера, из коих один укрепляется помощью дополнительного металлического скрепления и буферной пружины с верхней частью тележки (см. фиг. 8), другой же буфер, жесткой системы, укрепляется непосредственно на буферном бруссе тележки. В случае надобности обе тележки могут быть сцеплены между собою внутренними буферами при помощи

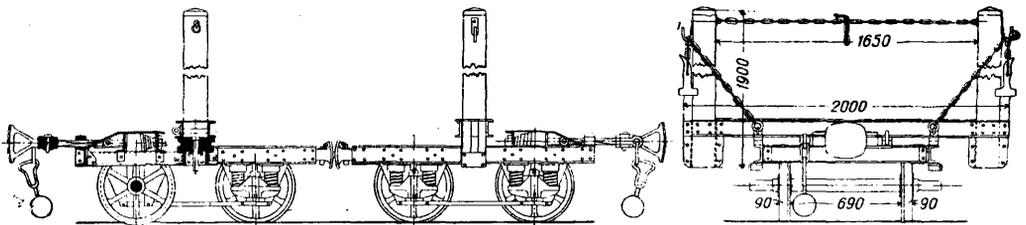


Фиг. 9.

скобы и клиньев. Каждая тележка оборудована двумя деревянными стойками высотой 1 250 — 1 300 мм с железными цепями, служащими для стягивания и укрепления перевозимого груза (фиг. 9).

Саморазгружающиеся узкоколейные вагоны, имеющие своей целью быструю выгрузку сыпучих грузов, нашли большое распространение в торфяной промышленности.

Торфовозные вагоны, применяемые на торфразработках им. инж. Классона, состоят из металлич. рамы указанных выше платформ Коломенского з-да; на раме укреплен металлич. каркас прямоугольный вверху и овальный внизу из углового и швеллерного железа. По каркасу укрепляют деревянную обшивку толщиной 25 мм, образующую т. о. вместе с каркасом кузов вагона. Вагон саморазгружающийся—угол на-



Фиг. 8.

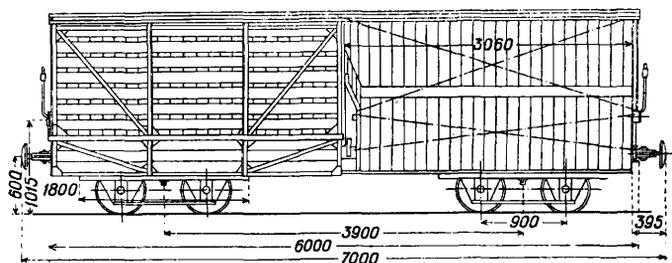
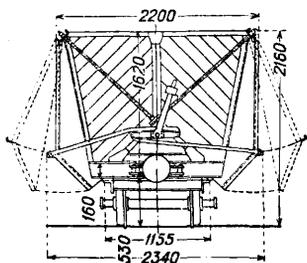
рельсов тяжелого типа взамен обычных швеллеров. Длина такой платформы около 12 000 мм при ширине ее 3 000 мм и при высоте стоек 1 600 мм. Грузоподъемность такой платформы 10 т при таре 3 т, что дает весьма низкий коэффициент тары 0,30.

клона граней призматич. дна к горизонту 50°. Разгрузка при помощи открывающихся боковых люков производится в действие от руки. В табл. 3 приводятся главные размеры торфовозных вагонов, применяемых на указанных торфразработках.

Табл. 3. — Главнейшие размеры саморазгружающихся торфовозных вагонов.

Угол наклона в вагонах	Число осей	Нагрузка на ось в т	Вес тары в т	Грузоподъемность в т	Коэф. полезной тары	Вместимость в м ³	Площадь пола в м ²	Ширина	Высота	
									от головки рельса	в мм
28	4	2,00	2,8	5,25—6,25	0,53	12,81	2,1	2 100	1 250	2 020
50	4	1,92	2,7	5—6	0,54	12,20	2,0	2 100	1 360	2 030
50	4	1,90	2,6	5—6	0,52	12,20	2,0	2 100—1 200	1 218	1 800
50	4	1,90	2,6	5—6	0,52	12,20	2,0	2 100—1 200	1 210	1 880

Стремление удешевить транспортирование воздушносухого торфа привело к необходимости перехода от малогрузных торфяных вагонов к большегрузным. Для вновь строящихся электростанций кроме того требуется и быстрая разгрузка вагонов на бункерах. Указанным требованиям удовлетворяют большегрузные саморазгружающиеся торфовозные вагоны емкостью 16,5 и 30 м³, имеющие довольно широко применение на практике. Конструирование и постройка этих вагонов произведена Ивгрэсом в 1928 г. путем надстройки кузова к платформам Коломенского и Усть-Катавского заводов с соответствующей лишь перестановкой распорных балок рамы. Благодаря такой проектировке получилось весьма невыгодное соотношение между тарой вагона и его грузоподъемностью, что неудовлетворительно отразилось на экономичности большегрузного вагона. Торфоподача с этими вагонами совершается с болота до эстакады узкоколейными паровозами колеи



750 мм, а далее электровозами с кремальерой, подающими торф на бункерную галерею в количестве трех вагонов емкостью 16,5 м³ и двух вагонов емкостью 30 м³ по эстакаде, которая имеет уклон 200‰. Рама вагона, ходовые части, упряжные и ударные приборы взяты с платформ Коломенского и Усть-Катавского заводов с соответствующим переконструированием.

Вагоны саморазгружающиеся, с открывающимися бортами — открывание принудительное, усилием одного человека помощью системы рычагов. Дно вагона призматическое, с наклоном граней дна к горизонту под углом 50°. Кузов вагона разделен двумя поперечными стенками для облегчения открывания и веса бортов; кроме того каждая половина кузова вагона разделена продольной стенкой на две части. Вагон снабжен

с двух сторон рычажным механизмом, к-рый служит для открывания и закрывания бортов вагона, причем каждый механизм действует только на 2 секции вагона. Наибольшее принудительное открывание бортов, имеющих прямолинейное очертание, = 0,95 м. Время разгрузки двух секций колеблется в пределах от 10 до 30 сек. В табл. 4 приведены главнейшие размеры этих вагонов. Фиг. 10

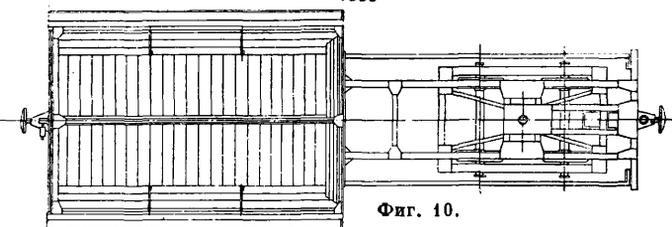
дает общий эскизный вид торфовозного саморазгружающегося вагона колеи 750 мм емкостью 16,5 м³, имеющего

Табл. 4. — Главнейшие размеры большегрузных саморазгружающихся вагонов.

Емкость в м ³	Число осей	Нагрузка на ось в т	Длина кузова в мм	Ширина кузова в мм	Высота кузова в мм	Высота от головки рельса в мм	Грузоподъемность в т	Тара в т	Коэф. тары
16,5	4	1,9	6 300	2 060	1 630	2 160	5,0	3,8	0,76
30	4	—	9 300	2 060	2 500	—	12,0	8,5	0,70

обращение на Иваново-Вознесенских торфозаготовках (Ивгрэс).

Большегрузные саморазгружающиеся узкоколейные вагоны. Основным положением транспортного хозяйства является перевозка наибольшего количества грузов с наименьшим количеством П. с. Последнее достигается введением в эксплуатацию промышленного транспорта



Фиг. 10.

большегрузных, саморазгружающихся вагонов, преимуществами которых следующие: 1) более высокая нагрузка на ось; 2) длина станционных и разъездных жел.-дор. путей при одном и том же механическом двигателе будет очевидно меньше при большегрузном вагоне; 3) с уменьшением длины поезда уменьшается сопротивление движению, в результате — сокращение расхода топлива; 4) легче проходят по кривым малого радиуса, и удельное сопротивление движению у большегрузных вагонов меньше, чем

у обычных двухосных вагонов, причем оно уменьшается с увеличением скорости; главные размеры которых приведены в табл. 5.

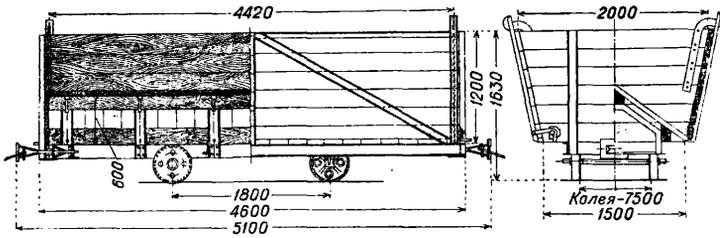
Табл. 5.—Характеристика большегрузных саморазгружающихся вагонов.

Тип вагона	Колеса в мм	Число осей	Нагрузка на ось в т	Емкость вагона в м ³	Грузоподъемность в т	Тара в т	Коеф. тары	Длина кузова		Высота вагона над головок. рельсы
								Ширина кузова	В мм	
Торфяной (открытый) для кускового торфа	750	4	0,84	20,0	6,4	2,56	0,40	700	220	220
Саморазгружающийся, с боковой разгрузкой на обе стороны над бункерами автоматич. способом	750	4	0,96	30,0	9,6	3,84	0,40	700	220	220
То же	1 000	4	1,00	30,0	10,0	4,0	0,40	860	250	270
То же	1 524	2	3,20	63,0	20,0	8,00	0,40	930	360	360
Съемный кузов криволинейного или трапециoidalного очертания (кюбель)	750	4	0,84	20,0	6,4	2,56	0,40	600	250*1 180*2	230

*1 Поверху. *2 Понизу.

5) большегрузные вагоны позволяют в дальнейшем с меньшими затратами средств пе-

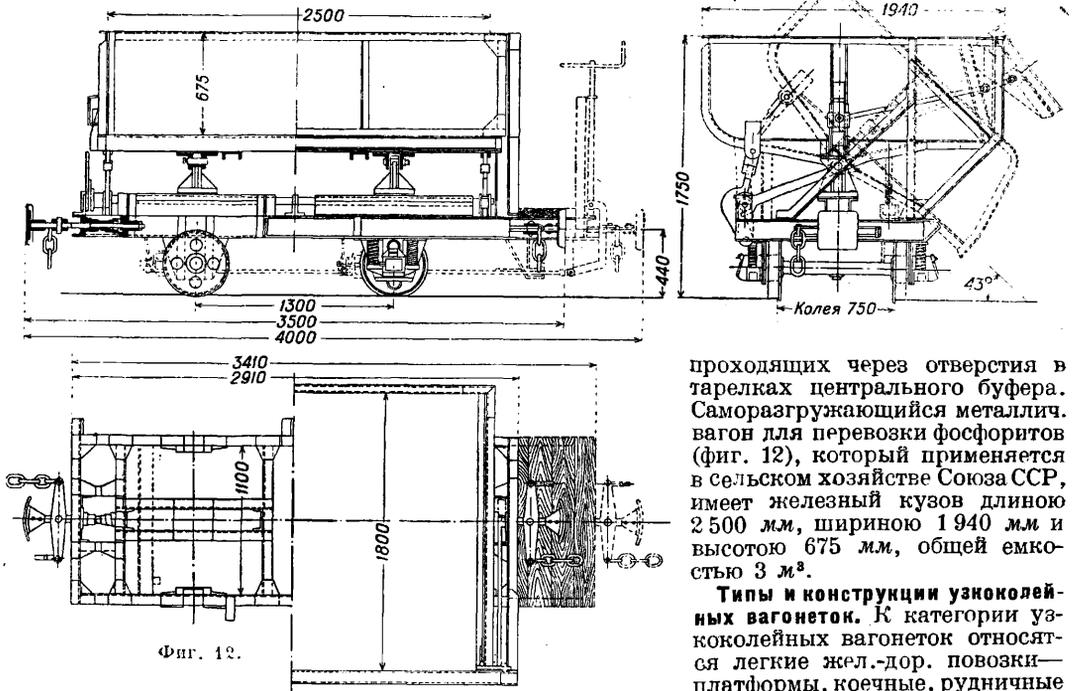
Саморазгружающийся вагон для перевозки свекловицы (фиг. 11), применяющийся в сахарной промышленности СССР, имеет деревянный конический кузов, укрепленный на железной раме. Дно вагона деревянное, с наклоном граней его к горизонту под углом 50°. Для разгрузки вагона боковые борты его открываются вручную, путем открытия металлических запорных приспособлений, расположенных в нижней



Фиг. 11.

рейти на автоматические тормоза и автоматическую сцепку. С 1931 года торфяная

часть кузова. Сцепление вагонов производится помощью железной серьги и штырей,

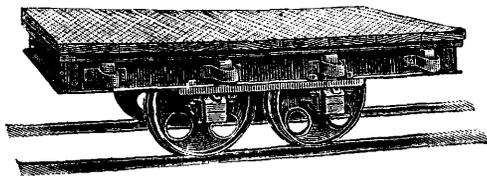


Фиг. 12.

промышленность приступила к проектированию и к постройке стандартных большегрузных саморазгружающихся вагонов,

проходящих через отверстия в тарелках центрального буфера. Саморазгружающийся металлич. вагон для перевозки фосфоритов (фиг. 12), который применяется в сельском хозяйстве Союза ССР, имеет железный кузов длиной 2 500 мм, шириной 1 940 мм и высотой 675 мм, общей емкостью 3 м³.
Типы и конструкции узкоколейных вагонеток. К категории узкоколейных вагонеток относятся легкие жел.-дор. повозки—платформы, косячные, рудничные и ящичные вагонетки, передвигаемые по рельсовым путям помощью ручной, конной или механич. тяги. Означенные вагонетки у нас в

СССР применяют обычно на промышленных ж.-д. путях с шириной колеи в 600 мм (установленный стандарт) и в некоторых случаях с колеями в 500 мм (горная, строительная и другие промышленности). Кузовом таких вагонок служат металлич. опрокидывающие койки или небольшие деревянные ящики или же просто открытые деревянные платформы. Форма кузова бывает различная в зависимости от того, для чего вагонетка предназначена. Для рационального использо-

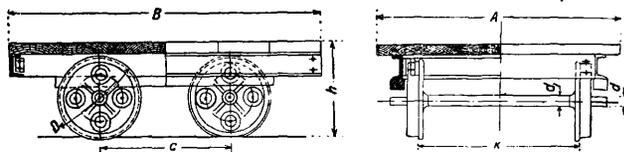


Фиг. 13.

вания вагонок большое значение имеет величина нагрузки, легкость опрокидывания и опораживания. Род промышленного предприятия или условия размеров рабочей площади часто требуют вагонок, опрокидывающихся вперед или таких, у которых вращающиеся койки дают возможность опрокидывать содержимое в любом направлении. Вместо металлических коек могут употребляться деревянные ящики, которые являются пригодными для перевозки земли или с.-х. продуктов. Рама вагонок является основной частью металлич. опрокидывающихся вагонок, служащих для перевозки таких грузов, которые требуют быстрой выгрузки их, посредством опрокидывания коек. Такого рода вагонок употребляются преимущественно при производстве земляных работ и в с. х-ве на постоянных и временных рельсовых путях. Узкоколейные вагоетки строят обычно без буферов и следователно рамы их д. б. такой солидной конструкции, чтобы свободно выдерживать толчки при движении без повреждений самой рамы. Сцепным прибором служат крюки и кольца, укрепляемые на внутренней торцевой стороне рамы. Раму укрепляют обычно на двух чолускатах с диаметром колес от 300 до 500 мм, с наружными или внутренними буксами, прикрепленными непосредственно к нижней стороне рамы. Для укрепления опрокидывающих коек вагонок к рамам прикрепляют обычно металлич. подпорки с палфами, на к-рых последние и вращаются. В случае, если требуются вагоетки с поворачивающейся койкой, опрокидывающейся во все стороны, конструкцию обычной вагоетки дополняют верхней металлич. рамой, вращающейся с помощью роликов на 90° по горизонтальному листу, укрепленному на нижней раме. Емкость кузовов коечных вагонок рассчитывается на 0,25—2,00 м³ при грузоподъемности 0,125—2,5 т, ящичных вагонок—емкостью до 3 м³ при грузоподъемности до 1,5 т. Вагоетки объемом до 0,75 м³ применяют

гл. обр. для передвижения вручную или для конной тяги; начиная с 1 м³ вагоетки передвигаются обыкновенно помощью механической тяги (паровозами, электровозами и т. п.). В этом случае вагоетки должны быть снабжены пружинными, ударными и упругими приборами. Для уменьшения сопротивления движению вагонок, последние снабжаются буксами с шариковыми или роликовыми подшипниками. Запирание кузова производится при помощи автоматич. установочных приспособлений. Тормозные вагоетки имеют ручные уравновешенные винтовые тормоза с четырьмя колодками.

Вагоетки-платформы состоят из двухосных тележек, покрытых настилом и снабженных бортами или без них (фиг. 13). Раму тележек и настил с бортами делают как из дерева, так и из металла. Конструкция платформ бывает очень разнообразна и находится в зависимости от того, для чего такая платформа предназначена. Тележка нормальной конструкции имеет железную раму с закругленными торцовыми сторонами. Платформы с железной рамой бывают с настилом как деревянным, так и из рифленого железа. Платформы с деревянной рамой устраивают обычно прямоугольной формы с дощатым настилом или же для усиления конструкции на тележке с четырехугольной железной рамой, с деревянным настилом и обшивкою из рифленого железа. Последние снабжаются часто пружинной сцепкой и сквозной упругой тягой. Для перевозки тяжелых предметов применяются вагоетки платформ с удлиненной рамой прямоугольной формы из коробчатого железа, усиленной помощью поперечных балок из того же железа; такая вагоетка снабжается пружинной сквозной тягой и самодействующими тормозами. Платформы применяются преимущественно для перевозки различных предметов, инструментов, материалов для ремонта пути и т. п. (фиг. 14). В табл. 6 приводятся главнейшие размеры нормальных платформ с деревянным настилом, грузоподъемностью до 2,5 т, изготовля-



Фиг. 14.

емых механическим заводом № 1 Государственного акционерного о-ва Транстрой.

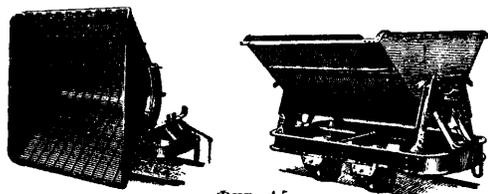
Для перевозки предметов, к-рые требуют закрепления их с двух сторон, применяют платформы с торцовыми бортами. Борты таких платформ-вагонок бывают как деревянные, так и железные, или же заменяются приклепанными металлическими фронтowymi стойками и щитами. На таких платформах перевозят обыкновенно по фабрично-заводским

Табл. 6.—Главные размеры нормальных платформ с деревянным настилом (Фиг. 14).

Наименование завода	Размер к колес в мм	Грузоподъемность в т	h	Размеры в мм						
				A	B	C	D	E	d	d ₁
Механич. № 1 Гос. акц. о-ва Травстрой	500	2,0	405	900	1 250	550	300	745	40	45
		2,5	455				350	745	45	50
	600	2,0	405	900	1 250	550	300	845	40	45
		2,5	455				350	845	45	50
		3,0	405				300	895	40	45
Новочеркасский механич. з-д	750	2,5	455	1 100	1 500	650	350	895	45	50
		1,5	525				930	2 150	600	300	840	45	50

рельсовым путям груз в ящиках, кипах, мешках и т. п. Для перевозки катучих грузов (боченков, рулонов и т. п.) применяют такие же вагонетки, но с опускными стойками, служащими одновременно и приспособлением для скатывания и накатывания этих грузов.

Кочечные вагонетки (фиг. 15) устраивают обычно с корытообразным опрокидным кузовом (койкой). Койка склепывается



Фиг. 15.

из металлич. листов, а верхний край ее устроен из железа специального профиля, благодаря чему койка чрезвычайно прочна и не режет рабочему рук при ее опрокидывании. В табл. 7 приводятся размеры нормальных

Табл. 7.—Размеры нормальных вагонеток с опрокидными койками (в мм).

Емкость в м ³	Колеса	Вагонетки с тормозом			Длина койки		Вагонетки без тормоза			Диам. колес	Расстояние между осями	Диам. шейки оси
		длина	ширина	высота	длина койки	глубина койки	длина	ширина	высота			
0,5	500	2 120	1 315	1 080	1 140	595	1 715	1 315	1 080	300	550	40
0,5	600	2 120	1 315	1 080	1 140	595	1 715	1 315	1 080	300	550	40
0,75	500	2 300	1 470	1 215	1 250	710	1 870	1 470	1 215	300	550	40
0,75	600	2 300	1 470	1 240	1 250	710	1 870	1 470	1 240	300	550	40
0,75	750	2 420	1 470	1 225	1 250	710	1 980	1 470	1 225	300	550	40
1,00	600	2 260	1 585	1 270	1 405	770	2 165	1 585	1 270	350	650	45
1,00	750	2 620	1 585	1 270	1 405	770	2 165	1 585	1 270	350	650	45

вагонеток с опрокидными койками, изготовляемых на механич. з-де Государственного строительного акционерного о-ва Транстрой.

В промышленном транспорте Союза ССР имеют широкое применение различные типы вагонеток с опрокидными койками сист. «Артур Коппель», из коих наиболее употребительными являются нижеследующие: нормальные вагонетки с опрокидным кузовом и с кузовом усиленной конструкции емкостью до 2 м³, вагонетки с поворачивающейся койкой, опрокидывающейся во все стороны поперек и по обе стороны пути. Находят себе применение и вагонетки с деревянными опрокидными койками,

употребляемые для перевозки предметов, портящихся от трения о железо, вагонетки с решетчатой койкой (большой или малой емкости) для перевозки рыбы и тому подобных предметов, а также вагонетки с койкою с закрывающимися крышками. Встречаются вагонетки со съёмною койкою, приспособленную для поднятия ее вверх при помощи блока или крана и для установки ее на пол или на землю; имеются также вагонетки для механич. откатки помощью бесконечного каната. Для перевозки тяжелых и громоздких предметов, напр. шлака, руды, камня и т. п., употребляют вагонетки более низкой конструкции, чем это позволяют делать вагонетки с опрокидными койками. Существуют также вагонетки саморазгружающиеся, причем последние бывают двух типов: 1) с неподвижными покатыми днищами для выгрузки в сторону от пути, каковые применяются в соответствующих случаях в целях облегчения условий выгрузки; 2) с прямыми, но подвижными днищами, для выгрузки между рельсами, с воронкообразным или коническим кузовом. Если обратиться к

многочисленным фабрикам и заводам нашей разнообразной промышленности, то сможем встретиться с самыми различными вагонетками для кирпичных, гончарных заводов и торфоразработок, например: вагонетки для глины и воды, платформы для перевозки сырца и обожженного кирпича; на чугунолитейных и прокатных заводах можно видеть вагонетки для перевозки длинных труб, вагонетки для расплавленных шлаков, для перевозки железных болванок или же вагонетки с опрокидным разливательным ковном для расплавленного чугуна, вагонетки со съёмными корытами для обслуживания доменных печей и помимо того еще значительное количество различных специальных вагонеток. Размеры вагонеток с опрокидными койками системы «Артур Коппель», имеющих большое применение на

наших промышленных предприятиях, приводятся в табл. 8.

Табл. 8.—Размеры вагонеток с опрокидными койками (системы «Артур Коппель» (в мм).

Емкость койки в м ³	Ширина колеи	Вагонетка			Койка			Расстояние между осями
		длина	ширина	высота	длина	глубина	Диаметр колес	
1,25	500	1 460	910	820	920	510	235	500
3,33	500	1 560	1 090	1 000	950	600	300	450
3,33	600	1 560	1 090	1 040	950	600	300	540
3,50	500	1 700	1 280	1 010	1 090	600	300	505
1,50	600	1 700	1 280	1 050	1 090	600	300	550
1,50	750	1 700	1 280	1 100	1 090	600	300	600
2,75	500	1 860	1 970	1 150	1 250	710	300	550
0,75	600	1 860	1 470	1 190	1 250	710	300	550
0,75	750	1 860	1 470	1 250	1 250	710	300	600
0,00	500	2 050	1 500	1 250	1 445	760	350	650
1,00	600	2 050	1 500	1 275	1 445	760	350	650
1,00	750	2 050	1 500	1 315	1 445	760	350	750
3,25	600	2 100	1 700	1 420	1 450	885	400	650
3,25	750	2 100	1 700	1 550	1 450	885	400	750
3,50	600	2 350	1 950	1 460	1 510	890	400	650
1,50	750	2 350	1 950	1 570	1 510	890	400	750
2,00	600	3 170	1 940	1 550	2 000	890	450	1 000
2,00	750	3 170	1 940	1 660	2 000	890	450	1 100

Для обслуживания горной промышленности существуют особые типы вагонеток для шахт и рудников (фиг. 16). Рудничные вагонетки применяются для подземных работ; они служат для откатки и доставки горных ископаемых пород. В виду стремлений к наибольшему уменьшению габарита П. с. обычно применяют вагонетки с низко посаженными кузовами из дерева и железа, причем наибольшее распространение имеют последние. Наиболее употребительными формами сечения кузовов являются—прямоугольное, трапециoidalное, а также кузова с вогнутыми вниз боками (кузов «канзеновского типа») и кузова овальной формы. Наиболее употребительными рудничными вагонетками, применяемыми в горной промышленности СССР, являются вагонетки с опрокидными койками, с внутренними и наружными брусками, изготовляемые трестом горнозаводского оборудования заводом «Свет шахтера» (Харьков) и Государственным Новочеркасским механическим заводом. Размеры этих вагонеток указаны в табл. 9.

Табл. 9.—Размеры вагонеток с опрокидными койками (в мм).

Колеса	Емкость в м ³	Вагонетка			Койка		Диаметр колес	Расстояние между осями
		длина	ширина	высота	длина	глубина		
750	0,75	2 000	1 120	1 180	1 350	750	380	750
600	0,75	2 450	1 120	1 160	1 350	750	300	750
580	1,25	2 350	1 400	1 267	1 390			
600	1,25	2 350	1 400	1 267	1 390			
750	1,25	2 350	1 400	1 287	1 390			
600	1,00	2 450	1 400	1 230	1 350	850	380	750
600	1,00	2 770	1 510	1 225	1 400	820	300	800
600	0,75	2 770	1 360	1 200	1 400	710	300	800
600	0,50	2 770	1 100	1 260	1 400	650	300	800

В проектах новых крупных шахт с механизированной механич. откаткой предусматривается применение новых стандартных

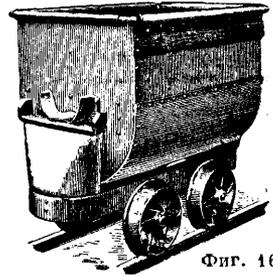
рудничных вагонеток со значительно повышенной грузоподъемностью (табл. 10).

Табл. 10.—Размеры стандартных рудничных вагонеток с повышенной грузоподъемностью (в мм).

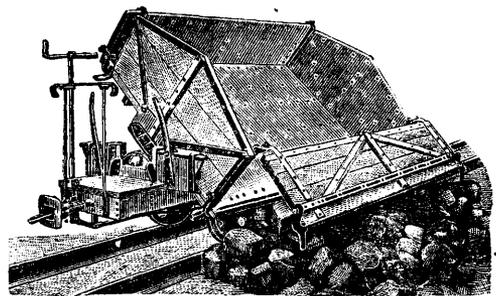
Емкость вагонетки в т	Ширина колеи	Длина			Ширина		Высота		Диаметр колес
		внутр. кузова	наружн. кузова	наружн. с буферами	внутр. кузова	наружн. кузова	наружн. кузовов вагонетки от головной рельсы		
1,0	600	1 900	1 940	2 050	800	840	825	1 115	350
1,5	900	1 900	1 940	2 050	1 100	1 140	650	940	350
2,0	900	2 500	2 540	2 660	1 200	1 240	760	1 050	350
2,0	900	2 500	2 540	2 750	1 200	1 240	850	1 175	350

Стремление к увеличению грузоподъемности рудничных вагонеток особенно сильно проявляется в практике горной промышленности за границей, где нередко, напр. в США, встречаем вагонетки в 3, 4 и даже 6 т.

Ящичные вагонетки устраивают обыкновенно из дерева, причем кузова их укрепляют также на деревянной раме. Вагонетки эти бывают неподвижные и опрокидывающиеся в одну или обе стороны, причем у большинства типов соответствующие боковые борты при выгрузке открываются, благодаря чему значительно улучшаются условия выгрузки. Буферами таких вагонеток служат выступающие концы деревянной рамы, окованные для прочности железом; сцепными приборами являются металлические крючья с цепями, укрепленные непосредственно в буферных брусках деревянной рамы. Для перевозки более тяжелых грузов помощью механич. тяги употребляются ящичные вагонетки более солидной конструкции, вместимостью до 8 м³ (фиг. 17). Кузова таких



Фиг. 16.



Фиг. 17.

вагонеток, опрокидывающиеся в обе стороны, имеют открывающиеся борты, подвешенные на железных петлях и закрепляющиеся в закрытом положении посредством запорных накладок или крючьев вручную. Отмыкание бортов производится вручную или автоматически, одновременно с опро-

кидыванием вагонетки, причем свободный конец запорной накладки, набегая на соотвествующую упорку, отмыкает запор. В практике промышленного транспорта встречается еще много различных типов ящичных вагонеток, опрокидывающихся в любом направлении и имеющих специальное назначение (для перевозки шлаков, руды и т. п.).

Лит.: Никитин А., Постройка и эксплуатация узкоколейных подъездных ж. д., СПб, 1909; Энгельгардт Ю. В., Железные дороги, т. 3, Узкоколейные дороги за границей и в СССР, М.—Л., 1927; Терпигоров А. М., Рудничные отпаты, 2 изд., М., 1929; Короткевич М. А., Основы вагоностроения, М., 1930; Трубецкой В. А., Вагоны промышленного ж.-д. транспорта СССР, М. (печатается); Dietrich-Bielschowsky, Oberbau u. Betriebsmittel der Schmalspurbahnen, В., 1914; Ptaszowsky L., Feldbahnen u. Industriebahnen, В., 1920; Kreissig E., Übersicht über den Waggonbau, В., 1927; Riedig F., Die Entwicklung der Schmalspurbahnen zur Förderung v. Abraum, «Der Waggon- u. Lokomotivbau», Berlin, 1930, Н. 25; Birk A., Schmalspurbahnen, Handb. Ing., Т. 5, Der Eisenbahnbau, В. 7, Lpz., 1910. В. Трубецкой.

ПОДВИЖНОСТЬ ИОНОВ. Под этим термином понимают величину l (или l_A для аниона, l_K —для катиона), пропорциональную абсолютной скорости движения иона:

$$l = F \cdot u, \quad (1)$$

где F —фактор пропорциональности, u —абсолютная скорость иона, т. е. путь (в см), проходимый ионом за 1 ск. в водном растворе при падении потенциала в 1 В на 1 см. Фактором пропорциональности в у-рии (1) является т. н. число Фарадея (заряд 1 z -эквивалента любого иона); $F = 96\,494$ С. Такой выбор фактора пропорциональности вызван тем, что согласно закону Кольрауша (см. *Электропроводность электролитов*) значение эквивалентной электропроводности μ_{∞} при бесконечном разведении для электролита равно сумме подвижностей его ионов:

$$\mu_{\infty} = l_A + l_K. \quad (2)$$

Следовательно П. и. должна иметь ту же размерность, что и эквивалентная электропроводность, т. е. $\frac{\text{г}^{-1} \text{см}^2}{z \cdot \text{эquiv}}$. Умножая размерность скорости иона $\frac{\text{см}}{\text{в.ск.}}$ на размерность

числа Фарадея $\frac{\text{С}}{z \cdot \text{эquiv}}$, имеем для l размерность эквивалентной электропроводности.

Величина П. и. зависит от природы иона, t° и среды (растворителя). Значения подвижности нек-рых ионов при 18° и их t° -ные коэф-ты даны в следующей таблице.

Подвижности ионов в бесконечно разбавленных растворах, при $t^\circ = 18^\circ$.

Ион	Подвижность l_K	t° -ный коэф. в % на 1°	Ион	Подвижность l_A	t° -ный коэф. в % на 1°
H ⁺	315	1,54	OH ⁻ . . .	174	1,8
Li ⁺	33,4	2,65	F ⁻	46,6	2,38
Na ⁺	43,5	2,44	Cl ⁻	65,5	2,16
K ⁺	61,6	2,17	Br ⁻	67	2,15
Ag ⁺	54,3	2,29	I ⁻	68,5	2,13
NH ₄ ⁺	64	2,22	NO ₃ ⁻ . . .	61,7	2,05
1/2Ca ²⁺ . . .	51	2,47	CH ₃ COO ⁻	35	2,38
1/2Ba ²⁺ . . .	55	2,39	1/2SO ₄ ²⁻ . .	63	2,27
1/2Cu ²⁺ . . .	46	—			

Подробную таблицу см. *Спр. ТЭ*, т. IV, стр. 306 или же Landolt-Börnstein, *Physikalisch-chemische Tabellen*, II В., р. 1101—1105.

Как видно из таблицы, ионы водорода и гидроксила обладают наибольшей подвижностью по сравнению с другими ионами; этим объясняется значительно большая электропроводность растворов к-т и оснований по сравнению с таковой для эквивалентных растворов солей. Никакой простой зависимости между П. и. и химич. и физич. свойствами тех же ионов нельзя указать. Это объясняется тем, что ионы в растворе гидратированы и степень гидратации (см.) для различных ионов различна. Чем сильнее гидратирован ион, тем больше его объем и тем меньше его подвижность (напр. ион Li). Ионы водорода и гидроксила гидратированы слабее всего. Температурный коэф. подвижности для большинства ионов равен t° -ному коэф-ту внутреннего трения воды, взтому с обратным знаком. Это показывает, что при передвижении ионов имеет место трение воды о воду (гидратной воды о воду раствора). Исключением являются ионы водорода и гидроксила, у к-рых гидратация или совсем отсутствует или имеет место в очень незначительной степени. Влияние растворителя на П. и. определяется правилом Вальдена: при постоянной t° подвижность одного и того же иона в различных растворителях обратно пропорциональна коэффициентам внутреннего трения последних. П. и. находят из значения эквивалентной электропроводности раствора электролита при бесконечном разведении (ф-ла 2), пользуясь значением т. н. числа переноса данного иона (n или $1-n$).

Числом переноса иона называется отношение скорости движения данного иона к сумме скоростей движения обоих ионов данного электролита:

$$n = \frac{l_A}{l_A + l_K} \quad \text{или} \quad 1-n = \frac{l_K}{l_A + l_K}, \quad (3)$$

причем число переноса аниона обозначается обычно через n , а число переноса катиона через $1-n$. Число переноса, являясь мерой относительной скорости движения иона, входящего в состав данного электролита, показывает вместе с тем, какая часть электричества переносится при прохождении тока через раствор данного электролита этим ионом. Числа переноса м. б. экспериментально найдены при помощи специальных приборов. В этих приборах величину чисел переноса получают на основании определения изменения концентрации электролита в анодном и катодном слое при электролизе. Можно показать, что в том случае, если скорости движения ионов, входящих в данный электролит, одинаковы, то убыль вещества в анодном и катодном слое будет одинакова; если же равенства скоростей нет, то и убыль вещества у электродов будет различна. Последнее можно себе наглядно представить на следующих схемах. Представим себе раствор между электродами, мысленно разделенным на 3 слоя: анодный, средний и катодный; пусть в каждом слое находится нек-рое количество z -эквивалентов ионов (напр. по 5). Обозначим положительные ионы знаком +, отрицательные знаком -, тогда состояние раствора до электролиза представится схемой фиг. 1. Пропустим через раствор такое количество электричества,

к-рое необходимо для осаждения 5 г-эквивалентов. При этом допустим, что скорость движения катиона относится к скорости



Фиг. 1.

движения аниона как 2:3. В этом случае при прохождении указанного количества электричества через раствор, через любое его поперечное сечение должны пройти три г-эквивалента анионов по направлению к аноду и два г-эквивалента катионов по направлению к катоду. Тогда, если бы не было разрядки ионов у электродов, мы получили бы распределение ионов в растворе, приведенное в схеме фиг. 2. Ионы, не имеющие



Фиг. 2.

партнеров, разряжаются у электродов и после этого мы получим следующую картину распределения вещества в нашем электролите (фиг. 3), где кружками обозначены разрядившиеся ионы. Резюмируя данные всех 3 схем, можно сказать, что между скоростью движения ионов и изменением концентрации ве-



Фиг. 3.

щества у электродов существует следующая зависимость:

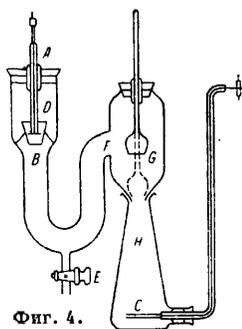
$$\frac{\text{скорость аниона}}{\text{скорость катиона}} = \frac{\text{убыль вещества у катода}}{\text{убыль у анода}}$$

откуда число переноса аниона

$$n = \frac{l_K}{l_K + l_A} = \frac{\text{убыль вещества у катода}}{\text{сумма убыли у катода и анода}}$$

Практически убыль вещества у электродов для нахождения чисел переноса можно определить в приборе, изображенном на фиг. 4,

где А—катод, В—защитный тигель, препятствующий осадку металла, получающемуся на катоде и обычно плохо на нем держащемуся, попадать в остальные части прибора, С—анод, D—катодное пространство, E—кран для сливания катодного слоя раствора для анализа, F—средн. часть, концентрация в которой не должна меняться, G—подвижный запор для отделения среднего пространства F от анодного слоя H. Из ф-л (2) и (3) получаем значения l_A и l_K :



Фиг. 4.

$$l_A = n\mu_{\infty} \text{ и } l_K = (1 - n)\mu_{\infty}$$

откуда, зная величину μ_{∞} и найдя экспериментально числа переноса, можно вычислить значение подвижности входящих в данный электролит ионов. Достаточно знать подвижность одного иона, чтобы определить из значений эквивалентных электропроводностей при бесконечном разведении по ф-ле Кольрауша подвижности всех остальных ионов. Из значений П. и. могут быть по ф-ле (1) вычислены и их абсолютные скорости. Для окрашенных ионов значение абсолютной скорости м. б. найдено и экспериментально—путем наблюдения за временем перемещения окрашенного слоя жидкости при электролизе раствора.

Лит.: Э г г е р т Дик., Учебник физик. химии, пер. с нем., 2 изд., стр. 366—384, М.—Л., 1931; G g u b e G., Grundzüge der theoretischen und angewandten Elektrochemie, 2 Auflage, p. 20—64, Dresden—Leipzig, 1930, p. 20—64; F o e r s t e r F., Elektrochemie wässriger Lösungen, Handbuch der angewandten physikalischen Chemie, hrsg. v. G. Bredig, B. 1, p. 80—120, Leipzig, 1923. С. Плетнев.

ПОДВИЖНЫЕ МОСТЫ, мосты с подвижными пролетными строениями, открывающимися для пропуска судов. П. м. сооружаются в местах пересечения сухопутных и водных путей сообщения в тех случаях, когда местные условия не допускают устройства постоянного моста с подмостным габаритом, достаточным для прохода всех видов судов, обращающихся на данной водной магистрали. Наиболее часто разводные пролеты устраиваются в мостах, расположенных вблизи или в пределах территории морских и речных портов, где является необходимость в пропуске судов большого габарита и где требования железнодорожного и гужового движения не позволяют сооружать мосты с повышенными отметками проезжих частей и береговыми подходами значительной длины. В нек-рых случаях, особенно при интенсивном движении по мосту, оказывается рациональным давать разводным пролетам габарит, достаточный для пропуска судов речного типа (с габаритом не выше 10—14 м), ограничивая необходимость разводки лишь проходом судов мачтовых морского типа, габариты к-рых достигают 40—50 м.

Пропускная способность. Целесообразность постройки подвижного моста определяется исследованием его пропускной способности, к-рая складывается из двух факторов—числа пропускаемых судов и числа проезжающих по мосту экипажей. Если обозначить через t_1 —время прохождения одного судна, t_2 —время проезда экипажей, x_1 и x_2 —число судов и экипажей, проходящих и проезжающих за время T , то зависимость между x_1 и x_2 выразится ур-нем:

$$x_1 t_1 + x_2 t_2 = T. \quad (1)$$

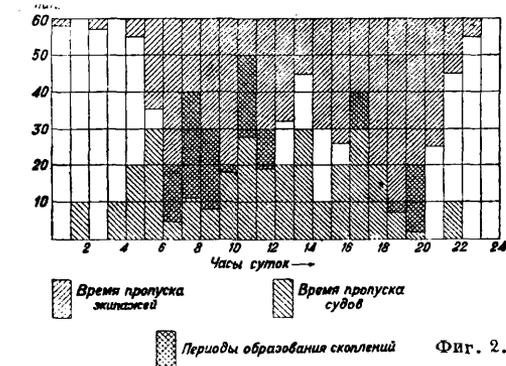
Для средних условий в случае применения современных быстро разводящихся мостов $t_1=6-8$ минутам, причём в этот срок входят все операции, связанные с открытием моста, проходом судна и последующим закрытием пролета; при ширине проезда, достаточной для пропуска четырех рядов экипажей, для мостов под обыкновенную дорогу $t_2=1,5-2,5$ ск.; для мостов под ж. д. при длине переезда ок. 4 км время $t_2=30$ мин. С увеличением числа пропускаемых судов уменьшает-

ся число экипажей и обратно. Для правильного регулирования движения и рациональной эксплуатации моста д. б. выяснены на основании статистич. данных размеры судового и экипажного движения по отдельным месяцам года и по часам суток и связь

этих движений между собою и возможность их развития в ближайшие годы по сооружению моста. Зависимость между судовым и экипажным движением с учетом возможности его развития представляется диаграммой. На фиг. 1 изображена такая диаграмма, которая показывает по годам количество судов и экипажей для часа суток с наиболее интенсивным движением. Кривые I и III характеризуют рост судового и экипажного движения. Ординаты

кривой II вычисляются по ур-ию (1). Точка пересечения кривых II и III показывает предел, когда пропускная способность моста оказывается использованной полностью; до этого момента движение, обслуживаемое разводным мостом, происходит без перебоев; за точкой пересечения кривых II и III в часы наиболее интенсивного движения неиз-

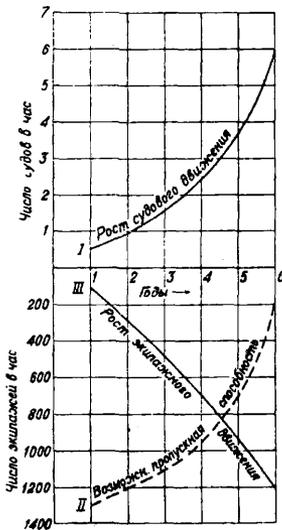
пуская способность моста в течение суток характеризуется также диаграммой (фиг. 2). Если интенсивный рост экипажного движения делает неизбежным образование длительных заторов, то единственным вы-



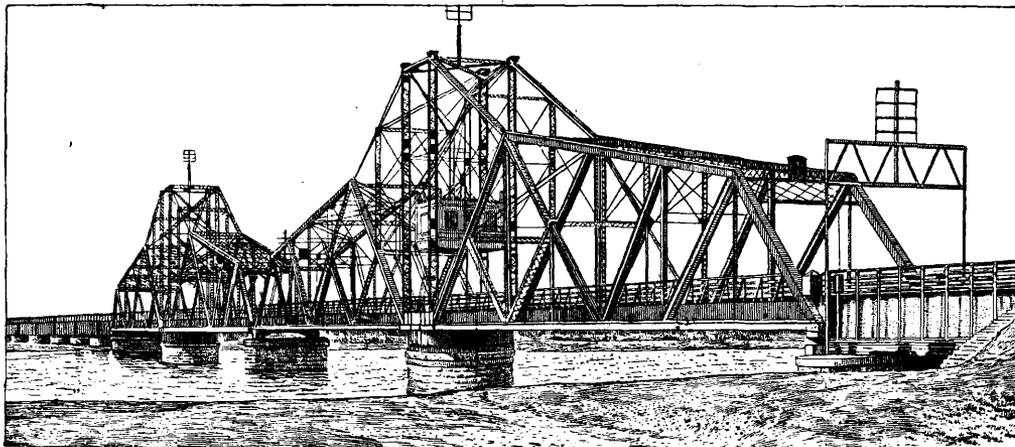
Фиг. 2.

ходом является устройство второго разводного моста параллельно данному. На территориях портов, где происходит быстрое развитие экипажного движения, часто наблюдается сближенное расположение нескольких разводных мостов.

К л а с с и ф и к а ц и я. Основным признаком, определяющим характеристику подвижного моста, является способ перемещения его пролетного строения. По роду этого движения мосты подразделяются на 1) поворотные, в к-рых пролетные строения поворачиваются в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси, причем ось вращения м. б. расположена или у одного конца пролетного строения или в средней его части, что дает две подгруппы: а) о д н о р у к а в н ы е п о в о р о т н ы е



Фиг. 1.

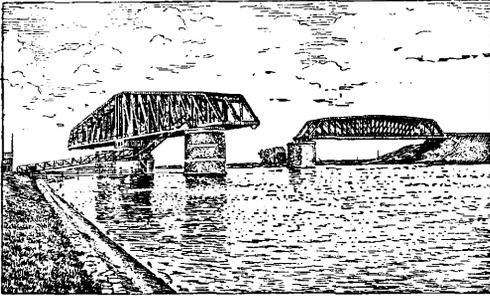


Фиг. 3.

бежны скопления экипажей. Однако рост движения за этой точкой еще не показывает, что мост перестал удовлетворять условиям экипажного движения, так как скопления могут быть пропущены в часы с менее оживленным движением. В ж.-д. мостах пропуск поездов обычно приурочивается к часам с наименее интенсивным судовым движением.

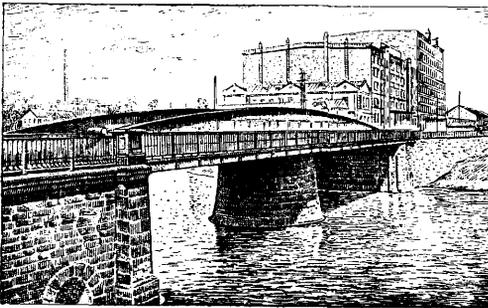
мосты, б) двухрукавные поворотные мосты (фиг. 3, 4 и 5); 2) раскрывающиеся, в к-рых пролетное строение вращается в вертикальной плоскости относительно горизонтальной оси; мосты этой группы в зависимости от того, перекрыт ли пролет одним пролетным строением, вращающимся относительно оси, рас-

положенной с одного его конца, или двумя пролетными строениями, смыкающимися по середине пролета и имеющими 2 оси вращения, распадаются на а) однокрылые раскрывающиеся мосты (фиг. 6 и 7); б) двукрылые раскрываю-



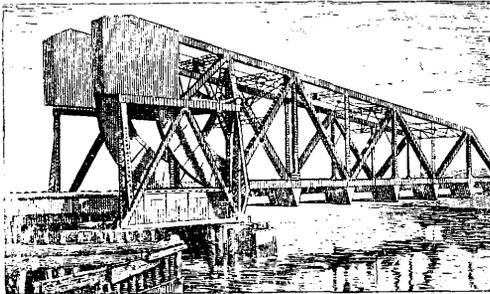
Фиг. 4.

щиеся мосты (фиг. 8 и 9); 3) подъемные мосты, в которых пролетное строение поднимается в вертикальной плоскости, оставаясь параллельным самому себе (фиг. 10 и 11); в отличие от прочих систем П. м., подъемные мосты после разводки имеют



Фиг. 5.

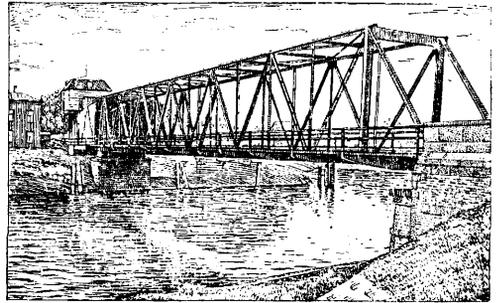
определенный габарит, необходимый размер которого д. б. тщательно проверен при проектировании; 4) откатные мосты, в которых пролетное строение откатывается в горизонтальной плоскости в специальный береговой котлован (фиг. 12); 5) мосты-



Фиг. 6.

транспортеры, к-рые состоят из пролетного строения, приподнятого над наивысшим габаритом и перемещающейся вдоль него тележки, подвешенной к пролетному строению и расположенной на уровне экипажного проезда (фиг. 13); 6) понтоны мосты, т. е. мосты на плавучих опорах. Из

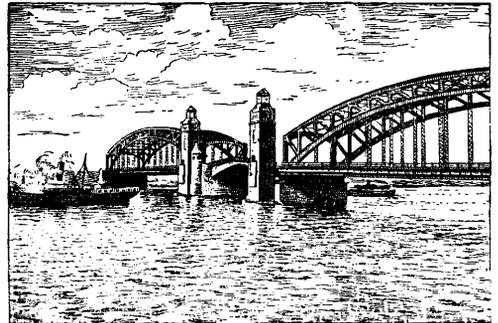
перечисленных шести групп П. м. первые четыре группы, в к-рых опоры неподвижны, а пролетные строения целиком перемещают-



Фиг. 7.

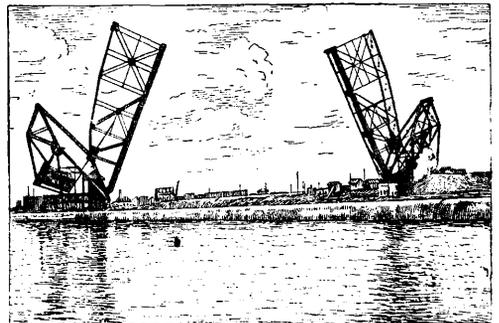
ся, носят обычно название разводных мостов. Дальнейшее подразделение на более мелкие группы м. б. сделано, исходя из принципов, положенных в основу конструктивного выполнения пролетных строений и устройства механизмов.

Цикл операций разводного моста. Конструктивное выполнение разводных пролетных строений находится в тесной зависимости от необходимого цикла операций при разводке и наведении моста. Полный цикл операций при разводке складывается



Фиг. 8.

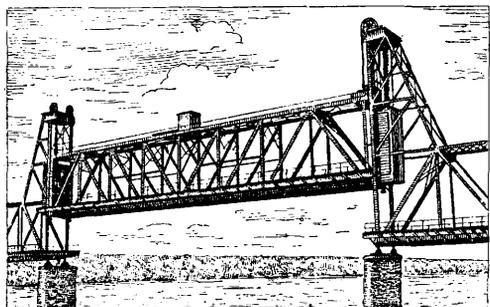
из следующего ряда элементов: 1) снятие замков, замыкающих мост в разведенном или развезенном состоянии в целях безопасности движения; 2) уравнивание



Фиг. 9.

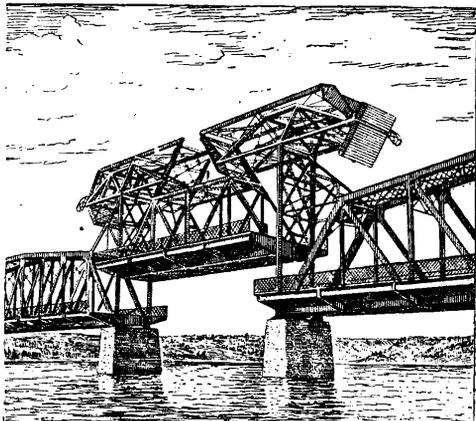
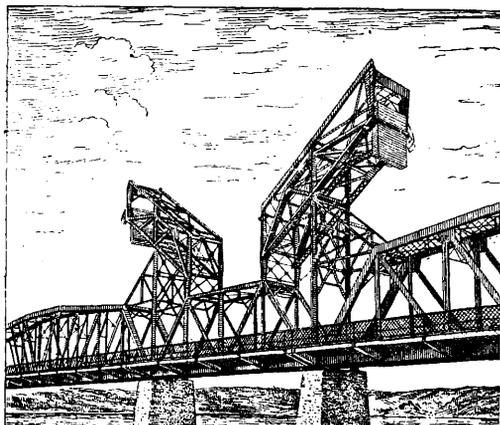
моста разного рода противовесами или добавочными силами с целью выключить возможно большее число сил из условий движения или передать эти силы на опоры с

малым сопротивлением движению; 3) передача давления на рабочие опорные части, т. е. на опоры, наилучшим образом приспособленные к восприятию нагруз-



Фиг. 10.

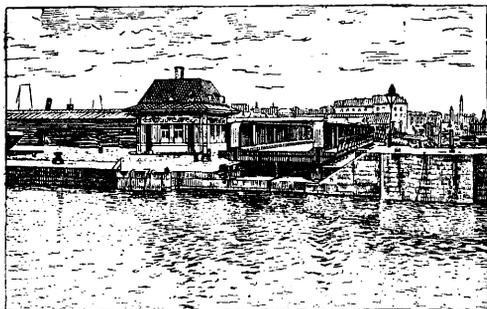
ки во время движения; 4) передвижение пролетного строения, требующее из всего цикла операций наиболее доро-



Фиг. 11.

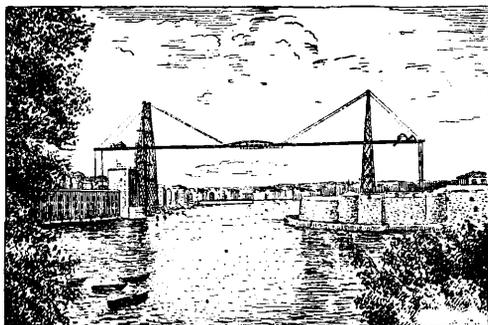
гостоящего и громоздкого механич. оборудования. В мостах городских или с интенсивным ж.-д. движением линейная скорость на конце крыла достигает 0,8—1 м/к. При таком рода скоростях и больших весах про-

Описание конструктивных схем разводных мостов. Поворотные мосты. В конструктивном отношении поворотные мосты распадаются на 4 разновидности. 1) В мостах с цен-



Фиг. 12.

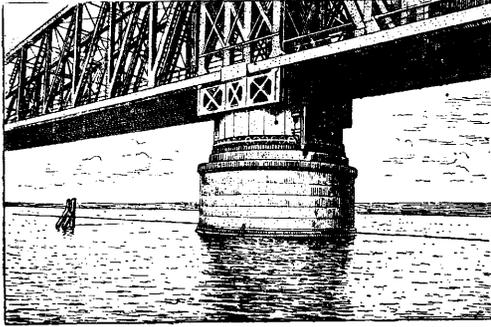
летных строений, требующих применения мощных двигателей, оказывается необходимой установка тормозных и буферных устройств, регулирующих движение и погашающих живую силу движущегося моста в случае внезапных остановок и порчи механизмов. В отношении своей кинематич. схе-



Фиг. 13.

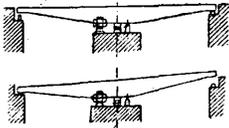
тральным барабаном (фиг. 14) америк. типа во время движения вся реакция передается на специальный барабан, опирающийся на ряд роликов, движущихся по кольцевому рельсу. В наведенном состоянии средняя опорная реакция также пере-

дается через барабан и ролики рельсам. При наведении моста свешивающиеся концы пролетного строения поднимаются с по-



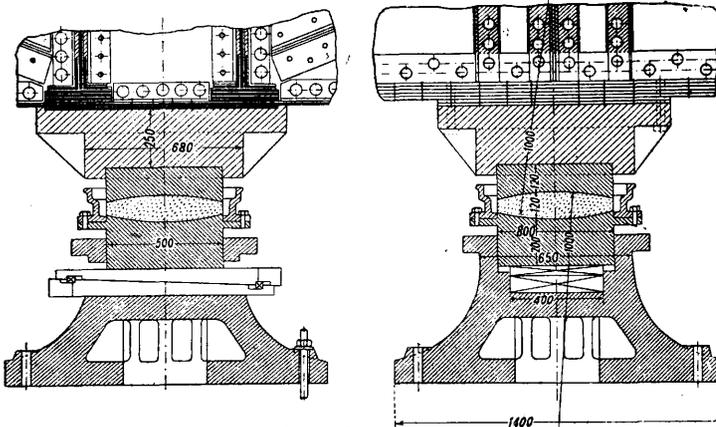
Фиг. 14.

мощью особых устройств для избежания приподнятия их от динамич. воздействий и отрицательных опорных реакций. 2) В мостах с центральной пятой (система Шведлера; фиг. 15), в к-рых вес моста во время движения передается или целиком или большей своей частью на пяту, для придания мосту устойчи-



Фиг. 15.

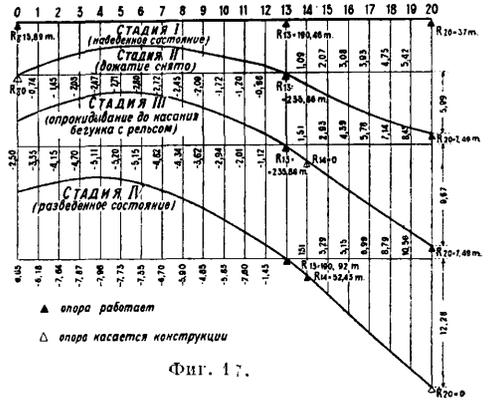
вости применяют особые ролики, которые или работают на часть веса моста или лишь на перегрузки, появляющиеся в про-



Фиг. 16.

цессе движения. Для уменьшения трения в пяте устраиваются особые вкладыши—линзы (см. фиг. 16). В наведенном состоянии фермы моста опираются на специальные опоры. При этом в мостах упрощенной системы Шведлера пята продолжает работать на постоянную нагрузку, в то время как на специальные опоры передается лишь реакция от временной нагрузки. Поджатие концов пролетного строения при наводке и снятие их с опор при разводке происходит путем опрокидывания моста в вертикаль-

ной плоскости, для чего на одном из концов устанавливают специальные домкратные приспособления и пролетное строение на одном конце снабжается противовесом, переводящим равнодействующую веса в сторону одного пролета. На фиг. 17 показаны последовательные эпюры прогиба и соответственные опорные реакции от постоянной нагрузки для поворотного моста под обыч-



Фиг. 17.

новенную дорогу (фиг. 18). 3) В мостах с центральной пятой и одновременно барабаном (английский тип) пята используется или только как направляющая движения или для частичной передачи на нее нагрузки. Концевые устройства в них аналогичны мостам с центральным барабаном.

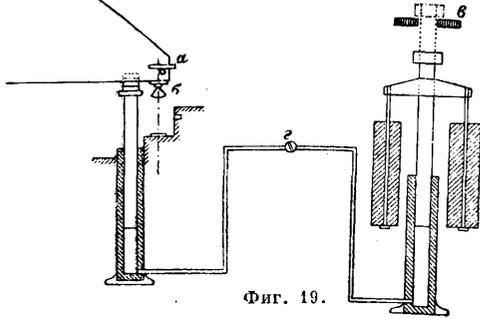
4) В мостах с центральной пятой и гидравлич. оборудованием (см. фиг. 19, где *a*—контр-замок, *b*—постоянная опора моста, *в*—опора противовеса, *г*—запорный клапан) пята с помощью гидравлич. двигателя может перемещаться по вертикали. Так обр. при наведенном состоянии пята выключается из работы, и опирание моста осуществляется совершенно так же, как в постоянном мосту. При разводке пята поднимается до тех пор, пока концы пролетного строения не приподнимутся над опорами, после чего возможен поворот пролетного строения. Постоянная на-



Фиг. 18.

грузка при этом целиком передается на пяту. В случае, если мост должен длительное время находиться в разводченном состоянии,

пяты разгружается и пролетное строение ставится на специальные опоры. Из систем поворотных мостов с центральным барабаном и центральной пятой первая в настоящее время признана менее рациональной, хотя еще в недавнее время она широко применялась в Америке и Англии. К недостаткам ее сравнительно с



Фиг. 19.

конструкцией с центральной пятой следует отнести при наведенном состоянии моста: а) передачу динамич. нагрузки на рабочие опорные части; б) большую статич. неопределимость системы; в) большую сложность механич. устройств; г) большие diam. кольцевых рельсов, а следовательно и быков; д) большую сложность и точность производства работ по установке оборудования, так как небольшие неточности в размерах катков или укладке рельсов ведут в процессе движения к серьезным ударам, расстраивающим работу моста; е) затруднительность производства работ по ремонту центральных опорных частей. Движение поворотных мостов осуществляется посредством вертикально или горизонтально поставленных зубчатых колес и кольцевой зубчатой рейки также с вертикальным или горизонтальным расположением зубьев, уложенной по периметру среднего быка. Из всех разновидностей П. м. поворотные мосты являются системой в механич. отношении наиболее простой. Про-

трения и инерционные силы. В кинематич. отношении круговое движение является наиболее элементарным. Все перечисленные особенности значительно упрощают конструкцию механического оборудования, а вместе с тем постройку и эксплуатацию моста. К конструктивным недостаткам поворотных мостов следует отнести их громоздкость и стеснение окружающего пространства при работе моста: однокрылые мосты в открытом состоянии, располагаясь вдоль берега, загораживают часть набережной; в двухкрыльчатых мостах пролетные строения, направленные в открытом состоянии навстречу движению, создают значительные неудобства для проходящих судов и в целях безопасности требуют устройства в пределах фарватера особых ограждений; кроме того средние быки двухкрыльчатых мостов имеют наибольшие размеры по сравнению с другими типами подвижных мостов, что увеличивает общие размеры разводного пролета, стесняет русло реки и неблагоприятно отражается на эстетике моста. Раскрытая же вся мосты в смысле конструктивного выполнения их дают наибольшее разнообразие форм. 1) Мосты с одной постоянной осью вращения (фиг. 20) представляют наиболее старый тип раскрывающихся мостов. Поворот в них происходит относительно неподвижной оси, лежащей на подшипниках и воспринимающей полный вес пролетного крыла и хвостового противовеса. Так как при повороте центр тяжести моста должен совпадать с осью вращения, то оказывается необходимым устройство хвостовой части с тяжелыми противовесами. При поднятии пролетного крыла хвостовое опускается вниз, что требует устройства особо толстых каменных опор со специальными колодцами. Уменьшение длины хвостовой части неизбежно влечет за собой увеличение веса противовесов и всего пролетного строения в целом. В наведенном состоянии мост опирается на специальные опоры, и ось вращения разгружается. Движущая сила приложена к концу хвостового крыла в виде зубчатого колеса, цепляющегося за рейку,

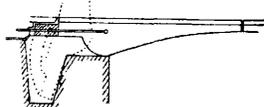


Фиг. 20.

тивовесы в них жестко соединяются с пролетным строением и кинематически составляют с ним один диск. Центр тяжести такого рода мостов при повороте перемещается по горизонтали, и т. о. вес конструкции может оказывать на работу поворота лишь весьма незначительное влияние через силы

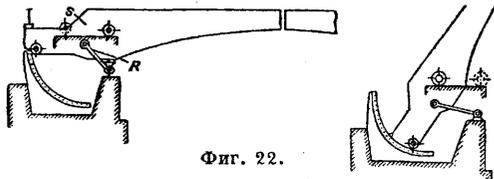
причем рейка присоединяется к крылу или к каменной кладке. Основными недостатками старой системы являются большой вес противовесов и пролетного строения, большие размеры каменных опор, значительные нагрузки на оси вращения, к-рые вследствие трения скольжения вызывают большие сопротивления и требуют установки мощных движущих механизмов. Путем ряда усовершенствований как в отношении схем движения, так и в отношении устройства противовесов удалось устранить перечисленные недостатки и превратить раскрывающиеся мосты в одну из наиболее рациональных систем поворотного моста. Основными типами мостов с усовершенствованными схе-

мами движения являются мосты системы Шерцера и Ралля. 2) В мостах системы Шерцера (фиг. 21) трение скольжения в опорах заменяется трением качения, для чего хвостовая часть конструкции в виде кругового сектора с центральным углом в 90° . Поворот моста в вертикальной плоскости сопровождается откатыванием его по горизонтали, причем



Фиг. 21.

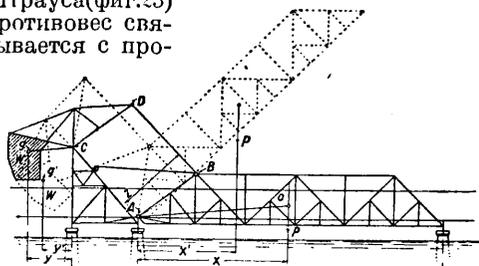
все точки моста описывают циклоидальные кривые (см. фиг. 41). Пролетное строение д. б. уравновешено так. обр., чтобы центр тяжести совпадал с осью вращения, тогда центр тяжести будет перемещаться по горизонтали и вес моста не войдет в работу поворота. В целях уравновешивания противовесы должны прикрепляться к верхнему поясу фермы; таким образом отпадает необходимость устройства громоздких береговых опор с колодцами для движения в них хвостовых частей моста. Следующим достоинством системы является возможность в наведенном состоянии расположить опору у края каменного устоя, доведя пролет до наименьших возможных размеров, в то время как в мостах с постоянной осью вращения ось приходится отодвигать от края, отчего пролет оказывается на 10—12% больше требуемого по условиям габарита. Перемещение моста обычно осуществляется с помощью зубчатого колеса, насаженного на ось вращения и цепляющегося за горизонтальную рейку. Основным недостатком системы является значительная длина путей качания, а также значительное смятие как путей, так и сектора качания. 3) В мостах системы Ралля, также откатывающихся при вращении, основные недостатки мостов Шерцера в значительной степени устранены: отсутствует неудобный сектор качания и укорочен путь качания. Сектор качания заменен катком, помещенным в ц. т. пролетного строения и катящимся по горизонтальному пути. Для уменьшения пути качания откатывание моста происходит несоводно: одна из точек крыла связана шарнирной тягой с неподвижной точкой на каменной опоре (фиг. 22). Геометрически движение



Фиг. 22.

моста зависит от следующих величин: длины тяги R , пути перемещения с катка, превышения пути над неподвижным шарниром тяги и угла поворота. Траектория движения любой точки м. б. построена графически (см. фиг. 42). Основными разновидностями раскрывающихся мостов, в которых радио-

нализация конструкции достигается путем особого устройства противовесов, являются мосты Штрауса, Абта, Белидора, Брауна и Педжа. В мостах этих типов противовесы отделяются от прочей конструкции, представляя в кинематическ. отношении самостоятельные диски, связанные с пролетными строениями с помощью гибких связей или шарнирных сочленений (д в у х д с к о в ы е м о с т ы). 4) В подвижных мостах сист. Штрауса (фиг. 23) противовес связывается с про-



Фиг. 23.

летным строением с помощью шарнирного параллелограмма. Вес противовеса подбирается так, чтобы в наведенном состоянии соблюдалось условие:

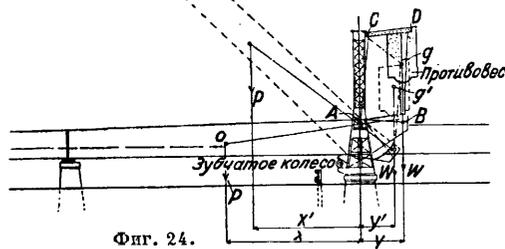
$$Px = Wy, \quad (2)$$

где P —вес пролетного строения; W —вес противовеса; x и y —плечи до центров вращения. Цель устройства шарнирного параллелограмма—связать перемещения противовеса и пролетного строения так, чтобы при движении сохранялась зависимость

$$Px' = Wy', \quad (3)$$

т. е. чтобы плечи x' и y' при вращении крыла моста изменялись пропорционально. Противовес размещается таким образом, что

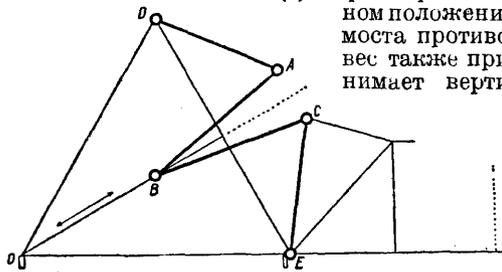
линии gC и oA , соединяющие противовес и ц. т. крыла с



Фиг. 24.

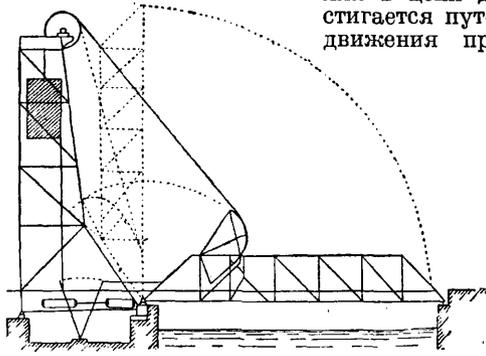
соответствующими осями вращения, оказываются взаимно параллельными, причем параллелограмм $ABDC$ связывает их движения, заставляя поворачиваться на одинаковые углы. При этом в любом положении удовлетворяется условие (3). Опорная реакция опоры C всегда положительна; на опоре A могут возникать и отрицательные опорные реакции. Вертикальная реакция A складывается из влияния веса крыла и вертикальной слагающей силы $\frac{Px}{z}$. Движение от мотора с помощью тяги DB . Аналогичная конструкция дана на фиг. 24. 5) В системе Абта крыло моста и противовес соединены шар-

нирной связью *ABC* так. обр., что (фиг. 25) точка *B* располагается на биссектрисе угла между *AD* и *CE*. В точке *B* расположен мотор, движущийся по наклонному пути катания *OB*. При движении точки *B—AD* и *CE* поворачиваются на одинаковые углы. Так. обр. для любого положения моста удовлетворяется условие (3). При вертикальном положении моста противовес также принимает верти-



Фиг. 25.

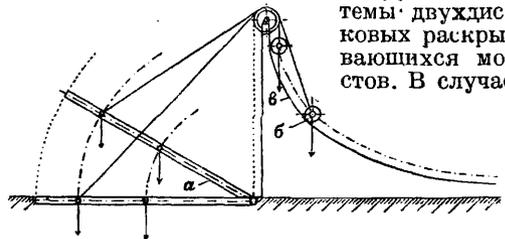
кальное положение, что выгодно может быть использовано. 6) В мостах системы Брауна (фиг. 26) противовес связывается с крылом моста гибкой связью (цепи или тросы) и при движении перемещается вертикально. Усилие в цепи является составляющей веса крыла по направлению цепи. Оно получается при разложении веса крыла по цепи и по прямой, соединяющей точку пересечения направления цепи и вертикали, проходящей через ц. т. крыла, с осью вращения крыла. Перемещая направление цепи при данном положении крыла, возможно получить натяжение в цепи, равное заданной величине. Направление цепи во все время движения должно регулироваться таким обр., чтобы вертикальная слагающая натяжения в цепи равнялась весу противовеса. Регулирование осуществляется с помощью жесткой направляющей, на которую навивается тяга. При поднятии крыла цепь свивается, последовательно принимая требуемые направления. 7) В системе Белидора при гибкой связи крыла *a* и противовеса *b* регулирование усилия в цепи достигается путем движения про-



Фиг. 26.

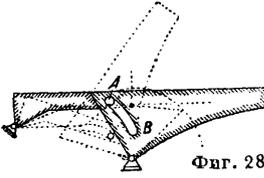
тивовеса по особой направляющей *v* (фиг. 27). 8) Сист. Педжа представляет двухдисковую систему с цевочным соединением между дисками (фиг. 28). Направляющая *AB*, по к-рой скользит конец противовеса, д. б. такова, чтобы общий центр тяжести обоих дисков находился на одной горизонтали во все время движения; тогда оба диска бу-

дут уравнивать друг друга. Мосты этой системы дают решение, конструктивно несколько более сложное, чем другие системы двухдисковых раскрывающихся мостов. В случае



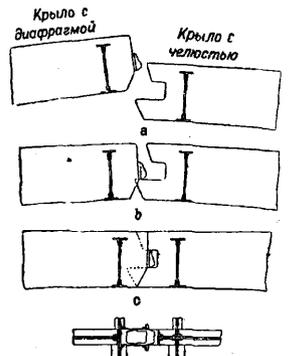
Фиг. 27.

применения каждой из перечисленных систем раскрывающихся мостов разводн. пролет может перекрываться либо одним либо двумя крыльями, которые смыкаются по середине моста. Один из способов устройства ключевого замка представлен на фиг. 29. Двухкрылые мосты, обладая преимуществом меньшей длины крыльев, оказывают меньшие сопротивления движению, мало жестки в закрытом состоянии, представляя балки с заделанными концами или трехшарнирные арки. В виду этого они редко применяются при жел.-дор. движении. Устройство двух крыльев требует введения в конструкцию механизмов особых регулировочных приспособлений, из-за необходимости точной и синхронной работы двух крыльев в момент их смыкания; нек-рым



Фиг. 28.

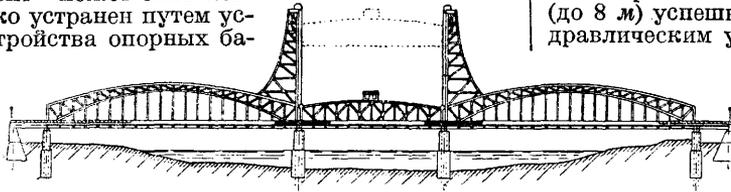
конструктивным осложнением является также устройство ключевого шарнира. Однокрылые мосты, обладая преимуществами большей жесткости в наведенном состоянии и большей простоты конструктивной схемы, имеют больший вес пролетной конструкции и из-за большей длины крыла большие сопротивления движению. Конструкции проезжей части и настила раскрывающихся мостов должны предусматривать поворот в вертикальной плоскости на угол в 90° и иметь соответственные связи и закрепляющие устройства. Из всех разновидностей раскрывающихся мостов получили наибольшее распространение системы с постоянной осью вращения Шерпера, Ралля и Штрауса. Подъемные мосты. В отношении конструктивной схемы подъемные мосты могут быть разделены на: мосты с гибкой связью между противовесом и пролетным строением (система Ведделя), мосты с шарнирной связью (системы Штрауса и



Фиг. 29.

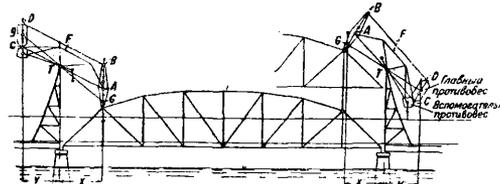
Подъемные мосты. В отношении конструктивной схемы подъемные мосты могут быть разделены на: мосты с гибкой связью между противовесом и пролетным строением (система Ведделя), мосты с шарнирной связью (системы Штрауса и

Штробеля) и мосты с гидравлич. механизмом. 1) Представляя в механич. отношении весьма простую конструктивную схему, мосты Ведделя (фиг. 30) могут успешно конкурировать с раскрывающимися мостами. Главный их недостаток — ограниченный подмостный габарит — может быть легко устранен путем устройства опорных ба-



Фиг. 30.

шен надлежащей высоты (осуществлены мосты с высотой подъема до 50 м). Более рационально применение системы Ведделя в мостах многопролетных, так как при этом башни могут быть оперты на соседние пролетные строения (см. фиг. 10), вследствие чего каменные опоры ничем не отличаются от опор обычного постоянного моста. В случае перекрытия разводным пролетом всего отверстия водотока система становится менее выгодной, так как опорные башни требуют устройства особых устоев и стесняют прилегающие части набережных. Противовесы как правило делаются бетонными и лишь в случае недостатка места с металлич. добавками. Подвешиваются они на стальных тросах, переброшенных через шквы. Рекомендуется устанавливать по несколько шкивов на каждой башне с тем, чтобы ремонт мог происходить без перерыва работы моста. 2) При высоте подъема от 10 до 15 м рациональным оказывается применение противовеса, связанного с пролетным строением с помощью параллелограмма Штрауса *ABDC* (фиг. 31). Центр вращения располагается на стороне параллелограмма *AC* в точке *T*. Размеры отдельных частей подобраны так, обр., что ц. т. *g* и *G* сил, приложенных к концам коромысла *F*, лежат на прямой, проходящей через его центр вращения. Треугольники *ATG* и *CTg* подобны во все

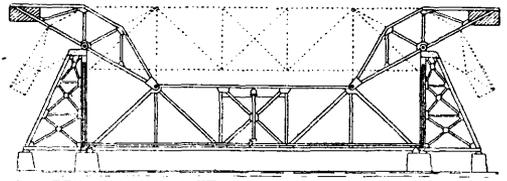


Фиг. 31.

время движения и плечи *x* и *y* пропорциональны *x'* и *y'*. С коромыслом *F* шарнирно соединен вспомогательный противовес, назначение которого приводить ц. т. коромысла в точку *T*. 3) Другой разновидностью подъемных мостов с шарнирной связью между пролетным строением и противовесом является система Штробеля (фиг. 32), которая аналогична системе раскрывающихся мостов Ралля. Коромысло, к одному концу к-рого прикреплен противовес, на другом конце с помощью шарнира связано с пролетным строением. Ось вращения коромысла предста-

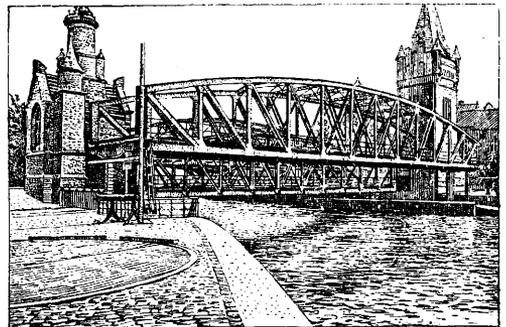
вляет собою каток, перемещающийся по горизонтальному пути катания. Основным недостатком системы является массивная конструкция путей катания. Заметно влияя на общий вес металла, пути катания требуют при постройке особо тщательного выполнения работ. 4) При невысоких подъемах (до 8 м) успешно применяются мосты с гидравлическим уравниванием (фиг. 33).

Достоинством системы является отсутствие конструкций, загромаждающих концевые части пролетов башен, отсутствие противовесов, коромысловых устройств и т. п. Иногда в подъемн. мостах ограничиваются устройством подъемной проезжей части, поднимая несущие фермы над судовым габаритом (фиг. 34). Подъемные мосты во многих отношениях яв-



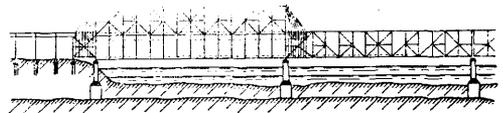
Фиг. 32.

ляются одной из простейших разновидностей разводных мостов. Их пролетное строение представляет обычный разрезной мост с незначительным лишь количеством дополнительных связей в проезжей части. Та-



Фиг. 33.

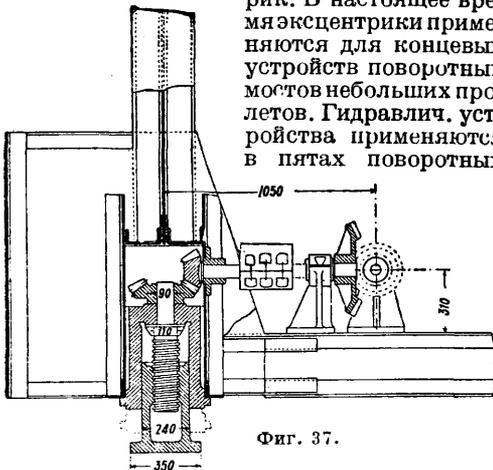
ким образом мосту легко м. б. придана жесткость, отвечающая как экипажному, так и ж.-д. движению. Поступательное перемещение пролетного строения, являясь одним из наиболее элементарных движений, также влияет на конструкцию моста в сторону



Фиг. 34.

ее упрощения. Недостатками системы являются: ограниченность подмостного габарита, значительное сопротивление движению в шквах и тросах, требующее сравнительно с другими системами разводных мостов бо-

В раскрывающихся мостах двухдисковых (фиг. 23—28) разгрузка рабочих опор достигается в процессе опускания крыла передачей веса противовесов на специальные опоры. Мосты с подвижной осью вращения (Шерпера и Ралля; фиг. 21 и 22) в процессе своего движения накатываются на свои постоянные опоры. В мостах с постоянной осью вращения (фиг. 20) разгрузка рабочих опор достигается опрокидыванием в вертикальной плоскости, как в поворотных мостах Шведлера. В подъемных мостах разгрузка опор производится редко, т. к. главная цель этой операции—обеспечение рабочих опор от динамич. воздействия временной нагрузки, а в самом процессе движения мост непосредственно ставится на свои постоянные опоры, на к-рые временная нагрузка будет передаваться независимо от разгрузки противовеса. В откатных мостах разгрузка достигается опрокидыванием вокруг какой-либо из поддерживающих тележек. Т. о. специальные приспособления для разгрузки опор, применяемые гл. обр. в мостах поворотных, раскрывающихся с постоянной осью вращения, и откатных, должны сообщать или всему пролетному строению в целом или концевым его точкам (при опрокидывании всего пролетного строения в вертикальной плоскости) перемещения в вертикальном направлении. Эти приспособления чаще всего устраиваются в виде клиньев, винтовых домкратов, эксцентриков и гидравлических цилиндров. Клиновые приспособления вследствие малости их вертикальных перемещений применяются гл. обр. в средних опорах поворотных мостов для разгрузки пяты от динамич. воздействий (фиг. 36). Во всех опрокидывающихся мостах при значительных перемещениях концевых точек наиболее рациональной конструкцией является винтовая домкрат (фиг. 37), к-рый в современных мостах приводится в действие специальным электрическим мотором небольшой мощности. Более простой, но менее совершенной конструкцией является эксцентрик. В настоящее время эксцентрики применяются для концевых устройств поворотных мостов небольших пролетов. Гидравлич. устройства применяются в пятах поворотных

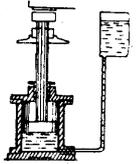


Фиг. 37.

мостов для поднятия всего пролетного строения в целом (фиг. 19).

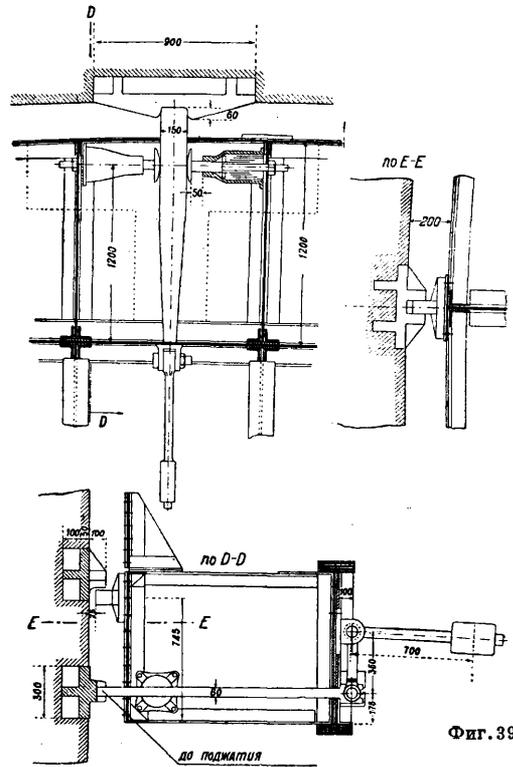
Движущие механизмы разводных мостов снабжаются предохранитель-

ными и регулировочными приспособлениями в виде автоматических и фрикционных тормозов, предохранительных муфт, спарников и т. п. Кроме того обязательным является устройство буферных приспособлений в целях гарантии на случай порчи центрального механизма. Применяются для этого буфера с тарелочными пружинами Бельвиля или гидравлические и пневматические, основанные на выжимании жидкости (фиг. 38) или воздуха из цилиндра через узкое отверстие.



Фиг. 38.

Замковые приспособления имеют своей целью направлять концы пролетных строений, контролировать их положение, а иногда и удерживать и в открытом и закрытом состояниях. На фиг. 39



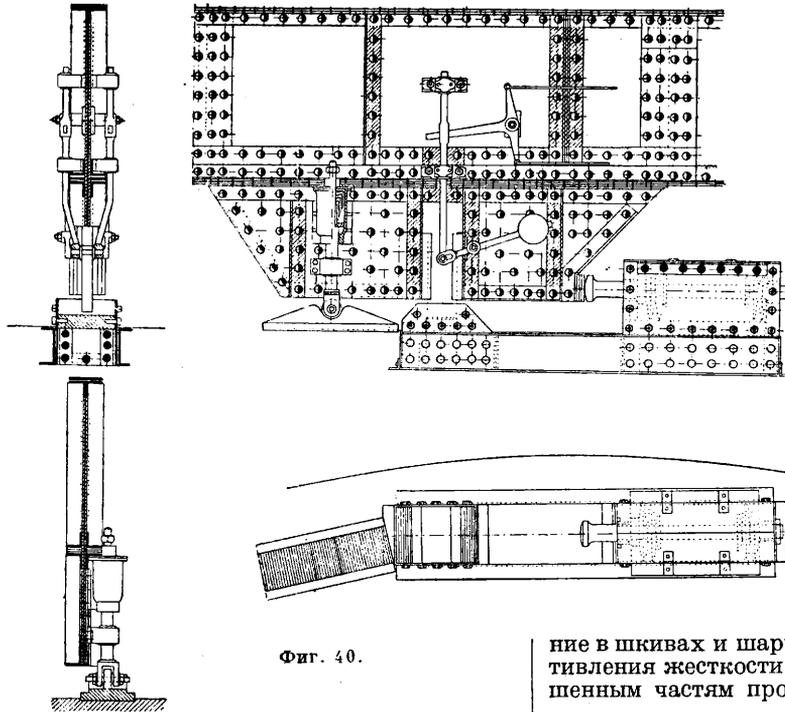
Фиг. 39.

изображен механизм на конце короткого крыла, а на фиг. 40—замковое приспособление на круглом быке.

Геометрические элементы движения моста. Геометрически перемещение пролетного строения может складываться из одного, как в поворотных и подъемных мостах, или из нескольких движений, как в некоторых системах (Шерпера, Ралля; фиг. 21 и 22) раскрывающихся мостов, в которых поворот относительно горизонтальной оси сопровождается поступательным перемещением самой оси. При этом в мостах однодисковых противовесы перемещаются вместе с пролетным строением, а в мостах двухдисковых они имеют самостоятельные траектории движения. При

исследовании движения мостов определяют следующие элементы движения: траектории особых точек ц. т., центра вращения,

де функций перемещения моста. Доля влияния каждого из вышеприведенных факторов на общую величину сопротивлений в разных системах разводных мостов существенно различна. Ниже приводятся данные о сопротивлениях движению разводного моста под обыкновенную дорогу пролетом 40 м, подсчитанных для различных типов моста при средних значениях опытных коэф-тов. Из приведенной табл. видно, что в раскрывающихся и поворотных мостах наибольшее влияние на сопротивление оказывают ветер, причем коэффициент неравномерности ветровой нагрузки для двухрукавного поворотного моста с равными пролетами принят в 10%. В подъемных мостах большая часть работы сопротивлений падает на трение в шкивах и шарнирах, а также на сопротивление жесткости канатов. К неуравновешенным частям пролетного строения относятся

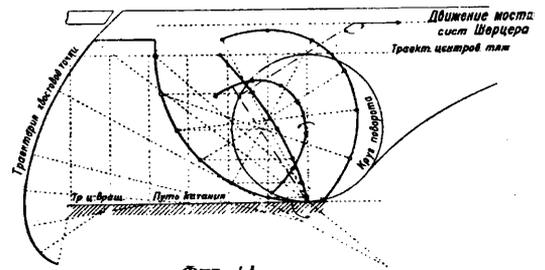


Фиг. 40.

центра ускорений и точки приложения главного вектора сил инерции или центра качения. С помощью найденных траекторий м. б. определены как размеры конструктивных деталей, направляющих движение, так и скорости и ускорения в любой момент движения. На фиг. 41 и 42 приведены диаграммы движений для мостов Шерцера и Ралля.

Силами, сопротивляющимися движению, являются: ветер, вес неуравновешенных частей пролетного строения и сопротивления трению в опорных частях и сочленениях. Для определения работы сопротивлений устанавливается кривая, дающая величины сопротивления в ви-

дении в шкивах и шарнирах, а также на сопротивление жесткости канатов. К неуравновешенным частям пролетного строения отно-



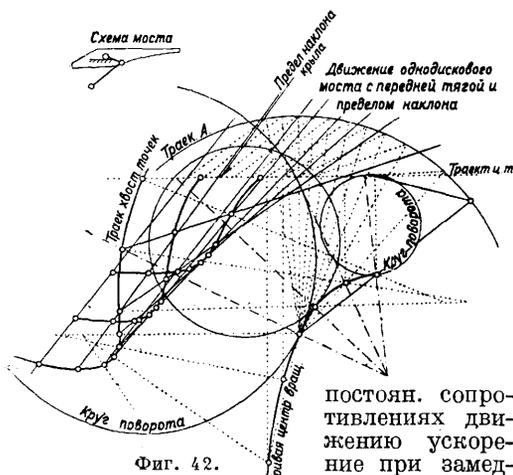
Фиг. 41.

сится дополнительный вес деревянной части настила, приобретаемый им вследствие впитывания влаги.

Сопротивления движению разводного моста [1].

Тип моста	Система моста	Вес в т			Угол поворота или высота подъема	Работа сопротивлений			
		Пролетное строение	Противовесы	Всего		Ветер	Неуравнов. части настила	Трение	Всего
Раскрывающийся	С неподв. осью вращения	82	78	117	70°	10,55	4,80	3,49	18,74
	Шерцера	82	78	117	70°	12,88	4,80	0,16	17,76
	Ралля	32	78	116	70°	9,5	4,80	6,30	20,6
	Штрауса	32	72	115	72°	9,4	4,80	4,80	19,0
	Педжа	32	85	121	70°	9,8	3,10	15,6	20,5
	Брауна	32	56	83	70°	10,55	4,80	24,31	32,70
Подъемный	Ведделя	120	120	240	20 м	—	20	106,7	126,7
	Ралля	120	240	370	20 м	—	20	36	106
	Штрауса	120	240	375	20 м	5,0	20	44,5	65
Поворотный	С центр. барабаном	145	—	145	90°	6,30	—	2,42	8,42
	Шедлера	145	—	145	90°	6,30	—	3,14	9,44
	С центр. пятой	145	—	145	90°	6,30	—	2,0	9,10

Исследование движения моста имеет целью установить зависимость между движущей силой механизмов движения, силами, сопротивляющимися движению, и скоростью для любого момента движения. При



Фиг. 42.

постоян. сопротивлении движению ускорение при замедлении стараются

подобрать так, чтобы торможение производилось вредными сопротивлениями при выключенном моторе. В случае изменяющихся величины сопротивлений исследование движения моста делается, исходя из дифференциального уравнения движения:

$$M_z - M_\omega = I_0 \frac{d\omega}{dt}, \quad (4)$$

где M_z —момент движущей силы, M_ω —момент сил сопротивления, ω —угловая скорость, I_0 —момент инерции массы моста; значение момента M_ω , зависящего лишь от положения моста, является заданным для каждого момента движения, а M_z —для двигателей э л а с т и ч н ы х, в к-рых движущая сила зависит от сопротивлений движению, берется из х а р а к т е р и с т и к и д в и г а т е л я—кривой, дающей зависимость между движущей силой и скоростью; в двигателях жестких движущая сила зависит лишь от положения моста. При определении необходимой мощности движущих механизмов рассматриваются следующие действующие на мост усилия, установленные американской практикой [2]: 1) при нормальном времени движения: а) в поворотных и подъемных мостах—сопротивления трения и силы ускорения; б) в раскрывающихся мостах кроме сопротивлений от трения и сил ускорений ветровая нагрузка 12 кг/м^2 плана моста, приложенная во все время движения нормально к его поверхности; 2) при полутормом времени движения: а) в поворотных мостах кроме сил, перечисленных в п. 1, а, ветер силою в 50 кг/м^2 , действующий во все время движения равномерно на оба рукава перпендикулярно к плоскости ферм; б) в подъемных и раскрывающихся ж.-д. мостах кроме сил, перечисленных в п. 1, а и 1, б—вес льда интенсивностью в 12 кг/м^2 , распределенный на 0,85 поверхности проезжей части, если за ее ширину принимать расстояние между осями ферм; в) в мостах под обыкновенную дорогу вся

вышеупомянутая поверхность проезжей части считается покрытой льдом; 3) при двойном времени движения: в раскрывающихся мостах—сопротивления трения, силы ускорения, ветровая нагрузка 50 кг/м^2 на вертикальную проекцию плоскости проезжей части и нагрузка льдом, как указано в пп. 2, б и 2, в.

Сравнение экономичности систем П. м. может производиться с двух точек зрения: с точки зрения стоимости их сооружения и стоимости их эксплуатации. Выбор типа подвижного моста (раскрывающийся, поворотный, подъемный или трансбордер двухкрылый или однокрылый и т. п.) диктуется внешними условиями работы моста: условиями судоходства, движения по мосту, ценности отчуждения и т. д. Экономические суждения о выгодности той или иной системы выступают в более узких пределах лишь при выборе той или другой системы данного типа мостов, тем более, что стоимости разводных мостов не так уже отличаются друг от друга, чтобы быть решающими при выборе типа перехода. Суждение о стоимости сооружения П. м. может производиться сравнением следующих характерных данных. 1) Сравнение коэф-тов, дающих отношение длины крыла к отверстию моста— $\frac{\lambda}{l}$.

Коэф-т $\frac{\lambda}{l}$ для раскрывающихся мостов с постоянной осью вращения, а также для мостов Штрауса с параллельным перемещением противовеса—в среднем 1,2—1,25 вследствие необходимости отодвигать ось вращения от края опоры. Для раскрывающихся мостов Шерпера и Ралля $\frac{\lambda}{l}$ не более 1,1. Наименьшее значение коэф-ты $\frac{\lambda}{l}$ имеют в коромысловых раскрывающихся мостах Штрауса (доходят до 1,02). Для поворотных двухрукавных мостов с центральным барабаном отношение $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{l}$ в среднем равно 1,3, для мостов Шведлера ~1,15—1,20. В многопролетных подъемных мостах стеснение русла не более чем в мостах постоянных. 2) Сравнение весов П. м. Обычно веса берутся в $t/\text{м}^2$, что позволяет исключить из сравнения ширину проезда. Веса основных типов раскрывающихся мостов (Шерпера, Ралля и Штрауса) весьма близки друг к другу, что и позволяет конкурировать между собою этим системам. Выигрыш в весе ферм, получаемый в системах с меньшей величиной расчетных пролетов, вновь теряется вследствие большего веса различных специальных устройств (в мостах Шерпера—башен секторов, хвостовых частей; в мостах Штрауса—башен, коромысел и т. п.). Средние веса равны: для раскрывающихся городских мостов с легкой проезжей частью, включая вес противовесов, $0,9—1,0 t/\text{м}^2$; для ж.-д. мостов—однопролетных $\sim 1,5 t/\text{м}^2$; двухпролетных $2,5 t/\text{м}^2$. Поворотные мосты при расчете веса на квадратную единицу оказываются легче раскрывающихся, однако противовесы в них составляют меньший процент от общего веса. Средний вес двухрукавных мостов равен $0,6—1,0 t/\text{м}^2$, причем наиболее легкими оказы-

ваются мосты Шведлера (0,5—0,6 t/m^2). Вес однорукавных мостов превосходит 1,0 t/m^2 . В мостах с центральной пятой существенно влияние на вес оказывает средняя поперечная балка. В подъемных мостах разница веса преимущественно зависит от разницы весов противовесов и от высоты опорных башен (вес башен составляет 30—50% общего веса разводного пролета). Из всех типов подъемных мостов мосты Ведделя имеют наименьший вес противовесов, равный весу пролетного строения. Веса противовесов в городских мостах Штрауса и Штробеля наибольшие, так как длина коромысел делается малой из эстетич. соображений. Цифры веса для подъемных мостов: небольшого пролета ~1 t/m^2 , достигая в тяжелых мостах больших пролетов 2—3 t/m^2 . Т. о. по весу подъемные мосты несколько уступают раскрывающимся. Большое пространство такого рода мостов д. б. отнесено за счет больших удобств перекрытия значительных пролетов в случае ж.-д. движения и большей простоты эксплуатации. По данным Ведделя подъемные мосты становятся экономичными, начиная с пролетов 40—50 м. 3) Сравнение размеров и кубатуры опор. Размеры опор во многих случаях влияют решающим образом на выбор системы моста, т. к. они тесно связаны с длиной хвостовой части и величиной противовесов. Наибольшие размеры (1/2—1/3 и до 1/1,5) опор имеют раскрывающиеся мосты с постоянной осью вращения. Более рациональными в случае сплошного опор оказываются раскрывающиеся мосты Шерцера при езде поверху и Ралля. В мостах Шерцера с ездой понизу обычно применение отдельных опор с укладкой для путей катания специальных ферм. В мостах системы Штрауса повышенное расположение противовесов допускает устройство опор, по своим размерам не превосходящих промежуточн. опор постоянных пролетов. В коромысловых мостах Штрауса часто устраиваются отдельные опоры, на которые опираются ноги башен для поддержки коромысла. Толщина опор поворотных мостов всецело зависит от диам. поворотных частей. При концентрации материала и применении твердого металла катков размеры каменных опор могут быть уменьшены, однако устройство поворотных частей с диаметром, меньшим ширины моста, требует специальной конструкции средней части. В середине круглых бьков поворотных мостов часто устраивают колодцы и пустоты, уменьшающие объем кладки. Объем каменных опор в подъемных мостах обычно не превосходит

объема опор постоянных мостов. 4) Сравнение мощности движущих механизмов (сравниваются удельные мощности, т. е. на одну t/sk веса, и продолжительности движения). Удельные мощности являются весьма существенными данными, характеризующими рациональность проектирования. Для раскрывающихся мостов удельная мощность колеблется в пределах от 3 до 6 HP ; для поворотных мостов с центральным барабаном и центральной пятой эта мощность равна 5 HP ; для мостов системы Шведлера ~12 HP ; для подъемных мостов в среднем около 6 HP . В некоторых случаях в целях перестройки указанные цифры удельных мощностей удваиваются. 5) Сравнение продолжительности времени операций различных осуществленных мостов. Это сравнение показывает большое разнообразие цифр. Различные местные условия и требования заставляют в одних случаях стремиться к наибольшей скорости операций, в других, наоборот, позволяют удлинять время движения и устанавливать на мосту моторы небольшой мощности. Мосты раскрывающиеся и подъемные небольших пролетов (10—20 м) имеют наименьшие продолжительности движения (60—90—180 ск.). Остальные операции, связанные с разводкой и наводкой, занимают в среднем 20—50 ск. Время прохода судна равно ок. 300 ск. Приведенные сравнительные данные, характеризующие конструкцию пролетных строений, каменных опор и механизмов различных систем и мостов, представляют средние значения для средних условий. При учете всех технич. особенностей данного моста перехода рациональнее и экономичнее могут оказываться решения, заметно отступающие от вышеприведенных средних коэффициентов, вследствие крайнего разнообразия факторов, влияние которых при различных системах П. м. может существенно меняться. Единственно правильным путем при выборе схемы П. м. является составление достаточно разработанных эскизных проектов. В наиболее важных случаях оказывается необходимой детальная разработка сравниваемых вариантов, как это неоднократно проводилось в союзной и иностранной практике проектировки П. м.

Лит.: 1) Стрелецкий Н. С., Разводные мосты, Основы проектирования и расчета, М., 1924; Нотторп Л., Bewegliche Brücken, Т. 1—2, Hannover, 1913—26; Ноол Г. А. а. Kinne W. S., Movable a. Long-Span Steel Bridges, New York, 1923; 2) Нолье О. Е., Movable Bridges, v. 1, Superstructure, N. Y., 1926, v. 2, Machinery, New York, 1927; Waddell J. A., L'Economie générale dans la construction des ponts, P., 1926. Н. Поливанов.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К XVI ТОМУ Т. Э.

- Авгит** 436.
Авгит базальтический 438.
Авгит листоватый 438.
Авгиты цирконовые 436.
Авитаминоз 501.
Агальматолит 459.
Агрегат декортикационный 91.
Адреналин 436.
Адреналин 436.
Австро-ионические смеси 115, 118.
Азотистые вещества 500.
Айва 386.
Акмат 439.
Активатор 610.
Аллитат 437.
Альдопентозы 85.
Амальгамация платиновых руд 610.
Аминоантипирин 403, 404.
Аминопирозолы 402.
Аминопиридин 411.
Амфиболиты 285.
Антимоный 456.
Антипирин 403.
Антипирин 403.
Антипирилон 887.
Апокреновая кислота 111.
Арабан 56.
Арабиноза 56, 85.
Ардометр 450.
Арзовый контакт 282.
Арматура металлическая 361.
Ароматизация 421, 431.
Архитектура породы 282.
Асбест платинированный 608.
Астролин 403.
Асфальт 38.
Асфальт нефтяной остаточный 38.
Асфальт резиновый 52.
Асфальты искусственные 30.
Асфальты нефтяные 32.
Атомный номер 214.
Аффинаж платины 619.
Ацетанилид 562.
Ацетопирин 403.
Ацетопирокатехин 436.
Ацилы 141.
- Байкалит** 438.
Барометрическое седло 887.
Бассейны запальные 837.
Бассейны подготовительные 837.
Бассейны садочные 837.
Башмак 756.
Безбаллонные покрытия 550.
Безымянка (патока) 9.
Белковые вещества 500.
Бергрет 713.
Бетель 210.
Бидирубин 464.
Било 640.
Бинарные смеси 114.
Бингама формула 586.
Болванки 640.
Боровозник 468.
Брауна формула 117.
Бромолитин 403.
Бронзмет 437.
Бувноводитель 476.
Бумага патровая 19—20.
Бустамит 439.
Бухтина 102.
- Вагонетки** 893.
Вагонетки коежные 917.
Вагонетки-платформы 916.
Вагонетки уаколейные 914.
Вагонетки ящичные 920.
Вагоны 893.
Вагоны открытые 903.
Вагоны пассажирские 897.
Вагоны решетчатые 903.
Вагоны саморазгружающиеся 912.
Вагоны служебные 906.
Вагоны специального назначения 907.
Вагоны технического назначения 906.
Вагоны товарные 898.
Вагоны торфовозные 910.
Вакуум-месилки 298.
Вальдена правило 922.
Ванглина формула 115.
Вар сапожный 46.
Велерит 437.
Вещества редуцирующие 9.
Вил омйт 503.
Вина плодовые 658.
Винера формула 577.
Виолян 438.
Вискозиметр Энглера 33.
Витамины 495, 501, 502.
Вица 102.
Вкусовые вещества 501.
Волозещение судна 645.
Волород фтористый 503, 505.
Водоспуск донные 688.
Воздуховозы 791.
Волластонит 437.
Волна блуждающая 169.
Волчок шпальный 102.
Воск асфальтовый 52.
Воспламенители 459.
Вторичные породы 280.
Выварка рассолов 836.
Выявление линии 171.
Выражение узора 17.
Вытеснение тока 161.
- Галантоза** 56.
Галантуроновая кислота 56.
Галит 824.
Гваянол 436.
Гвезол 436.
Гель 57.
Гемин 464.
Гемипеллозола 85, 500.
Гидденит 438.
Гидропектин 55.
Гидрирование 431.
Гидрирование олефинов 432.
Гидрирование углеводородов 433.
Гидрирование этилена 432.
Гидрогенизация деструктивная 421, 431, 433.
Гидрогенизованные жиры 496.
Гидроперекиси 132, 133, 136.
Гидроперекись бензоила 141—142, 142, 143.
Гидроперекись металла 141.
Гидропероксиды 132.
Гиллспиннер 100.
Гиперстен 437.
Гипналь 403.
Глина турецкая трубчатая 71.
- Глины квасцовые** 413.
Глиоксалины 402.
Глюкоза 500.
Глянцевит 297.
Головки поворотных кругов 871.
Гонотба 641.
Горбач 640.
Горн кузнечный 364.
Горные породы 280.
Градиент барометрический 886.
Гранатка (соль) 834.
Гранит письменный 29.
Гребень высокого давления 887.
Гудроны 30, 38.
Гумин 111.
Гуминовая кислота 111.
Гумиарабин 85.
Гумус 110.
- Давление капиллярное** 856.
Дайки 281.
Двухкрасочные машины 323.
Двухоборотные машины 319.
Дегадрогенизация 431.
Дегадрогенизация нафтен 427—428.
Деагрегация 421.
Декортизация 92.
Декстрины 500.
Денатурация спирта 411.
Депрессия 886.
Дерноним 756.
Деформация остаточная 585.
Деформация упругая 585.
Днефферсонит 438.
Джойнтер 756.
Диаллагов 438.
Диметилпиррилы 408.
Диоксибензол 435.
Диоксид 437.
Дистилляция 113.
Дифференциальная установка 242.
Длина вытязного поля 99.
Доски сельские 468.
Дренаж голландский 881.
Друнвейс 297.
Дунтор 312.
Дюровые составы 458.
Дюрера метод 252.
- Еврейский камень** 29.
- Жалит** 439.
Жало 748.
Желатинизаторы 554.
Желе 56, 59.
Железо пирофорное 460.
Жилы пластовые 281.
Жиры 501.
- Забор воды** 686.
Завал лемеха 747.
Заварной чай 12.
Закон триад 215.
Замасливание волокна 104.
Замачивание ячменя 376.
Замашка 89.
Замковые приспособления 944.
Зоостерин 495.
- Изверженные породы** 280.
Изомеризация нафтен 423.

- Имипазолы 402.
Импеданс комплексный 155.
Интрузивные купола 281.
Интрузивный контакт 282.
Иодол 463.
Иодопирин 403.
Иридий 621, 622, 623.
Иридий осмистый 622.
- Бадка (пенька) 90.**
Баннофиль янтарная 53.
Каноническое уравнение 864.
Кансаинин 210.
Карболиты 565.
Карбонизация 383.
Каретка 479.
Кари кислота 136, 139, 141.
Катушка индукционная 178.
Каучук минеральный 555.
Квантовые числа 222.
Кварциты 274.
Квицовое дерево 386.
Кипсейки 312.
Клайдонограф 184.
Клей вишневым 85.
Клепальная машина 807.
Кленгоскопы 227—228.
Коагуляция 856.
Коалесценция 856.
Кокколит 438.
Конс нефтяной 38.
Коллимационная ошибка 849.
Колунан 639.
Колчедан железный 412.
Колчедан магнитный 464.
Колчедан серный 412.
Коммутатор 144.
Компаундированные масла 496.
Конденсация 424.
Котлован круга 870.
Котонин комплексный 93.
Кочеры 643.
Коэффициент амплитуды 163.
Коэффициент восприимчивости 33.
Коэффициент искажения 163.
Коэффициент мощности 153.
Коэффициент общей полноты 644.
Коэффициент пластичности 597.
Коэффициент поглощения света 884.
Коэффициент формы 163, 575.
Кракен 41.
Красители универсальные 387.
Крахмал сырой 10.
Крезилсульфамид 562.
Креновая кислота 111.
Кривые магнитного сдвига 238.
Криолит 503.
Критическая точка 115.
Круги неуровненные 873.
Круговоротчик 874.
Ксиллоза 85, 86.
Ксилолит 566.
Кубеба 211.
Кукерсит 45.
Кунцит 438.
Купированные масла 496.
Курилка 649.
Куронит 555.
- Лакколиты 281.**
Лактоза 500.
Лантана 461.
Ленигаллол 420.
Лентоводитель 476.
Ленточные машины 99.
Ленты для пишущих машин 488.
Лецитин 495.
Линнемер 790.
Лингит 500.
Линдлит 400.
Линейка контрольная 536.
Линейка-планиметр Зарубина 543.
Линии сходимости 888.
Линия тяги 762.
Литография 280.
Ловинит 437.
Локомотивы безогненные 794.
Лутидин 408.
Луцидол 143.
- Магматические породы 280.**
Малаколит 437.
Мальтоза 500.
Майганит 441.
Марганцевая пена 441.
Маргарины 496.
- Марказит 413.
Марки лужные 784.
Масло восковое 52.
Масло дипелевое 48.
Масло оленьего рога 48.
Масло талловое 53.
Матерна 89.
Машины с коловратными двигателями 815.
Машины с поршневыми двигателями 810.
Мелинит 398, 400.
Мера проницаемости 575.
Металлы черные 460.
Метаморфические породы 285.
Метиловый спирт 56.
Механизм ленточный 476.
Механизм рычажный 474.
Механизм строкоподающий 489.
Мешалки планетарные 298.
Мигренин 403.
Мишвейс 297.
Многорольные машины 335.
Многофазные токи 160.
Множитель времени 154.
Молоко крахмальное 11.
Молотки бесклапанные 797.
Молотки клапанные 799.
Монда способ 136.
Моноазолы 402.
Монометилпиридины 408.
Моносахариды 85.
Мосты двухдисковые 936.
Мосты откатные 927, 941.
Мосты поворотные 926, 933.
Мосты подъемные 927, 938.
Мосты понтонные 927.
Мосты раскрывающиеся 927.
Мосты трансбордеры 927.
Мочальники 642.
Мощность активная 153.
Мощность кажущаяся 153.
Мощность реактивная 153.
Мраморы 285.
Муссат 437.
Мягчители 554.
Мялица 90.
- Надкислоты 133, 136.**
Надсерная кислота 136, 139.
Наполнители 296.
Натан метод 382.
Натр хлористый 824.
Недолая пласта 750.
Неоиды 461.
Неразельнониющие смеси 115.
Несовместимость пигментов 294.
Нефтяной эфир 286.
Нитропиридин 408.
Нитропроизводные пиразолов 402.
Новачелок 143.
Новосадна 834.
Ножи дисковые 745.
Номер линованной бумаги 20.
- Огненная обманка 405.**
Огнеупорная кладка 360.
Огорожа 467.
Озонит 138.
Окись платины 635.
Оксигилметилпероксид 142.
Омброграф 790.
Омнископы 227.
Орлеп 439.
Осадочные породы 280.
Осаливание жиров 496, 498.
Осветительные составы 457.
Осмий 622, 623.
Остатки вторые 619.
Остатки первые 619.
Отвал 748.
Отводы 296.
Отражение света 883.
Офсет-машины 337, 344, 350.
- Павлит 437.**
Палладий 622, 623.
Патока вареная 9.
Патока карамельная 9.
Патока столовая 9.
Патрон 18.
Патроны осветительные 458.
Патроны сигнальные 458.
Пек антрацитовый 53.
Пек балхашитовый 49.
- Пек бегассовый 49.
Пек блаугазовый 49.
Пек бричетный 44.
Пек бургундский 48.
Пек буроугольноподгетевый 44.
Пек водногазовый 49.
Пек ворваневый 50.
Пек газовый 48.
Пек газогенераторный 47.
Пек глицериновый 53.
Пек дегтевомастный 50.
Пек дренесный 46.
Пек дутый 47.
Пек жиропотовогоазовый 49.
Пек жиропотовый 52.
Пек иктиоловый 45.
Пек каменный 42.
Пек калифольный 48, 52.
Пек карболовый 53.
Пек каури-копаловый 53.
Пек костяной 48.
Пек кукурузномасляный 51—52.
Пек ланолиновый 52.
Пек лигнитовый 44, 49.
Пек листовенный 46, 50.
Пек мелассовый 49.
Пек монтановосковой 52.
Пек монтанский 52.
Пек нафтеновокислотный 54.
Пек нафтилампный 54.
Пек нефтяной 53.
Пек нефтяной 32, 38.
Пек озокеритовый 52.
Пек пальмовомасляный 51.
Пек пробковый 50.
Пек пудретоиво-масляный 54.
Пек пчелиновосковой 52.
Пек сапропелевый 49.
Пек свекловичный 49.
Пек сланцевый 45.
Пек сланцевый кислотный 45.
Пек сланцевый остаточный 45.
Пек смоляной 48.
Пек стearиновый 53.
Пек сульфитноцеллюлозный 50.
Пек талломасляный 53.
Пек торфяной 46.
Пек тростниковый 49.
Пек феноловый 53.
Пек хвойный 46.
Пек хлопковомасляный 51.
Пек хлопковый 51.
Пек шерстяной 52.
Пек резиновый 52.
Пек янтарный 53.
Пеки дегтевые 32, 42.
Пектазы 55.
Пектин 55.
Пектин жидкий 59.
Пектиновая кислота 55, 56, 57.
Пектиновые вещества 500.
Пектиновый порошок 59.
Пектоза 55.
Пектолит 437.
Пенетрация 71.
Пенна 71.
Пенногенератор 77.
Пенообразование 86.
Пеночная масса 73.
Пентозаны 85, 500.
Перборат аммония 138.
Перборат калия 138.
Перборат кальция 138.
Перборат магния 138.
Перборат натрия 137.
Пербораты 136.
Перборин 138.
Пергаментирование 106.
Пергаментная бумага 105.
Перегнойная бурая кислота 111.
Перегнойная черная кислота 111.
Перегонка дробная 113.
Перегонный куб 121.
Передача однофазная 125.
Перекиси оксиальцидные 142.
Перекись ацетила 142.
Перекись бария 135.
Перекись водорода 132, 133.
Перекись диоксиметила 142.
Перекись калия 135.
Перекись кальция 136.
Перекись лития 135.
Перекись магния 136.
Перекись метила 142.
Перекись натрия 133.
Перекись рубидия 135.

- Перекись цезия 135.
 Перекись этила 141.
 Переменные напряжения 150.
 Переплетения нитей в тканях 194.
 Переплетения ткацкие 194.
 Период 150, 243.
 Перкарбонаты 134, 139.
 Перхлораты 133, 136, 143.
 Перманентейс 297.
 Пероксины 132.
 Персерная кислота 136.
 Персил 138.
 Персульфат аммония 140.
 Персульфат калия 140.
 Персульфат натрия 140.
 Персульфаты 139.
 Петрология 280.
 Печатная краска грунтовая 305.
 Печатная краска контурная 306.
 Печатная краска перовая 306.
 Печатные краски акцидентные 301.
 Печатные краски блестящие 304.
 Печатные краски бронзовые 305.
 Печатные краски гляцевые 304.
 Печатные краски двутоновые 304.
 Печатные краски картографические 307.
 Печатные краски литографские 306.
 Печатные краски матовые 304.
 Печатные краски офсетные 307.
 Печатные краски прозрачные 305.
 Печатные краски ротационные 299.
 Печатные краски типографские 299.
 Печатные краски тоновые 304.
 Печатные краски хромолитографские 307.
 Печатные машины ротационные 329.
 Печи стеклоплавильные 369.
 Пигменты 292, 387, 390.
 Пигменты для цветной печати 302, 303.
 Пикнометр Бирона 396.
 Пикнометр Шпренгеля-Оствальда 396.
 Пиколины 408.
 Пикраты 397, 400.
 Пикрофил 438.
 Пиксоиды 32, 54.
 Пимент 211.
 Пинафлаволь 411.
 Пинацианоль 411.
 Пиперидин 210, 408.
 Пипериновая кислота 210.
 Пиразolidины 403.
 Пиразolidоны 403.
 Пиразolidины 403.
 Пиразолкарбоновые кислоты 402.
 Пиразолкетоны 402.
 Пиргом 438.
 Пиро 450.
 Пирогалловая кислота 419.
 Пирогенез 420.
 Пирогенизация 420.
 Пирогенные процессы 420.
 Пирокатехинжелезесодородная кислота 435.
 Пироколлоид 440.
 Пиролиз 420.
 Пиромаргад 507.
 Пиростильнит 405.
 Пиротехника военная 455.
 Пиротехнические материалы 456.
 Пиротехнические смеси 456.
 Пиротехнические составы 455.
 Пирродиазолы 402.
 Пирроидин 464.
 Пирроидин 464.
 Пирроид-калий 463.
 Пиден 41.
 Плавик 507.
 Плавиновый шпат 503.
 Плавиновый шпат волючий 507.
 Пламенные составы 457.
 Пластинки 563.
 Пластинки 546.
 Пластоиды 604.
 Платина коллоидная 609.
 Платинаты 635.
 Платиновая ванна 627.
 Платиновая губка 608.
 Платиновая чернь 608.
 Платиноцианидсодородная кислота 636.
 Платиновые металлы 607, 624.
 Платинохлористоводородная кислота 635.
 Платформа для перевозки леса 909.
 Платформы 905.
 Плетенка 642.
 Плиты 546.
 Плотины амбурсенские 680.
 Плотины арочные 675.
 Плотины вальцовые 701.
 Плотины водосливные 689.
 Плотины каменные 682.
 Плотины клапанные 709.
 Плотины разборчатые 690.
 Плотины сегментные 705.
 Плотины секторные 708.
 Плотины спицевые 699.
 Плотины шандронные 699.
 Плотины шитовые 691.
 Плуг лесной 782.
 Плути автоматы 769.
 Плути балансирующие 780.
 Плути висячие 765.
 Плути дисковые 782.
 Плути оборотные 780.
 Плути шпеничные 783.
 Плути самоходные 766.
 Плути универсальные 779.
 Пневмеркаторные указатели 820.
 Поверхность разрыва 887.
 Поддонки 640.
 Подкраски 297.
 Подмазка пороховая 459.
 Подъемник пневматический 807.
 Полевая доска 755.
 Полиант 441.
 Полимеризация олефинов 423.
 Поллопас 565.
 Полувагоны 904.
 Полуротации 327.
 Полиос аналогичный 461.
 Полиос антилогичный 461.
 Полярный фронт 889.
 Поляры взаимные 863.
 Лонур 698.
 Пороховая мягкость 456.
 Порядковое число 214.
 Посевы ленточные 467.
 Посконь 89.
 Постель 659.
 Постоянное число 539.
 Потенциометр самопишущий 448.
 Потоки 282.
 Почти-периодические функции 214.
 Празеодим 461.
 Предшлунники 756.
 Пробойки (пенька) 90.
 Прогорькание жиров 495, 498.
 Пролин 464.
 Промор 640.
 Проницаемость 71.
 Пропуск прометки 195.
 Проращивание ячменя 376.
 Просвечивание печати 290.
 Проступ 195.
 Протозим 58.
 Протогектин 55.
 Протыкаемость 71.
 Процессы уплотнения 430.
 Пуазейля формула 586.
 Пульсация 150.
 Пучность тона 171.
 Пучок плоскостей 862.
 Равновесие гидрогенизации 432.
 Радиопенетратор 61.
 Разбавители 296.
 Разводка 11.
 Разводка цилиндров 99.
 Разложение термическое 429.
 Размывка 11.
 Разрядник вентиляционного типа 188.
 Разрядники тиритовые 188.
 Ракеты 458.
 Раппорт 196.
 Раскладочная машина 99.
 Раскладочно-ленточная машина 104.
 Раскладочно-чесальная машина 104.
 Рассеяние света 883.
 Расселение красок 293.
 Растворы идеальные 117.
 Расщепление термическое 421.
 Раткевит 507.
 Рауля закон 117.
 Реактанц 152.
 Реакции отщепления 430.
 Реакции расщепления 425, 427.
 Реакции уплотнения 423, 424.
 Реакция кольцеобразования 427—428.
 Редукция линованной бумаги 20.
 Резиновое полотно 354.
 Рекутификация 113—114.
 Рекуперация 123.
 Ресивер 491.
 Рыбоза 85, 86.
 Рыголен 286.
 Рисунки переплетения 195.
 Роговики контактовые 285.
 Рогожное производство 642.
 Родий 622, 623.
 Родонит 439.
 Розенбушит 437.
 Руда голубая 454.
 Руда зеленая 454.
 Руда пестрая 454.
 Руда свинцовая бурая 454.
 Рутений 623.
 Сабан 776.
 Саженицы 466.
 Салигаллол 420.
 Салипирин 403.
 Салит 437.
 Сахар 500.
 Сахароза 500.
 Сброс воды 686.
 Слвиг 498.
 Севалин 637.
 Селитроанимоний 456.
 Сепиолит 71.
 Серебряная обманка 404.
 Серебряная руда темная красная 404.
 Сернистая платина 635.
 Сеянцы 466.
 Сигнальные думы 458.
 Сигнальные составы 457.
 Сила поддержания 643.
 Сликваты 282.
 Силлы 281.
 Симпсона правило 649.
 Синоптический метод 886.
 Синусоидальный ток 150.
 Снимкоультер 756.
 Сниммер 14.
 Скорость гидрирования 434.
 Сланцы слюдяные 285.
 Сланцы хлоритовые 285.
 Слизуева кислота 56.
 Смола кислая 44.
 Смола кумароновая 44.
 Смола нефтяная 38.
 Смола шведская 53.
 Сваряды осветительные 458.
 Снег углекислый 81.
 Снятие замков (мосты) 928.
 Солесос 834.
 Солодосушальни 378.
 Соль Гро 636.
 Соль каменная 824.
 Соль номовая 833.
 Соль норвежная 834.
 Соль Малюса 636.
 Соль Рейзе 636.
 Соль чугуная 834.
 Сперрилит 609, 611, 630.
 Сплав пирофорные 460, 461.
 Сподумен 438.
 Сталагмометр 858.
 Стереоперспектива 250.
 Стерины 495.
 Стерия 783.
 Стойка 756.
 Струйные аппараты (пневматические) 817.
 Структура пород 283.
 Субстраты 387, 388.
 Суйма 834.
 Сульфомоноперкислота 136, 139, 141.
 Сусло 379.
 Сушка солода 378.
 Такодиастаз 58.
 Текстура пород 283.
 Тележки железные парные 910.
 Тележки поворотные 874.
 Тензиметр 859.
 Термометры 442.
 Термопластичность 566.
 Тетрагалктуроновая кислота 56.
 Тетрагидропирозолы 403.
 Тетраволы 402.

Тетраопирирол 463.
 Типографские одноокрасочные машины 325—326.
 Тифдрук 289.
 Товар белый 637.
 Товар зеленый 637, 641.
 Товар серый 637.
 Точка плавления 508.
 Точок (площадка) 839.
 Трансммиттер 491.
 Транспарантвейс 297.
 Транспарин 297.
 Трансформатор гасительный 181.
 Триазолы 402.
 Тригемин 403.
 Тринитрофенол 397.
 Трифан 438.
 Трясильна 91.
 Туссол 403.
 Туфы вулканические 280.
 Тушение паром 81.

Угары 102.
 Углеводы 500.
 Угол атаки 518.
 Угол планирования 518.
 Уголь костяной 15, 16.
 Узел тока 171.
 Ульмин 111.
 Ульминовая кислота 111.
 Уплотнение углеводородов 427—428.
 Упорки 806.
 Упряжные приборы 897.
 Уравновешивание моста 928.

Факелы 458.
 Фарадея число 921.
 Фассаит 438.
 Фенольное масло 409.
 Филлиты 285.
 Фильтр 569.

Фильтр Зейтца 659.
 Фильтр Симонетона 659.
 Фитостерины 495.
 Флюоресценция 507.
 Флюориды 503.
 Флюорит 507.
 Флютбет 698.
 Фовлерит 439.
 Формула Сопфа 895.
 Форсовые составы 457.
 Фосфатиды 495.
 Френеля теория 867.
 Фрикционные составы 457.
 Фронт 888.
 Фруктоза 500.
 Фториды 503.

Хемоасфальты 32, 54, 55.
 Хемопени 32, 54, 55.
 Хлоринация платиновых руд 612.
 Хлористая платина 634.
 Хлорная платина 627, 634.
 Хлоромеланит 439.
 Хлороплатинаты 627, 635—636.
 Хлороплатиниты 635.
 Хлорофан 507.
 Хлорофилл 464.
 Холестерин 495.
 Хонолиты 281.
 Хромель-алюмель 443.

Цветение воска 556.
 Цемент контактовый 274.
 Цемент оболочный 274.
 Цемент пор 274.
 Цемент рововый 274.
 Цена деления 538.
 Периевая груша 461.
 Перий 460.
 Перия сплавы 460.
 Цикл гистерезисный 237.

Цинлон 886.
 Цинкоген 286.
 Цинквейс 297.
 Циннамен 255.
 Цистерны 906.

Часы бензиновые 820.
 Чебышева правило 649.
 Чрчные температуры 453.
 Чернь первая 619.
 Число переноса иона 922.

Шаблоны 640.
 Шандоры 699.
 Шефферит 438.
 Шины 639.
 Шнола лесная 466.
 Шмол 639.
 Шнеевейс 297.
 Шпат дощатый 437.
 Шпоры 770.
 Штыковна 467.

Эвгаллол 420.
 Эгирин 439.
 Экстинкция 884.
 Элзтерит 555.
 Электрическая ось 462.
 Электрогиллспиннер 101.
 Электронная сфера 218.
 Электроны непарные 224.
 Электроны планетарные 218.
 Электроны цементирующие 218.
 Эллипсоид деформации 868.
 Эллипсоид напряжений 869.
 Эллипсоид показателей преломления 867.
 Энстатит 437.
 Эрнит 437.
 Эруптивные породы 280.

Ядро атома 218.