Министерство образования и науки Украины
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля

М.Д. Аптекарь,
С.К. Рамазанов, Г.Е. Фрегер

История инженерной деятельности

Учебное пособие

Рекомендовано МОН Украины
в качестве учебного пособия для высших учебных заведений

2003

62(09)(075.8)

УДК 6(075,8)(091)
ББК 30г я73
А77

Редактор: Булгакова Л.В.
Рецензенты:
Зам. Председателя УМК МО Украины по направлению
"Инженерная механика", докт. техн. наук, проф. В.А. Рач
Докт. техн. наук, проф. В.М. Лещинский

Рекомендовано МОН Украины в качестве учебного пособия
для высших учебных заведений (письмо №492 от 7.04. 1998 г.)

Аптекарь М.Д., Рамазанов С.К., Фрегер Г.Е.

А77 История инженерной деятельности. – Киев: издательство "Аристей", 2003. – 568 с.
ISBN 966-8458-00-1

В учебном пособии анализируется содержание инженерной деятельности, рассматриваются ее результаты и развитие техники в период от первобытного строя до настоящего времени.

Пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплину "История инженерной деятельности", а также всех, кто интересуется историей развития техники.

ББК 30г я73

© Издательство "Аристей", Киев, 2003
© Аптекарь М.Д., Рамазанов С.К., Фрегер Г.Е.,

ISBN 966-8458-00-1

ПРЕДИСЛОВИЕ

Человек, существо разумное, в своем стремлении стать независимым от природы создал новые, необходимые для выживания устройства, приборы, средства информации, а в XX веке стал силой, преобразующей природу, получил неизвестные природе вещества, разработал новейшие информационные технологии, часто нарушая законы природы. Это привело к экономическому кризису, выйти из которого может только сам человек.

Все, что создано и будет создано человеком, и есть плод его инженерной (творческой), умственной деятельности.

История человечества – это история развития его техники, технологий, науки, то есть истории инженерной деятельности человека.

Об этом написано много, но единой, дающей целостное представление о развитии инженерной мысли, книги до сих пор не было.

Авторы написали эту книгу, отразив развитие технологической мысли человека и формирование его техники и производства с древнейших времен и до наших дней. В данном учебном пособии можно найти подробное описание истории научно-технического прогресса от первобытного строя и до конца 70-х годов XIX столетия, здесь освещены все аспекты развития современной техники, отображающие общие тенденции развития общества. Также в учебном пособии рассмотрено положительное и отрицательное влияние научно-технического развития на ход истории цивилизации. Заключительные разделы посвящены наиболее актуальным направлениям инженерной деятельности на современном этапе развития – информационным технологиям и защите биосферы.

Книга содержит обстоятельный научный обзор важнейших явлений истории инженерной деятельности, включая становление первого уклада техники, неолитическую революцию, формирование ремесленного производства, период становления машинно-фабричного производства, создание электрических средств связи, развитие машинной информации и современное развитие техники.

Учебное пособие будет незаменимо для каждого, кто изучает технику, технологии, и особенно необходимо студентам и преподавателям направления “Инженерная механика”.

1. СУЩНОСТЬ И ОБЪЕКТЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Технологическая деятельность

Главное условие жизни человека – производство материальных и духовных благ, с помощью которых люди удовлетворяют свои потребности. Потребность лежит в основе любой деятельности не только человека, но и любого живого существа.

Рассмотрим обобщенно человеческие потребности. На рис.1 представлена классификация потребностей человека. Эта схема не строга, невозможно вычленить какую-либо потребность человека и протянуть от нее строгую цепочку – путь удовлетворения этой потребности. Каждое звено этой цепочки разветвляется до бесконечности, и каждая веточка связана множеством цепей с другими. При этом важным элементом является рассмотрение источников возникновения потребностей.

Рис. 1. Классификация потребностей человека

Первейшие потребности диктуются стремлением выжить – потребность в пище, тепле, защите от дикой природы, в возможности

перемещаться и т.п. Такие непосредственные потребности человека называются материальными, их можно удовлетворить с помощью материальных объектов, именуемых продуктами. Продукты могут быть естественными (природными) и искусственными продуктами труда. Так, потребность в убежище может удовлетворяться природным продуктом (жилищем – пещерой) и искусственным (современной квартирой со всеми удобствами).

Продукты удовлетворяют не только материальные потребности человека. Так книга, картина, фильм, песня, танец и т.п. не служат для утоления голода или защиты от окружающей среды. Эти продукты различных видов деятельности человека (будучи как вещественными, так и невещественными) служат для удовлетворения так называемых духовных потребностей человека, которые состоят, обобщенно говоря, во врождённом стремлении человека изучить и понять мир, в котором он живет, самого себя и выразить свое отношение к миру не только словами, но и через утилитарные, имеющие определенные функциональные назначения, вещи не имеющие утилитарного назначения. Такой деятельностью является искусство.

С определенной степенью условности, духовные потребности можно назвать информационными. Продукты их удовлетворения выполняют познавательные функции, т.е. служат человеку средствами изучения объектов мира, в том числе самого себя, и коммуникативные функции, т.е. служат средствами связи между людьми, а также между людьми и окружающей средой.

Удовлетворение как материальных, так и духовных потребностей происходит в процессе использования или потребления продуктов. Деятельность человека в таком процессе называется потребительской (исторически первый вид человеческой деятельности). Первобытный человек на самой ранней стадии своего развития, потребляя только природные продукты, жил в пещерах, питался плодами растений, моллюсками (позднее продуктами охоты), перемещался либо с помощью своих ног, либо с использованием природных средств, например, переправляясь через водоемы

с помощью поваленных деревьев и т.п. Орудия, которыми он пользовался (камни, сучья, кости падших животных и т.п.), были тоже природными продуктами. И хотя человек уже отбирал из природных объектов именно те, которые могли быть продуктами их потребительской деятельности, этот акт выбора еще не являлся полноценной мыслительной деятельностью.

Хорошо известны эксперименты с приматами, в которых обезьяны, чтобы достать подвешенный к потолку банан, либо строят пирамиды из ящиков, либо составляют трубки необходимой длины, чтобы пододвинуть к себе далеко лежащую приманку. В таких действиях налицо элементы мышления. Но это мышление конкретное, оно неотделимо от действия. Первые же неудачные двигательные попытки подсказывают обезьяне новый шаг – подставить еще один ящик, а потом еще и еще. На глазах у экспериментатора из массы хаотических действий образуется цепочка действий, ведущих к решению задачи. И именно эти действия фиксируются в памяти обезьяны, образуя опыт. В последующих экспериментах обезьяна идет все тем же путем проб и ошибок, но этот путь гораздо короче, так как появляются зачатки понимания правильной последовательности действий.

В аналогичной проблемной ситуации разумный человек не стал бы ворочать тяжелые ящики, а привел бы в движение их образы в своем воображении, ведь это гораздо легче и быстрее. И только построив пирамиду из этих образов, человек приступил бы к реализации этой операции.

Опыт предшествующей жизни и определенные знания человека составляют основу информации – ее накопленную часть. Накопляемая же часть поступает к человеку в виде сигналов от окружающего мира, но он воспринимает ее и перерабатывает в своем сознании уже на основе предыдущих знаний. Информация видоизменяет деятельность человека, преобразует и расширяет его потребности. Цепочка его практических действий определится ходом мыслительных операций (рис.2).

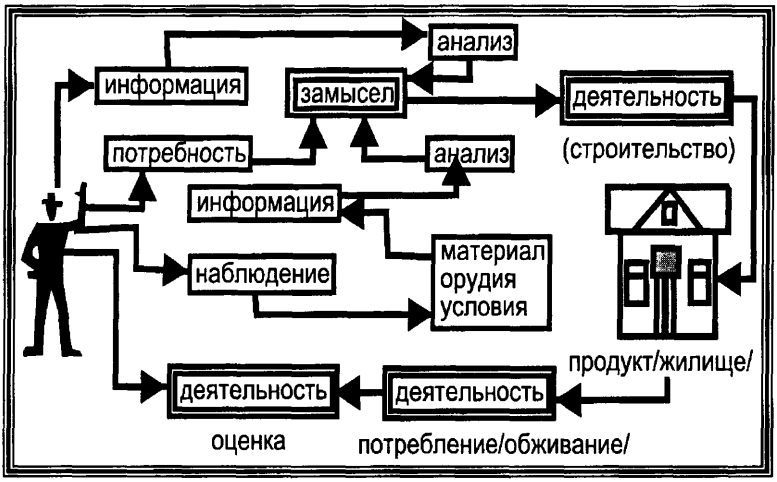


Рис. 2. Цепочка деятельности на основе замысла

Этот замкнутый цикл основных видов деятельности характерен для любого уровня развития человеческого общества. В настоящее время развился еще один вид деятельности – прогнозирование. Прогноз – это объективно (т.е. научно) обоснованное вероятностное суждение о путях развития в будущем (не путать с предсказанием – абсолютным утверждением о будущем, основанном на логических рассуждениях о возможном) (рис. 3).

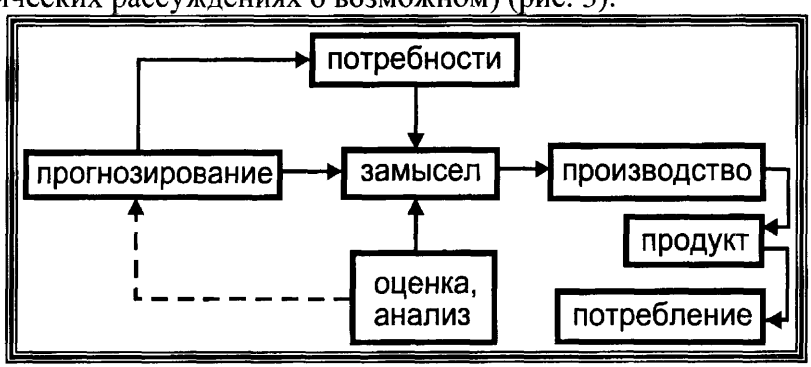


Рис. 3. Цикл видов производственной деятельности человека

На всех этапах деятельности существенную роль играет оценка своих действий, тем самым корректируя каждый последующий

шаг, формируя новые потребности или совершенствуя прежние, появляется повод для новых замыслов, т.е. увеличивается объем знаний, прирост информации.

Таким образом, становится очевидным, что без знаний, без информации цикл не осуществится, прервется.

На рис. 4 представлена схема информации о цикле деятельности.

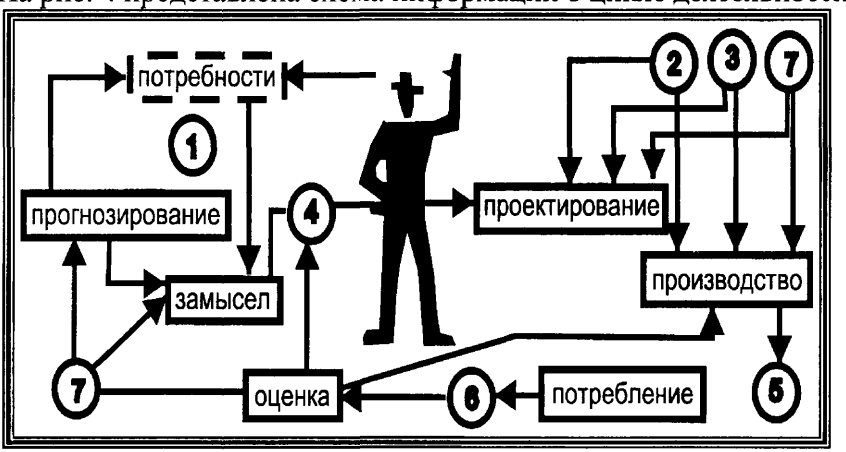


Рис. 4. Информация о цикле деятельности

Техника – совокупность средств и приемов по созданию материальных ценностей. Когда мы говорим, что раньше не было никакой техники, а теперь – век техники и т.п., мы допускаем терминологическую ошибку. Техника существовала всегда, другое дело, на каком уровне она была. Более того, термин "техника" всеобъемлющ и универсален. Мы говорим техника плавания, техника игры на скрипке, актерская техника и при этом всегда имеем в виду не сумбурные, а квалифицированные действия на основе знаний (образования) и практического опыта (обучения). Может иметь место и врожденная техника, например, бега или устного счета, но и она передана посредством генетического кода от предыдущих поколений, т.е. базируется на знаниях и опыте. Знания и опыт при этом могут быть получены целенаправленно (научным путем) либо эмпирически (путем проб и ошибок), разница лишь в скорости приобретения техники, т.е., если быть терминологически

точным, то техника – это не какие-то материальные объекты, а характеристика практической деятельности человека. Практическая деятельность человека всегда осуществлялась с помощью определенных средств, именуемых техническими средствами.

В обыденной жизни совокупность технических средств называют техникой и относят ее к машинам, установкам, аппаратам и т.д. Такое определение удобно, но для методических целей недостаточно. То же самое касается и понятия "технология", под которым понимаются последовательность операций производственной деятельности и научные основы этой деятельности.

Все действия человека, так или иначе связанные с использованием технических средств, называются технической деятельностью. Когда домохозяйка зажигает газовую плиту или пианист играет на фортепьяно, то, строго говоря, они совершают техническую деятельность в отличие от певца или бегуна, которые используют только свои природные инструменты – горло, ноги. Однако нас интересуют в первую очередь действия, связанные с материальным производством, и именно эти технические средства (т.е. действия с "техникой" в общепринятом значении этого слова) мы и будем рассматривать в дальнейшем.

Совокупность же технических действий в сфере материального производства называется технологией. Обозначим совокупность всех действий человека через Д (множество Д). В него входит некое подмножество подготовительных Р, из числа которых можно выделить действия П, обеспечивающие действия Р определенными техническими средствами (рис. 5).

При этом $П = П_1 + П_2 + \ldots + П_n = \sum_{i=1}^{n} п_i$; где $п_i$ – конкретные действия.

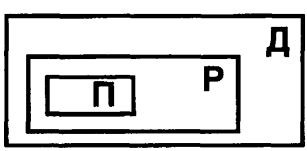


Рис. 5. Совокупность действий человека

Такие действия, целью которых является создание технических средств, т.е. орудий дальнейшей деятельности, называются технологическими. Они имеют двойственный характер. С одной стороны, они направлены на переработку всевозможных материалов, в результате чего создается техническое средство, с другой – на обеспечение функционирования этих средств. Первая группа действий называется производством, вторая – эксплуатацией.

Для выпуска автомобиля, например, требуется изготовить много деталей из множества материалов, выполнить сборку этих деталей в узлы, а узлов – в единое целое. Это – производство.

Каждому технологическому действию **Т** должно предшествовать подготовительное действие $\mathbf{T_1}$, оно заключается в создании и каком-то оформлении (по общепринятым правилам) замысла действия **Т**. Это подготовительное действие называется проектным, а его результат – проектом или практической моделью, включающий замысел технического средства, замысел способа его производства и способа его эксплуатации, т.е. для создания проекта нужно создать более общие модели. Это уже не модель технического средства одной цепочки технологических моделей по производству и эксплуатации, а модели целых семейств технологических средств и действий, которые с определенного шага уже нельзя будет назвать практическими. Тогда мы перейдем в область абстрактно-обобщенных моделей, называемых теоретическими. И каждое из этих действий будет являться по отношению к конечному действию Д подготовительным действием возрастающего ранга (рис. 6).

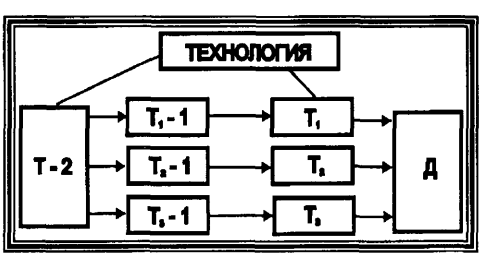


Рис. 6. Цепочка технологических действий

Все подготовительные действия в совокупности с действием Т образуют понятие технологии в широком смысле. Внешняя цель так понимаемой технологии – удовлетворение потребностей человека. Тогда технология – совокупность теоретической и практической деятельности, направленной на удовлетворение потребностей человека.

При таком определении теоретическая деятельность представляет собой прикладную познавательную деятельность, которая, в свою очередь, базируется на познавательной деятельности человека вообще (рис. 7).

Здесь можно говорить о технологии общества, подразумевая под этим уровень развития способов удовлетворения общественных потребностей вообще и по отраслям, в частности.

Инженерное дело

Можно выделить три уровня развития технологии, отражающих уровень развития вообще (ступени цивилизации) (рис. 8):

- примитивная технология, основанная на методе проб и ошибок, на личном опыте, случайных знаниях;
- ремесленная (кустарная) технология, основанная на опыте предшествующих поколений, на знаниях, передаваемых устно или неформализованным, нефиксированным путем;
- инженерная технология, базирующаяся на научных знаниях.

Практическую деятельность в рамках инженерной технологии принято называть инженерным делом.

По аналогии с определением технологии в широком смысле и в развитие этого определения инженерное дело можно определить как введение научных основ в знания о способах оперирования материей и в практику на основе таких знаний.

Рассмотрим особенности трех уровней развития технологии в сопоставлении с основными элементами любой технологии (табл. 1).

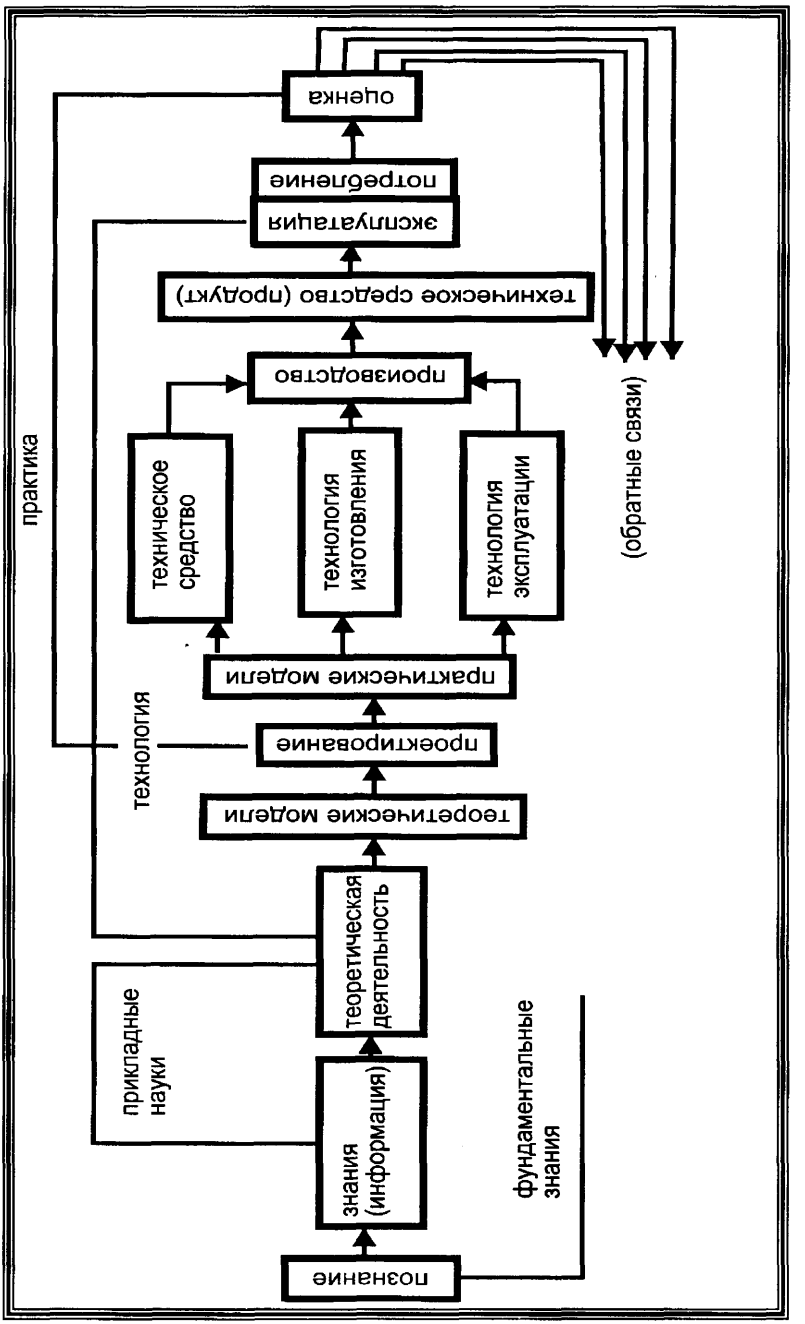


Рис. 7. Связи технологии с наукой и практикой

Рис.8. Уровни развития технологии

Таблица 1

Уровень технологии	ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ				
	теория	проектирование	технология изготовления	производство	эксплуатация
примитивная	-	-	-	+	+
ремесленная	-	-	+	+	+
инженерная	+	+	+	+	+

В примитивной технологии отсутствуют предподготовительные и подготовительные действия, т.е. производство и эксплуатация спонтанны, даже могут быть нестереотипны, индивидуальны для каждого человека или группы людей. Эксплуатация смыкается с потребительской деятельностью. Цель производства конкретна – непосредственное удовлетворение потребностей. Человек что-то изготавливает для себя либо для своих близких, а не для других и не для абстрактного неизвестного потребителя, т.е. полностью отсутствует развитие производственной деятельности, разделение труда (хотя внутри общины разделение обязанностей существует: охотники, земледельцы и т.п.), преобладает натуральное хозяйство.

В ремесленной технологии такое разделение труда уже четко существует. Ремесленник производит свое изделие для других –

по заказу, на продажу. Появляются товар и деньги – эквивалент стоимости товара (подробно вопросы возникновения и развития товарно-денежных отношений рассматриваются в курсе политической экономии). А так как производственная деятельность для ремесленника является основной, а не эпизодической, то существует и технология изготовления товара. Однако эта технология не базируется на предварительной проектной деятельности и характеризуется следующими особенностями:

- ремесленник не создает проекта и чаще всего не в состоянии удовлетворительно объяснить свои решения и действия;
- изменение формы кустарного изделия проходит крайне медленно и в основном методом проб и ошибок;
- форма изделия и ее логическое обоснование никак не фиксируются в символическом виде, и эту форму невозможно изменить до изготовления объекта; ремесленник при изменении формы объекта лишь реализует свои смутные интуитивные замыслы в самом процессе ее изготовления.

Термин "инженер" латинского происхождения, от ingenu ("инженю") – "способность, изобретательность". Уже в эпоху кустарного производства были выдающиеся инженеры, например, Леонардо да Винчи. Но понятие "инженер" вошло с появлением достаточно сложной военной техники. Ими стали называть людей, создающих военные машины. Затем инженерами называли строителей мостов, дорог, гидротехнических сооружений, вообще строителей, создателей машин и различного рода сооружений практического назначения. Инженерами стали называть и специалистов в мануфактурных производствах с зачатками разделения труда. Вплоть до середины XIX века, когда уже существовало техническое образование и появились инженерные науки, инженер был скорее консультантом, чем постоянным и активным участником производственного процесса. С появлением машинного производства инженер становится центральной фигурой промышленной технологии.

Техническое средство как объект инженерного труда

Техническое средство (ТС) – обобщенное название объектов, с помощью которых человек реализует определенную потребительскую, производственную, эксплуатационную либо познавательную задачу в рамках той или иной технологии. Обобщенно можно сказать, что технические средства являются материальными комплексами, выступающими как усилители жизненных функций человека и как устройства, обеспечивающие жизнь необходимыми энергетическими ресурсами.

При многообразии технических средств они имеют по отношению к человеку общее свойство – служат для удовлетворения человеческих потребностей (рис. 9).

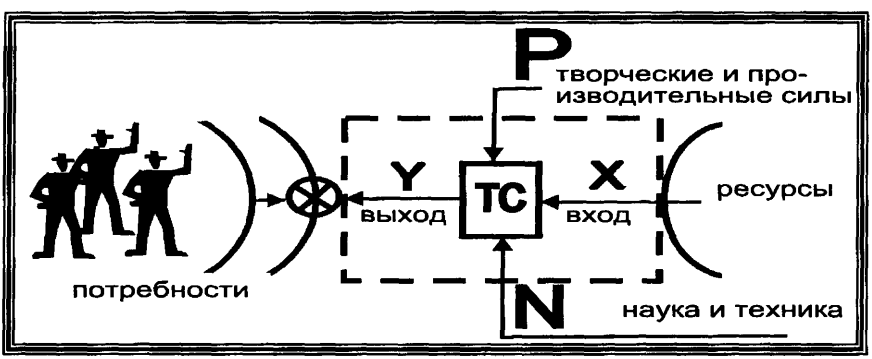


Рис. 9. Схема внешних связей технического средства: X – полезное воздействие; Y – полезный эффект

Вид инженерной деятельности определяется функцией, реализуемой инженером (X, Y, P, N, рис.10), в отношении технического средства. Проанализировав действия инженера по отношению к техническому средству, можно определить виды инженерной деятельности (табл. 2).

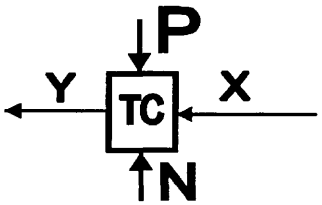


Рис.10. Расчётная схема технологического процесса

Таблица 2

Исходные данные	Параметры оптимизации	Инженерная деятельность
YP	X	Технологическая подготовка (технолог) производства
XP	Y	Производство изделий (инженер – производственник)
XY	P	Управление (инженер – организатор)
XYP		Проектирование (конструктор, инженер – исследователь), конструкторская подготовка производства

Такая классификация условна, так как инженеру приходится сочетать в своей деятельности различные функции, и уровень подготовки инженера определяется в большей степени тем, насколько он в своей относительно узкой профессии использует методы смежных инженерных профессий, т.е. насколько он универсален. Инженер, как правило, имеет дело не с единичным обособленным техническим средством, а с системой.

Системой называется совокупность элементов, связанных между собой единством функций. Даже простейший инструмент с этой точки зрения представляет собой систему. Так, например, шило (рис. 11) состоит из рукоятки (1), крепежного кольца (2), иглы (3), не только конструктивно, но и функционально объединенных, так как каждый из этих элементов дополняет другой; более того, отсутствие любого из этих трех элементов разрушает инст-

румент. Если же мы прибавим к шилу какой-нибудь элемент, функционально ненужный, например, привяжем к кольцу бантик, то этот элемент, будучи лишним, случайным, в систему не войдет.

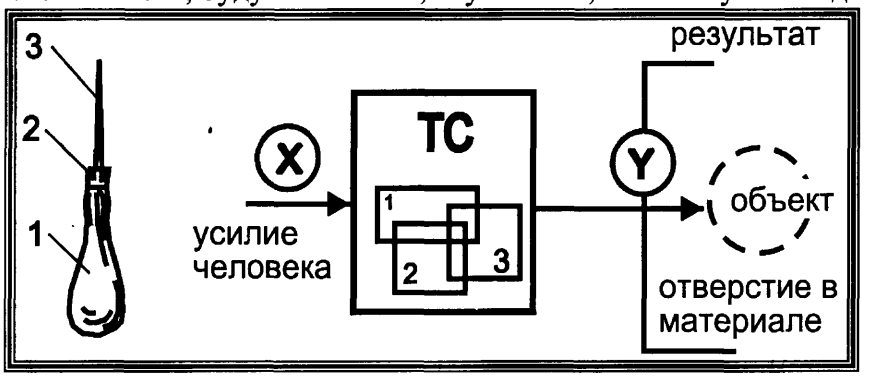


Рис. 11. Ручной инструмент как система

Вообще системой называется целое множество объектов, любым способом выделенных из массива **M** реальных или воображаемых объектов при том условии, что это выделенное множество обладает отличными признаками (рис. 12).

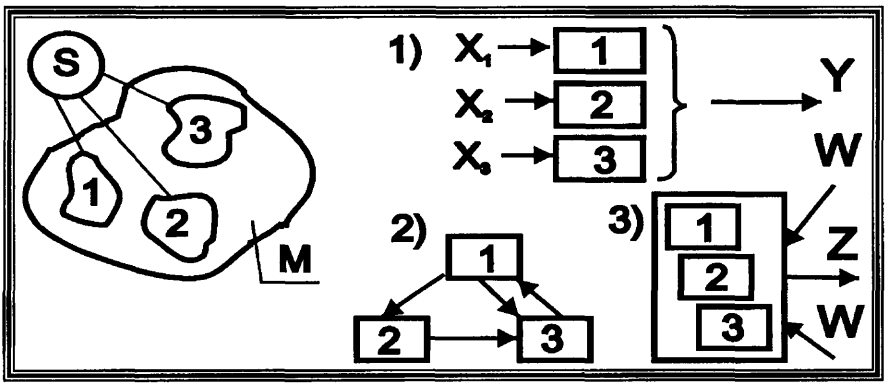


Рис. 12. Признаки системы

Системы разделяются на физические и абстрактные. Первые из них состоят из естественных и искусственных объектов, вторые – из воображаемых, представленных с помощью условных знаков

КРИВОРІЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІБЛІОТЕКА
1171981

или иной формы фиксации связей между элементами (рис. 13). Любую физическую систему можно представить абстрактной моделью. Любая абстрактная модель – это отражение физической системы на определенном уровне абстрагирования. Чем более далека модель от реальной формы, физической системы, тем выше уровень ее абстрактности.

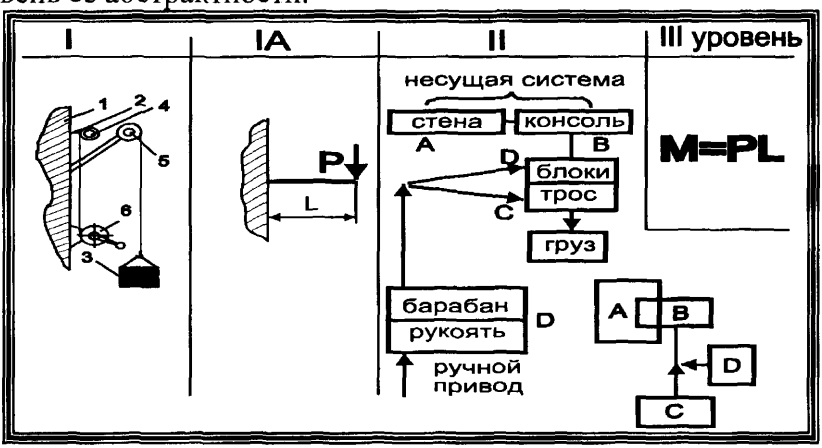


Рис. 13. Физическая система и её абстрактные модели

Так, модель первого уровня – графически-знакового (рисунок, чертеж, схема) – графически изображает физическую систему на плоскости или в пространстве (макет) с определенными обобщениями, упрощениями. Знаковая (или словесная) модель (второй уровень) требует некоторой подготовленности к прочтению – нужно в зрительных образцах представить себе физическую форму элементов системы и их взаимосвязь. Представление не обязательно должно быть визуальным. Например, при прочтении знаковой модели музыки – нотной записи – музыкант представляет звучание отдельных нот и аккордов, т.е. физическую систему колебаний воздуха с определенной частотой, продолжительностью, интенсивностью и т.п. Модели третьего уровня – математические – требуют еще большей подготовленности, а именно: умения отвлечься от конкретного физического содержания системы и опе-

рировать лишь математическими символами, подчиняясь строгим правилам. В случае "чистой" математики (в отличие от прикладной, "приложенной" к конкретным физическим системам для их расчета) модели третьего уровня представляются абстрактными. Но в этом случае математика как абстрактная система косвенно отражает ту взаимосвязь между природными явлениями, которую человечество обнаружило, измерило с помощью придуманной им искусственной системой мер и выразило через соотношение этих единиц измерения.

В инженерной технологии используются все три уровня абстрактных моделей физических систем и операции непосредственно с самими физическими системами, а именно с технологическими средствами, в то время как предшествующие технологии (примитивная и ремесленная) оперировали только с физическими системами, не прибегая к их модельному представлению. По мере усложнения технологий повышается уровень абстрактного моделирования и абстрактного мышления вообще.

Абстрактное моделирование необходимо в инженерной технологии потому, что современные технические средства чрезвычайно сложны, в них, как и в физических системах, можно выделить множества подсистем (узлов, агрегатов, комплексов и т.п.), каждую из которых можно рассматривать как совокупность систем более низкого ранга. И даже самая простейшая деталь, например, болт, описывается суммой исходных систем: это и система взаиморасположения геометрических поверхностей и объемов (форма, конфигурация, компоновка), и система характеристики поверхности и т.п. (рис. 14).

Такое многоступенчатое расчленение, представление и описание реальных технических средств как совокупность различных систем необходимо для того, чтобы в рамках инженерной технологии, производящей материальные объекты (продукты) в огромных количествах, можно было бы специализированно заниматься какими-то относительно обособленными его сторонами. "Нельзя объять необъятное," – этот афоризм Козьмы Пруткова как нельзя

более подходит к современным техническим средствам. Поэтому в инженерной технологии кто-то занимается, например, системой размеров тех же болтов (отклонениями от идеальных размеров и упорядочением этих отклонений – системой допусков и посадок), кто-то качеством поверхностей болтов (в зависимости от назначения болты бывают "чистые", "получистые", "черные"; для каждого из них надо определить шероховатости поверхности и разработать технологию изготовления) и т.д.

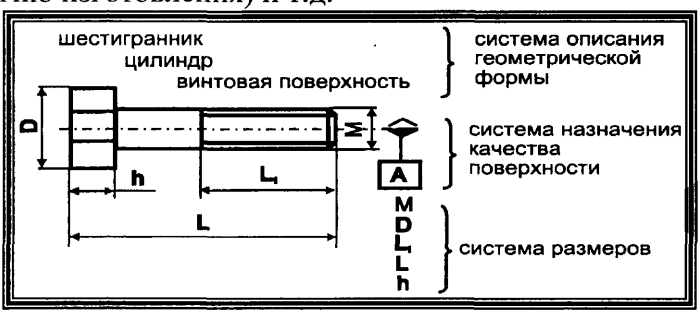


Рис. 14. Система описаний технических объектов

Таким образом, для инженерной технологии характерны специализация и системный подход к техническим средствам. Поэтому они представляют собой совокупность множества систем и поэтому называются мегасистемами (гр. megas – большой), т.е. большими системами, сверхсистемами (рис. 15).

Совокупность же мегасистем называется техносферой. В это понятие входит не только огромное количество машин, орудий, инструментов, зданий, сооружений, каналов, электростанций, комбайнов (хлебоуборочных, угольных, кухонных), дорог, мостов и т.д., но и техническая деятельность человека с этими объектами. Без этой деятельности техносфера превратилась бы в кладбище вещей. Таким образом техносфера – это совокупность мегасистем, образованных техническими средствами, с деятельностью человека, направленной на удовлетворение его потребностей. При этом подразумеваются действующие технические средства, дающие полезный эффект.

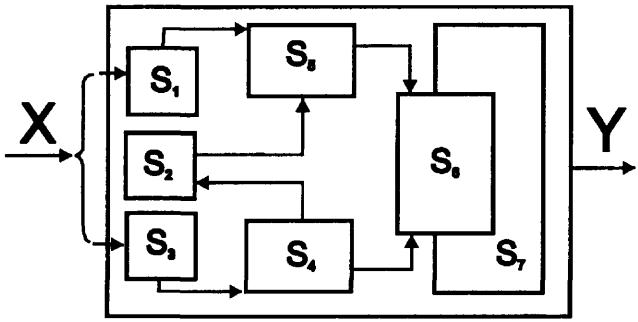


Рис. 15. Модель мегасистемы

Среди технических мегакомплексов можно выделить два больших класса: орудия и помещения. Если рассматривать их с позиции взаимодействия входа и выхода технических средств, то различие первого и второго классов состоит в следующем (рис. 16): для орудий вход X_N преобразуется в выход Y_N; для помещений вход Xp почти равен выходу Yp, назначение помещения как раз и состоит в том, чтобы минимизировать различие между Xp и Yp.

Преобразованием входного воздействия X в выходной эффект Y может быть переработка или перемещение. Минимизация разницы между X и Y может состоять в накоплении или удержании. Например, в кофемолку загружается пакет кофе, включается электродвигатель или ручной привод, в итоге получается измельченная масса – порошок, порошок ссыпается в банку и плотно закупоривается. В первом случае техническое средство – орудие. Входное воздействие в виде массы и энергии преобразуется в массу другой консистенции. Во втором случае техническое средство – помещение, сохраняющее полученную массу.

Можно найти техническое средство с любой комбинацией X и Y, но следует отметить: входным воздействием (X) не может быть только информация, так как она не вещественна; к одному классу по взаимодействию входа и выхода могут относиться ТС, далекие по своим внешним признакам. Так, например, обыкновенное ведро и железнодорожная эстакада, по сути дела, функционально родственны. Ведро ограничивает выливание воды (т.е. массы), эстакада

удерживает подвижные составы (т.е. тоже массу). С подобного рода объектами имеют сходство пол, стол, эстрада, шоссе и др. Технические средства для ограничения свободы движения вниз (под действием силы тяжести) называются основаниями. Можно заметить функциональное родство оснований с различного рода запрудами и заграждениями – плотинами, заборами, кожухами, футлярами и др.

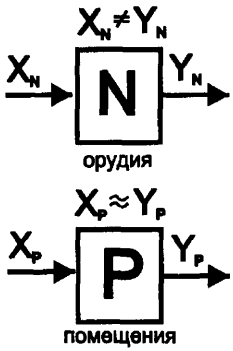


Рис. 16. Два класса технических средств

Между орудиями и помещениями есть промежуточный класс – приспособления. Это такие орудия, действия которых не прекращаются после того, как было произведено предварительное воздействие. Так, например, при замене деталей в слесарных тисках во время поджима тиски действуют как орудие, а затем – как помещение, удерживающее деталь.

Орудия – это технические средства, которые используют энергию от специальных источников (электричество, пар, газ, сжатая жидкость или воздух) либо трансформируют энергию человека в воздействие на материал с целью его преобразования. В первом случае мы имеем дело с машинами, во втором – с немашинными орудиями.

В обыденной речи нет четкого разграничения в наименовании орудий. Мы называем орудие для извлечения музыкальных звуков музыкальным инструментом (например, пианино), а похожее по

способу использования устройство для печатания – пишущей машинкой. Четкость названий орудий труда в соответствии с их функцией и принципом действия до сих пор не были столь уж необходимой. Это стало нужно в условиях перехода к системному проектированию с использованием ЭВМ. Так, в системах автоматизированного проектирования (САПР) важно однозначное кодирование объектов проектирования и технических средств, их признаков, характеристик и т.п. Такое кодирование строится на многофакторном описании (несколько похожем на принцип УДК – универсальной десятичной классификации в библиографии).

И все же нас, в первую очередь, интересуют машины. Машина – это техническое средство, служащее для преобразования поступающей извне энергии различного вида и воздействия на объект с целью преобразования этого объекта по одной или нескольким характеристикам. Так, например, автомобиль сначала является изделием, т.е. продуктом труда. Чтобы стать техническим средством, орудием, машиной, автомобиль должен выполнять свою функцию – назначение, полезную деятельность, работу, обязанность. Бракованное изделие может так и не стать техническим средством. Например, авторучка, которой невозможно писать; телевизор, который ничего не показывает; автомобиль, который невозможно сдвинуть с места; электрическая лампочка, которая не горит; жилой дом, в котором невозможно жить, – это все изделия, но не технические средства, так как они не выполняют функциональные требования к ним. Эти требования можно сгруппировать, выделив из них наиболее важные показатели (рис. 17). Проиллюстрируем некоторые из них.

Техническая надежность – это свойство технического средства выполнять заданные функции, сохраняя вовремя значения эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения, транспортировки и т.п. Техническая надежность обеспечивается комплексом трех свойств: безотказности, долговечности, ремонтопригодности.

Безотказность – полное сохранение работоспособности в течение определенного периода работы в эксплуатационных условиях. Этот период называется гарантийным сроком безотказности. Обычно гарантийный срок – 1-2 года, для машин технологического назначения – 18 месяцев. В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель несет ответственность за исправность работы своего изделия и бесплатно устраняет неполадки само или через систему специальных служб гарантийного ремонта.

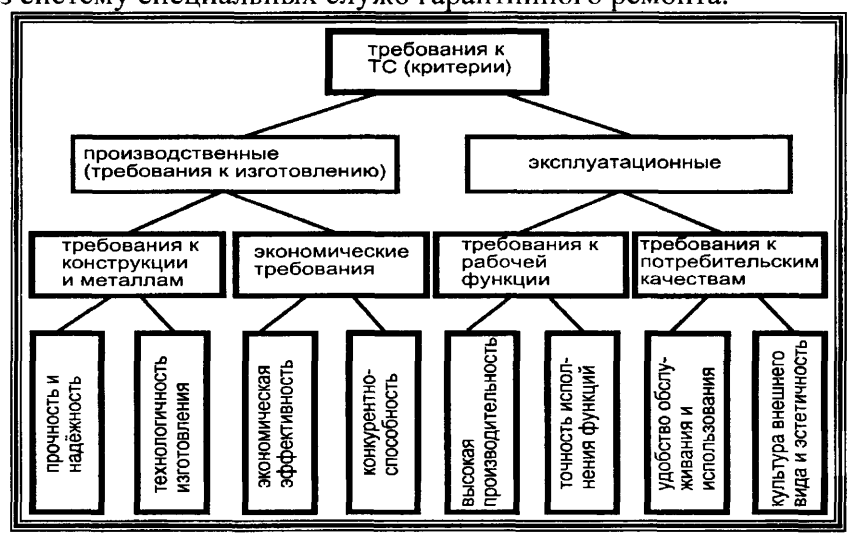


Рис. 17. Функциональные требования к техническим средствам

Причины отказов могут заключаться в ошибках конструктора, технологии, в ошибках изготовления, в дефектах материала и других ошибках производства. Отказы могут происходить и по причине небрежного или неумелого использования, эксплуатации на пределе нагрузки или с перегрузкой, несовершенства или нарушения технологических процессов, использования некачественных заготовок, сырья и т.д. Например, нарушение условий эксплуатации сельскохозяйственной техники бывает столь существенным, что ремонт ее длится весь межсезонный период и производится постоянно.

Долговечность – свойство технического средства длительно, с учетом текущих ремонтов сохранять работоспособность вплоть до разрушения или другого состояния, при котором уже невозможна нормальная эксплуатация. Показателями долговечности являются технический ресурс (наработка до капитального ремонта или замены) и срок службы. Не следует думать, что долговечность может быть бесконечной. Техническое средство должно рассчитываться на срок службы, в течение которого его использование будет технически и экономически целесообразно. Для технически исправной машины может наступить моральное старение, когда функциональные показатели – производительность, точность, технологические возможности и т.п. – отстают от новых требований жизни. Морально устаревают не только уже существующие машины, приборы и т.п., но и проекты еще неизготовленных технических средств – так бывает долог путь от чертежа до изделия.

Срок морального старения постоянно сокращается, следовательно, снижается и показатель долговечности, так как чем долговечнее, тем дороже.

Технический ресурс в машиностроении – от 5 до 50 лет, для металлорежущих станков – от 5 до 10 лет. Наибольшей долговечностью должны обладать здания и сооружения строительной техники (жилые дома рассчитываются на срок службы до 100 лет), наименьшей – изделия быта, одежда, обувь. В истории техники встречаются случаи уникальной долговечности, например, швейные машинки фирмы "Зингер" выпуска начала века у многих прекрасно работают до сих пор, ничуть морально не устаревая. Сохранилось много работоспособных станков довоенного выпуска (серии ДИП), которые успешно эксплуатируются в индивидуальном производстве.

Ремонтопригодность – это приспособленность технического средства к восстановлению работоспособности и поддержанию технического ресурса путем диагностики и профилактики неисправности и отказов, возможности замены неисправных частей и деталей и т.п. Большинству из нас приходилось чинить утюг, велосипед, стиральную машинку и другую бытовую технику, и час-

то этот ремонт был связан с большими неудобствами: было трудно добраться до мест повреждения, требовались какие-то специальные приспособления и т.п. Хорошее техническое средство должно быть сделано так, чтобы при необходимости легко обеспечивался полный доступ ко всем местам вероятных повреждений. Например, у большинства моделей телевизоров шасси с монтажом радиодеталей откидывается полностью, целиком открывается двигатель у грузовика КамАЗа и т.д. Должна быть также обеспечена возможность быстрой смены деталей, это требует продуманной конструктивной разбивки изделия на сборочные единицы, детали.

Из сказанного видно, что надежность технического средства зависит от ее принципиальной схемы, конструкции элементов, их материала, условий эксплуатации и т.п., то есть от целого комплекса взаимосвязанных факторов.

До недавнего времени широко практиковалось обеспечение надежности за счет больших коэффициентов прочности, что приводило к росту массы конструкции. Сейчас высокой надежности добиваются в основном качественным путем – оптимизацией конструкции, совершенствованием технологии изготовления, широкой специализацией и кооперацией производства, внедрением эффективных систем контроля качества продукции и т.д. Кроме того, надежность технического средства не ограничивается его "собственной" надежностью, а включает также и надежность остальных компонентов системы "человек-машина-среда". Например, надежность автомобильного транспорта при его эксплуатации состоит из надежности машины, водителя и дороги (рис. 18).

Проектная надежность технического средства определяется произведением надежностей, входящих в него компонентов: $P_{ТС} = \sum_{i=1}^{n} P_i$. Техническая надежность космической системы "Аполлон" равнялась 0,99999, т.е. планируемая вероятность отказа или надежность, равнялась 1/100000. Мы уделили столько внимания показателю надежности, во-первых, потому, что это один из важнейших показателей качества технического средства, во-вторых, чтобы на примере надежности показать сложный и ком-

плексный характер любого из факторов качества. Прочие показатели качества рассмотрим коротко. Экономические показатели относятся к затратам материалов и энергии и трудозатратам на производство изделия. Эти затраты должны быть компенсированы (окуплены) в процессе эксплуатации изделия. Чем меньше срок окупаемости, тем экономически целесообразнее изделия. В машиностроении устанавливается срок окупаемости не более четырех лет, в противном случае изделие считается неэкономичным. Однако есть такие изделия, на которые требования экономичности не распространяются (научное оборудование, космическая техника и т.д.).

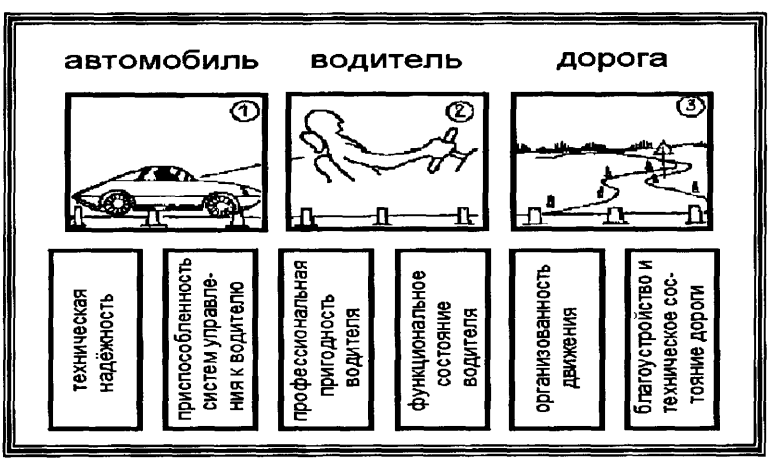


Рис. 18. Составляющие надёжности автомобильного транспорта

Показатели рабочей функции включают основные количественные технические характеристики (мощность, грузоподъемность, емкость, скорость и т.д.) и качественные характеристики (производительность, точность, универсальность, маневренность и т.д.).

Эргономические показатели характеризуют изделие с точки зрения удобства пользования или управляемости, вообще приспособленности технического средства к человеку, оператору, управ-

ляющему его работой, или потребителю. Данные показатели вошли в проектно-конструкторскую практику относительно недавно. Это было связано с внедрением методов художественного конструирования, которые обеспечивают создание изделий с высокими потребительскими качествами. В их число входят также показатели технико-эстетические: целесообразность, выразительность, красота формы, соответствия изделия современным эстетическим нормам. Вопросы, связанные с обеспечением потребительских качеств изделий машиностроения, рассматриваются в курсе "Основы художественного конструирования".

Значимость различных показателей качества для конкретных изделий различна. Так, для товаров культурно-бытового назначения важнейшим являются показатели потребительских качеств, для технологического оборудования – показатели рабочей функции.

Обобщенная оценка качества может быть подсчитана, например, по следующей формуле:

$$K = \sum_{i=1}^{n} K_i x a_i ,$$

где K_i – балльная оценка i-го показателя качества;

a_i – коэффициент значимости i-го показателя для суммарного качества. K_i и a_i определяются экспертным путем и могут выражаться различными численными значениями в зависимости от принятой шкалы оценки – пятибалльной, десятибалльной и т.п.

2. СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НТР И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В эпоху научно-технической революции инженерная деятельность – основной инструмент преобразования мира. И от того, как это преобразование влияет на человека, окружающую его природу, зависит наше будущее. Поэтому рассмотрим систему "Человек-Техника-Природа".

Система "Человек-Техника-Природа"

Техносфера, состоящая из глобальной совокупности технических мегакомплексов, входит в систему более высокого ранга – экосферу. Понятие "экосфера" включает в себя все природное и искусственное окружение человека вместе с ним.

По образному выражению Барри Коммонера, экосфера – это "дом, построенный на поверхности Земли самой жизнью". В целостном системном понимании экологический комплекс, или сфера, включает в себя все компоненты, относящиеся к биосфере, социосфере (т.е. сферу человеческих отношений и деятельности) и техносферу.

На заре истории человечества (рис.19) экосфера состояла в основном из биосферы. Человек и его деятельность были неотъемлемой частью природы, находились "внутри" биосферы, подчиняясь законам ее эволюции.

Коллективная деятельность людей в первобытном обществе порождала определенные отношения между членами рода, племени и т.п. Возникали зачатки социосферы. Затем человек стал производить орудия деятельности (оружие для охоты, инструменты для обработки земли и т.п.), возникли зачатки техносферы. Но и социо-, и техносфера были подчинены задачам выживания и поддержания самого существования человека как биологического вида, частицы биосферы.

На следующем этапе (рис.20) человек, совершенствуясь в процессе трудовой деятельности и в сфере отношений к себе подобными, создает язык как средство общения и подготовки к любой деятельности. Расширив сферу своего обитания, человек стал подмечать определенные закономерности в явлениях природы, его потребности вышли за рамки чисто материальных жизнеобеспечивающих потребностей, у него возникла необходимость в познании мира.

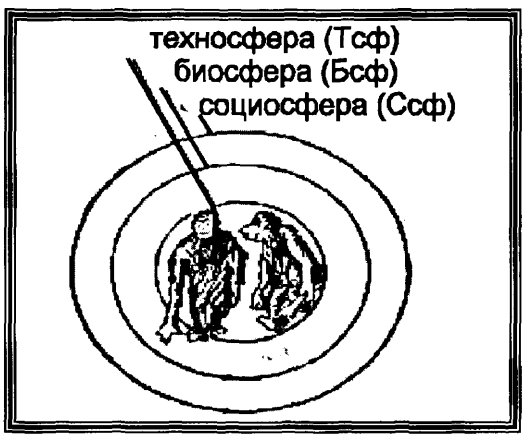


Рис. 19. Первый этап развития экосферы

Рис. 20. Второй этап развития экосферы

Потребность в познании вывела мысль, "дух" человека за круг биосферы. Возникали культуры, зачатки искусства и религии. Этот скачок "духа" деформировал, развил социальные отношения и вывел за рамки биосферы существенную часть социосферы.

Техносфера по-прежнему в основном была подчинена задачам жизнеобеспечения, так как находилась внутри биосферы.

Наконец (рис. 21), когда средства труда развились до такой степени, что между отдельными техническими средствами стали образовываться взаимодействия (цепочки технологии), опосредствованные через человека; более того, когда технические средства стали создаваться не только для утилитарных нужд человека, но и как инструменты познания и коммуникации, связи между людьми, тогда и техносфера вышла за рамки биосферы. Возникла комплексная суперсистема биосоциотехносфера, которую мы и называем экосферой.

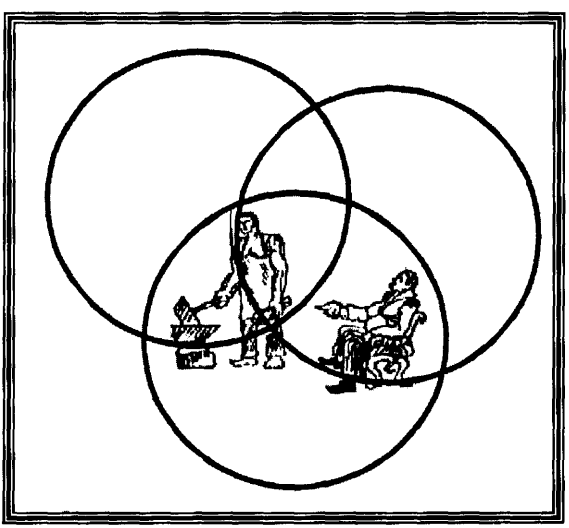


Рис. 21. Третий этап развития экосферы

Упрощенная модель экосферы, или модель системы "Человек-Техника-Природа" (или как частный случай "человек-машина-среда"), показана на рис. 22. В этой модели даны лишь главные

взаимосвязи компонентов. Именно эта система (**СЧМС**), а не изолированное техническое средство, является объектом инженерной технологии, где **Ч** – человек, **М** – машина, **С** – среда; прогресс (+), регресс (-); **СУ** – система управления; **СЗ** – защитная система; **СЖ** – система жизнеобеспечения (например, микроклимат на рабочем месте); **+Ч** – человек сохраняет эффективное состояние организма в процессе работы; **+С** – сохраняется экологическое состояние среды; **+М** – сохраняется рабочая характеристика машины; знаки (–) – противоположные эффекты **СЧМС**. Техническое средство, входящее в данную **СЧМС**, прогрессивно, если:

- человек в работе с техническим средством физически и эмоционально не утомляется сверх меры, более того, если он не деградирует как личность, а, напротив, творчески развивается в процессе труда;

- среда (природная или искусственная) в результате работы технического средства не загрязняется, не разрушается;

- наконец, само техническое средство не изнашивается физически и морально.

Противоположные эффекты (утомление либо заболевание человека, загрязнение среды, износ машины) дают основания для негативных оценок технического средства и СЧМС в целом.

Преобладание позитивных либо негативных оценок и определяет эффективность системы. Например, первые сверхмощные тракторы, имея прекрасные технические характеристики, были неудобны в эксплуатации. Их кабины были плохо защищены от пыли, сидения водителя не защищали его от вибраций, рычаги управления в работе требовали приложения больших усилий, были нерационально размещены, в кабину проникали выхлопные газы, не обеспечивался нужный обзор из машины и т.п. Таким образом, человек, обслуживающий данное техническое средство, оценивал его негативно. Это существенно снижало комплексную оценку машины.

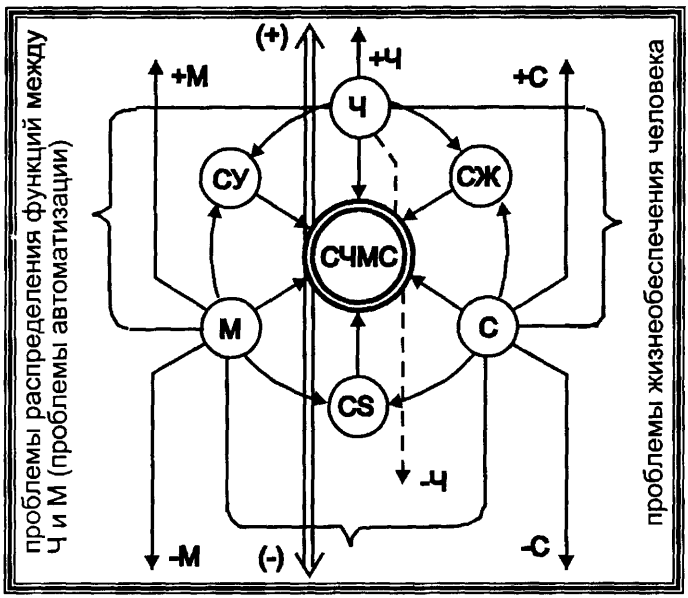


Рис. 22. Обобщённая модель системы: «Человек – Машина – Среда»

Другой пример. Сегодня автомобиль, став одним из самых совершенных технических средств передвижения, сделался вместе с тем и самым активным загрязнителем природной среды. Поэтому данное техническое средство не может уже оцениваться только восторженно-позитивно (к вопросу о роли автомобиля в сегодняшней экосфере мы еще вернемся).

Во время бурного развития техносферы технический прогресс стал чуть ли не синонимом прогресса вообще. Действительно, сегодняшняя инженерная технология делает чудеса. Мы уже привыкли к космическим полетам, ЭВМ, телевидению. Техника освободила человека от множества тяжелых и скучных, нетворческих дел, духовная жизнь современного человека стала богаче, в чем немалая роль технического прогресса. Но наряду с этим технический прогресс ведет и к негативным последствиям. В этом проявляются законы диалектики, и это должен осознавать каждый инженер – творец технического прогресса.

3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ТЕХНИКА – РЕЗУЛЬТАТ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Современный человек с рождения попадает в мир техники, его окружают машины, приборы, механизмы. Часто он даже не замечает, что техника рядом с ним, всегда готова к его услугам. А ведь многие выдающиеся достижения техники, которые современное поколение воспринимает как обыденный факт повседневной жизни, для людей даже недавнего прошлого представлялись бы настоящим чудом.

Современные достижения науки и техники стали возможны благодаря творчеству и созидательной деятельности многих поколений людей. В разные исторические времена человек постепенно познавал законы природы, делал различные изобретения, вел упорную борьбу за новые технические и научные идеи.

Однако роль техники не сводится только к тому, чтобы обслуживать людей в быту. Люди могут жить, если они питаются, одеваются, имеют жилища. Материальные блага, которыми пользуются люди, необходимо производить. Но создавать требуемые для людей вещи возможно лишь при помощи определенных орудий труда, используя при этом предметы и силы природы. Производство может осуществляться только в результате труда человека, одновременно и труд является непременным условием существования самого человека.

Труд является вечным естественным условием жизни людей. Для того, чтобы он мог совершаться, необходима совокупность простых моментов процесса труда. В процессе труда человек выполняет непосредственные производственные функции. Он должен затратить определенное количество энергии (энергетические функции), изменять вещество природы (технологические функции), передвигаться и передвигать различные, участвующие в процессе труда вещи и предметы (транспортные функции), кон-

тролировать ход процесса труда и измерять его результаты (контрольно-измерительные функции), решать информационно-логические задачи, определять цели и задачи труда (логические функции).

Вторым простым моментом процесса труда являются предметы труда, которые человек берет в первоначальном виде у природы или использует переработанные ранее вещества как сырой материал и полуфабрикаты. Прогресс науки и техники позволил получать предметы труда, которых нет в природе (например, пластические массы). Предметы труда – это вещи, которые человек перерабатывает в соответствии со своими целями и потребностями.

Для того чтобы человек смог освоить вещество природы, использовать силы природы, ему необходимы средства труда – это третий простой момент процесса труда.

Процесс труда может совершаться при условии, если он протекает в определенном месте, в соответствующем помещении, которое освещается, проветривается. Для процесса труда необходимы дороги, каналы, средства передачи информации. Эти и другие материальные условия, хотя прямо и не входят в процесс труда, но без них его осуществить невозможно.

Так что же такое техника? Под техникой надо понимать совокупность искусственно созданных средств деятельности людей. Техника создается и применяется в целях получения, передачи и превращения энергии, воздействия на предметы труда при создании материальных и культурных благ, сбора, хранения, переработки и передачи информации, исследования законов и явлений природы и общества, передвижения, управления обществом, обслуживание быта, обеспечения обороноспособности и ведения войн.

Понять тенденции развития техники, раскрыть место техники в обществе можно лишь при условии рассмотрения существующих взаимосвязей, которые исторически складываются и изменяются между человеком и техникой. Орудия труда, будь-то инструменты или машины, которые не находятся в процессе труда, – бесполезны. Только живой труд человека способен превратить их в мощные средства производства материальных благ или другой своей

деятельности. Однако люди трудятся не изолированно, а в системе исторически определенного производства, в процессе которого они вступают в производственные отношения.

К производственным силам труда прежде всего необходимо отнести людей, обладающих соответствующими навыками, знаниями и умением трудится. От них зависит уровень производительности общественного производства. Определяющим фактором производительных сил являются орудия труда. Это наиболее революционный элемент производительных сил. К производительным силам относятся такие факторы, как примененная к производству наука, используемые в производстве силы природы, формы и методы организации производства. В разные исторические периоды роль и значение отдельных факторов, влияющих на производительность труда, были неодинаковыми.

Каждая общественно-экономическая формация в своем развитии проходит разные стадии (или фазы), которые характеризуются определенным укладом техники. Под укладом техники мы понимаем исторически сложившуюся совокупность созданных людьми технических средств, технологии, используемых видов энергии, степень применения к производству данных науки. Уклад техники также характеризуется тем технологическим способом производства, который имеется на данной стадии общественно-экономической формации.

Технологический способ производства – это определенные формы и методы организации производства, способ соединения производителей с техническими средствами, а также разделение труда.

Чтобы сравнить различные периоды развития производства, необходимо изучить уровень и характер укладов техники каждой стадии общественно-экономической формации. Таким анализом занимается особая область знания – история науки и техники.

История науки и техники стремится показать, как возник, развивался и изменялся первый уклад техники первобытно-общинного строя, какие технические усовершенствования повлияли на формирование укладов техники разных стадий рабовладельческого,

феодального, капиталистического обществ. Для этого необходимо раскрыть процессы перехода от присваивающей производящей экономики, отделения ремесла от земледелия, формирования ремесленного цехового производства, образование мануфактур и становление крупного капиталистического машинно-фабричного производства. Образование каждого нового уклада техники основывалось на технических изобретениях, которые революционизировали производительные силы, поднимали их на более высокий уровень.

В определенные исторические периоды происходят технические революции. Это исторический процесс, который совершается в период перехода от одной формы производства к другой. Он связан с качественно новым уровнем производительных сил процесса труда. Сущность любой технической революции заключается в появлении и внедрении изобретений, вызывающих переворот (коренные изменения) в средствах труда, видах энергии, технологии производства и в общих материальных условиях производственного процесса.

Производственная революция – это такой исторический процесс, при котором на основе достижений технической революции окончательно устанавливается новый способ производства, с соответствующей ему материально-технической базой, характерным для него разделением труда, новым местом производителей в производстве, с новыми общественными отношениями и новой социальной структурой общества. Одной из особенностей производственной революции является переход на новый технологический способ производства.

Чтобы полнее и всестороннее раскрыть значение техники в истории общества, необходимо проанализировать взаимосвязи и взаимоотношения между человеком и техникой в процессе общественного производства. История производительных сил свидетельствует, что человек на ранних этапах своей производственной деятельности, создавая и используя орудия труда, как бы удлинял органы своего тела. Дальнейшее накопление опыта и знаний по-

зволило найти средства для передачи механизмам многих непосредственных производственных функций, что значительно повысило эффективность общественного производства и подняло производительность труда.

На первых ступенях человеческой истории, приручая животных и используя их в качестве тягловой силы, люди заменяли свои энергетические функции. Позже, научившись пользоваться силами природы (водой и ветром), они еще в большей степени увеличили свои энергетические возможности. Однако все это не освобождало людей от выполнения других функций в процессе труда, мало механизировало труд человека. Только в конце XVIII - начале XIX в. изобретение и применение рабочих машин сначала в текстильном производстве, а затем и в других отраслях промышленности позволило передать техническим средствам технологические функции человека, выполняемые ранее вручную. Рабочие машины замещали не какое-то орудие, а человеческую руку, она стала свободной. В этом проявилось действие всеобщего закона развития производительных сил, суть которого заключается в замене ручного труда машинным.

Рассматривая характер, суть техники и ее историю, мы должны исходить из того, что она основана на законах природы, определяется внешними условиями. Создавая технику, люди используют предметы, процессы, законы и силы природы. Ветер, вода, пар, электричество нашли применение в общественном производстве благодаря познанию природы, созданию технических средств на основе знаний о природе.

На ранних стадиях развития человеческого общества, когда первобытные люди изготовляли свои первые орудия труда, они, наблюдая окружающий их мир, могли только опытным путем использовать природные явления и процессы. Но по мере развития общества, накопления знаний, а главное, в результате практических потребностей производства примерно со второй половины XV в. началось научное, систематическое, всестороннее исследование природы.

Организация крупного машинно-фабричного производства, которая началась в конце XVIII в. в Англии, а затем и в других странах, потребовала систематического применения к производству данных науки. При таком производстве возникает необходимость при создании любого производственного процесса, машин, системы машин, применения достижений химии и других естественных наук. Правда, первые рабочие машины, паровые двигатели и другие технические средства были изобретены еще на основе эмпирического опыта и на базе ограниченных научных знаний. Только спустя некоторое время наука смогла объяснить процессы и законы, лежащие в основе этих средств труда. Так, например, было с изобретением паровой машины и разработкой основ термодинамики.

Крупное машинно-фабричное производство вызывало новый процесс, связанный с превращением науки в "непосредственную производительную силу". Этот процесс в тот период только начинался, полностью он стал проявляться лишь в наше время. Этот процесс определяет характер и особенность современной научно-технической революции.

Потребности практики, общественного производства вызвали необходимость выделения из естественных наук обширной области знания – технических наук. Это комплекс наук, изучающих законы создания и функционирования искусственных систем, используемых в качестве материальных средств целесообразной деятельности людей, а также изучающих в практических целях явления, процессы и законы природы. Формирование и развитие технических наук относятся к периоду организации крупного машинного производства, которое, как мы уже говорили, базировалось на достижениях естественных наук. Эти достижения можно было реализовать на практике только на основе технических наук. Кроме того, такое производство впервые создало для науки материальные средства исследования, наблюдения, экспериментирования в крупных масштабах, о которых в предшествующие периоды не имели никакого понятия.

Развитие общественного производства потребовало людей особой квалификации – инженеров и техников, умеющих создавать и эксплуатировать технические системы. Инженеры, наряду с учеными, занимались и разработкой проблем технических наук. Однако в период до 70-х годов XIX в. этот процесс еще не получил достаточно широкого развития, он только формировался.

Техника в своем историческом развитии связана с деятельностью людей, которые ее создают и применяют. Исходя из потребностей производства, опираясь на законы природы, ученые, инженеры, изобретатели предлагали новые технические средства, предназначенные для решения противоречий и удовлетворения потребностей общественного производства. Внедрение этих средств, использование новой техники зависят от конкретных исторических и социально-экономических условий, от экономических законов.

Изучение общественного производства позволило выделить семь основных периодов развития техники: техника в условиях становления общественного производства и в первый период его развития (с древнейших времен и до конца IV тыс. до н.э.); техника периода возникновения и становления ремесленного производства (с конца IV тыс. до н.э. до V в.н.э.); техника периода развитого ремесленного производства (V-XV вв.); техника периода мануфактурного производства (XV - первая половина XVIII в.); техника периода становления машинно-фабричного производства (вторая половина XVIII - 70-е годы XIX в.), техника периода развития капиталистического производства (70-е годы XIX в. - первая половина XX в.), современная техника (вторая половина XX в.).

ТЕХНИКА В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И В ПЕРВЫЙ ПЕРИОД ЕГО РАЗВИТИЯ
(с древнейших времён и до конца IV тыс. до н.э.)

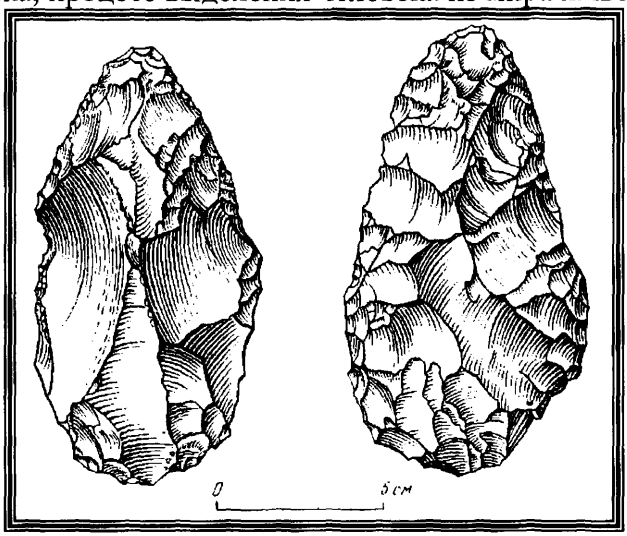
4. ОРУДИЯ ТРУДА ПЕРВОБЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА

Около 14 млн. лет назад двуногие прямоходящие существа – кениапитеки, рамапитеки, удабнопитеки заселяли Африку, южную часть Азии, Малую и Западную Азию и Закавказье. Эти ископаемые антропоиды считались предками человеческого рода. Древнейшими же представителями человеческого рода (homo) долгое время считались питекантропы и синантропы, останки которых были найдены в конце прошлого века в Азии на острове Ява и в Китае. Возраст питекантропов определяли в 1 млн. лет. Теперь, в результате применения калий-аргонового анализа, известные науке останки питекантропов датируются 500-700 тыс. лет (при этом не обнаружены орудия труда). Абсолютный возраст синантропов, по новейшим данным, не превышает 400-500 тыс. лет.

В 1959 г. Л. Лики в Олдувайском ущелье (Танзания) нашел очень примитивные каменные орудия из гальки; в 1960 г. там же вместе с галечными орудиями были обнаружены останки существа, которое Л. Лики считает творцом этих орудий и поэтому назвал его "homo habilis" ("человек умелый"). Абсолютный возраст "человека умелого" составляет около 2 млн. лет. С 1968 г. сын Л. Лики Ричард Лики начал систематические раскопки восточнее оз. Рудольф (Кения). При раскопках было обнаружено большое количество останков ископаемых гоминид, относящихся ко времени от 2,8 до 1,5 млн. лет, и отдельно скопления галечных орудий древностью 2,6 млн. лет. Находки в районе оз. Рудольф в настоящее время исследуются, и поэтому выводы еще делать рано.

Находки в Африке восполнили недостающее звено между более ранними антропоидами и древнейшими представителями рода homo; африканские австралопитеки непосредственно предшествовали появлению человеческого рода. Таким образом, свыше 2 млн.

лет назад начался длительный процесс становления, формирования человека, процесс выделения человека из мира животных.



Ручные рубила эпохи нижнего палеолита

Переход к труду, к производственной деятельности был вызван необходимостью борьбы за существование. Первобытные люди, чтобы выжить, добывать себе пищу, обороняться от более сильных хищных животных, вынуждены были прибегнуть к помощи орудий. "Употребление и создание средств труда, хотя и свойственны в зародышевой форме некоторым видам животных, составляют специфически характерную черту человеческого процесса труда, и потому Франклин определяет человека как "a toolmaking animal", как животное, делающее орудия".

Уже австралопитекам были свойственны необходимые для процесса труда морфологические особенности – прямохождение, свободные от локомоторных функций руки, большой сложный мозг. В качестве орудий они пользовались длинными костями и рогами антилоп. Создателем же древнейших орудий стал "человек умелый", останки которого, как отмечалось, были обнаружены при раскопках в Африке. Эти орудия изготовлены из галек; они имели

вид куска камня, который в результате одного или двух сколов имел более острый край. Орудия не отличались определенной формой, однако целевая направленность при их изготовлении проявляется в сходстве приемов их обработки.

Длительный опыт по обработке камня привел к созданию двусторонне обработанного каменного орудия, получившего название ручного рубила. Процесс изготовления этого орудия заключается в следующем: один конец гальки стесывали с двух сторон, заостряя его, противоположный конец гальки оставляли без обработки, что позволяло держать его в ладони. В результате получалось орудие клиновидной формы, с неровными зигзагообразными краями и заостренным концом. Затем заостренный конец для большей прочности стали подправлять еще одним-двумя сколами.

Дополнительная подправка рабочей части орудия в литературе получила название ретуши. Вес ручного рубила составлял от 0,5 до 1 кг, длина – от 10 до 20 см; его использовали для простейших механических приемов: удара, резания, скобления.

Назначение, характер использования ручного рубила разнообразны: им можно было выкопать из земли съедобные корни растений, грызунов, личинок, добить раненого зверя, разорвать тушу убитого животного. Но для охоты ручное рубило было малопригодно – любая палка или просто необработанный камень давали большой эффект.

Многие тысячелетия первобытные люди использовали лишь очень грубые орудия из отщепов и несколько сходных между собой типов ручных рубил. Однако в течение этого огромного периода, хотя и медленными темпами, приемы создания орудий совершенствовались, увеличивалась эффективность самих орудий и таким образом возрастала вооруженность человека в борьбе с природой. Хотя и медленно, но происходило, как это отмечает советский ученый С.А. Семенов, количественное нарастание актов и операций при изготовлении орудий труда. Он приводит следующие примеры: галечные орудия получали 3-7 ударами, древнейшие ручные рубила 10-30 ударами, ручные рубила правильных геометрических очертаний 50-80 ударами. На изготовление пер-

вых галечных орудий затрачивали одну операцию – бивку, а позднее отщепы получали с помощью трех операций: отщепления заготовки, обивки и ретуши.

Добывание огня

Появление ручных рубил было связано с более широким расселением предков человека, с заселением Западной Европы. В истории Земли произошли резкие климатические изменения: с севера стал наступать ледник. Так называемое "миндельское оледенение" затронуло только северные районы, на юге Европы и большей части Азии продолжал господствовать теплый климат. Следующее оледенение, рисское, охватило большую часть Европы и Сибирь. В результате резко ухудшились климатические условия и, как следствие, изменилась фауна: теплолюбивые животные или вымерли, или отступили на юг. Но первобытный человек не только не отступил на юг, он стал заселять ранее не освоенные более северные районы. Это стало возможным вследствие того, что люди научились искусственно получать и использовать огонь. В эпоху рисского оледенения огонь стал жизненно необходимой потребностью. На стоянках обитания неандертальцев повсеместно наблюдаются остатки костров, скоплений золы и углей, обгорелых костей. Некоторые ученые предполагают, что синантропы умели добывать огонь.

Искусственное добывание огня подготовлено длительным периодом обработки камня. Как считает большинство исследователей, огонь первоначально получали высеканием. При обработке каменных орудий, при ударе камнем о камень возникала искра, что и могло натолкнуть человека на получение огня высеканием.

С добыванием огня человек начал потреблять мясную пищу в вареном виде, что сказалось на биологическом развитии человека. Это впервые доставило человеку господство над определенной силой природы и тем окончательно отделило человека от животного царства.

Произошли изменения в способах, приемах обработки каменных орудий. Орудия стали изготавливать из пластин, более удлиненных, чем отщепы, и более тонкого сечения. Чтобы пластины имели вытянутую форму, тонкое сечение (оно позволяло получить более острый режущий рабочий край), ядрище (нуклеус) предварительно обрабатывали. Крупными сколами нуклеусу придавали треугольную форму (раньше форма была дисковидной); затем с него одним сильным ударом сбивали верхушку, поверхность которой выравнивали более мелкими сколами. Лишь после этой подготовительной операции с нуклеуса скалывали пластины, служившие заготовками в основном для двух форм орудий: остроконечника и скребла. Форма их была близка к треугольнику. У остроконечников рабочей частью служила вершина треугольника, у скребла – основание. Преимущества скалывания над двусторонней обработкой заключались в том, что он позволял изготавливать более совершенные орудия при меньшей затрате сил и материала.

Если первые созданные искусственным путем орудия труда, в том числе и ручные рубила, служили главным образом как орудия для выкапывания корней растений, мелких грызунов, т.е. для собирательства и лишь отчасти охоты, то остроконечники и скребла были пригодны в первую очередь для разделки туш убитых животных. Об увеличении роли охотничьего хозяйства свидетельствуют и скопления на временных стоянках неандертальцев костей таких крупных животных, как мамонты, пещерные медведи, бизоны и др.

Длительное время, вплоть до появления металлов, орудия изготовляли в основном из камня, отсюда и происходят названия: древнекаменный век (палеолит), среднекаменный век (мезолит) и новокаменный век (неолит). Палеолит, в свою очередь, подразделяется на нижний (или ранний) и верхний (или поздний).

На грани нижнего и верхнего палеолита, около 40-30 тыс. лет назад, произошел скачок в физическом строении формирующегося человека: появляется человек современного типа – Homo sapiens, начинается история человеческого общества.

5. СТАНОВЛЕНИЕ ПЕРВОГО УКЛАДА ТЕХНИКИ

Уклад техники родового общества

История человеческого общества начинается с первой фазы развития первобытнообщинного способа производства, в основе которого лежит коллективная собственность на средства производства; в процессе же производства происходило только естественное разделение труда (по полу и возрасту). Повсеместно начинают развиваться родовые отношения – первоначально в форме матриархальных отношений. Во главе складывающейся общины стояла женщина – мать. Она возглавляла примитивное домашнее хозяйство. О главенствующей роли женщины на этом этапе, о существовании культа женщины-прародительницы свидетельствует верхнепалеолитическое искусство. Повсюду от Средиземного моря до Сибири при раскопках верхнепалеолитических стоянок встречаются скульптурные изображения фигур.

В верхнем палеолите начал складываться первый уклад техники. Человек в своей производственной деятельности освоил много пород камня (граниты, песчаники, сланцы, кварциты), что значительно расширило сырьевые ресурсы. Одновременно совершенствуются приемы обработки каменных орудий: более тщательно подготовляют нуклеус, от обработки которого зависело качество каменных орудий. Появляются нуклеусы хорошо ограненного призматического типа. Предварительная обработка нуклеуса позволяла отделять от него более удлиненные и тонкие пластины. Заметим, что этот прием скалывания пластин просуществовал до конца употребления каменных орудий. Пластины с тонкими режущими краями употребляли в качестве режущих орудий или чаще всего использовали как заготовки для разнообразных орудий труда. Подправка заготовки, получившая название отжимной ретуши, представляет собой удаление с помощью костяных ретушеров небольших частиц каменного материала, что позволяло изготовлять орудие необходимой формы и улучшать его качество. Кроме того, уменьшался риск испортить изделие неудачным ударом.

Вместо двух-трех видов каменных орудий, которые использовали неандертальцы, люди, жившие в верхнем палеолите, производили широкий набор орудий (археологами найдено около двадцати форм различных орудий труда). Это резцы для обработки кости, сверла, кремневые проколки, всевозможные скобели для обработки шкур, разнообразные типы острия, употреблявшиеся в качестве ножей, наконечников копий и дротиков. Были изобретены копьеметалка и гарпун.

К верхнему палеолиту относятся последние этапы ледникового периода. Климатические условия были очень суровыми. Для укрытия от холода человек вынужден был строить жилища, это привело к качественно иному образу жизни. В это время начался переход от кочевого образа жизни к полуоседлому. Сооружаемые жилища были круглыми, полуовальными и прямоугольными в плане. Основания жилищ углубляли в землю и укрепляли костями крупных животных, которыми выкладывали также стены жилищ и перекрытия. На Дону в Костенках раскопаны длинные жилища, разделенные на небольшие помещения с очагом внутри; ученые считают, что в этих помещениях жили парные семьи.

Основным источником добывания пищи в верхнем палеолите оставалась охота, носившая загоно-облавный характер. На охоте пользовались боласами, рогатинами, копьями, ловчими ямами. В приледниковых районах охотились на северных оленей, мускусных быков, диких лошадей; южнее – на мамонтов, шерстистых носорогов и пещерных львов, на антилоп-сайгак и благородного оленя. В конце верхнего палеолита источником добывания пищи становится и рыболовство.

Около 15 тыс. лет назад кончился ледниковый период; наступила новая современная геологическая эпоха – голоцен. С этого времени большинство исследователей в истории человеческого общества выделяют новый период – мезолит (переход от палеолита к неолиту). Этот переход совершился повсеместно, но не одновременно.

Изменение климата привело к тому, что вымерли многие виды животных (мамонт, шерстистый носорог, овцебык и др.), на которых раньше охотился человек. В результате человек вынужден был охотиться на сравнительно более мелких животных и птиц. Загонно-облавная охота большими коллективами сменилась индивидуальной охотой. Новый вид охоты повлиял и на образ жизни человека: более или менее постоянные поселения периода верхнего палеолита сменяются временными стоянками в период мезолита, что повлекло за собой и изменения в строительстве жилищ (появились временные шалаши).

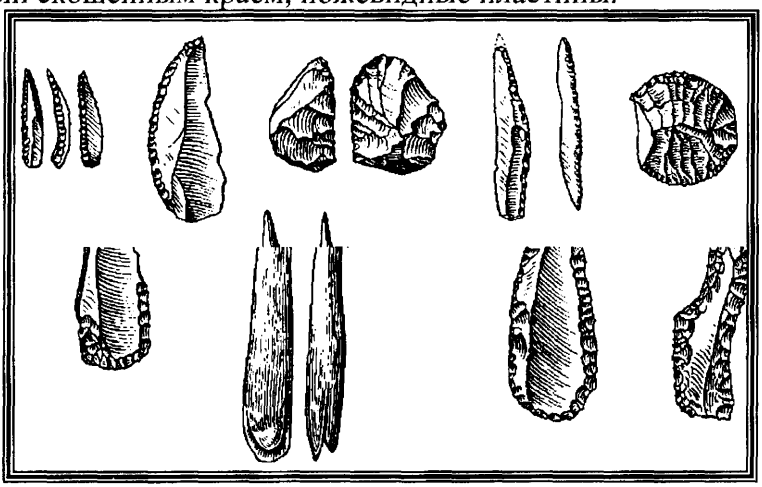
Микролитизация элементов орудий труда

Обработка камня с целью создания орудий постепенно улучшалась. Эффективность орудия труда вплоть до периода верхнего палеолита включительно возросла в основном вследствие совершенствования приемов оббивки и скалывания. Переход к охоте на мелких животных и птиц потребовал создания более совершенных орудий. Улучшение известных приемов обработки каменных орудий уже привело к повышению их эффективности – понадобилось принципиально новое решение. В период мезолита были изобретены и достигли широкого распространения вкладышевые орудия. Вкладышевые орудия принадлежат к высшим достижениям каменного века. Дальнейшее развитие техники и хозяйства могли обеспечить только металлы.

Основу вкладышевых орудий делали из дерева или кости, а рабочую часть составляли из набора небольших каменных, чаще всего кремневых пластинок, получивших название микролитов. Процесс "микролитизации" позволил предельно уменьшить рабочую (каменную) часть орудия и создать более эффективный инструмент.

Микролиты изготовляли из небольших пластин (иногда из небольших по размеру отщипов). С призматических или конических нуклеусов с правильным огранением скалывали пластины длиной

7-10 см и шириной около 0,5 см. Края пластин часто были такими острыми, что их трудно держать руками. На территории Европы, Западной и Средней Азии, в Африке найдены микролиты в виде треугольников, трапеций, прямоугольников, сегментов. Иногда вместо микролитов использовали пластины с притупленной спинкой или скошенным краем, ножевидные пластины.



Вкладышевые орудия периода мезолита

Отметим, что отдельные попытки сочленять каменные орудия с деревянной или костяной рукоятью наблюдаются еще в верхнем палеолите. Однако ножевидная пластина, вставлявшаяся в деревянный расщеп, была довольно большой по размеру, при поломке во время работы ее необходимо было заменять целиком. Процесс же микролитизации способствовал унификации вкладышевых деталей, что позволяло в случае необходимости (поломки или износа) заменять отдельные детали, а не изготавливать новое орудие. Для получения микролитов требовалось мало сырья, что уменьшало зависимость человека от природной среды. Для скалывания небольших ножевидных пластин, из которых, в свою очередь, изготовляли микролиты, можно было использовать даже небольшую речную гальку. Таким образом, с процессом микролитизации производство орудий труда стало менее трудоемким, а эффективность новых вкладышевых орудий труда значительно возросла.

С изобретением и широким внедрением вкладышевых орудий произошла техническая революция. Принципиально новые средства труда, которые находили разнообразное хозяйственное применение, создали необходимые технические предпосылки для перехода от охоты (присваивающей экономики) к земледелию и скотоводству (производящей экономике). Изобретение вкладышевых орудий труда создало технические предпосылки для перехода к земледелию и скотоводству.

Изобретение лука и стрел

Первым составным и довольно сложным вкладышевым орудием был лук со стрелами. "Лук, тетива и стрела, – писал Ф. Энгельс, – составляют уже очень сложное орудие, изобретение которого предполагает долго накапливаемый опыт и более развитые умственные способности, следовательно, и одновременно знакомство со множеством других изобретений". Данные археологии свидетельствуют о том, что к моменту изобретения лука человека могло натолкнуть использование всевозможных метательных приспособлений: копий, дощечек для бросания дротиков. Человек наблюдал, как при сгибании сучьев или молодых деревьев накапливалась энергия, а при разгибании – освобождалась.

Древнейшие простые луки делали из одной согнутой палки, концы которой стягивались тетивой из сухожилий животных. На одном конце лука тетива была прикреплена узлом, на другом надевалась с помощью петли. По сравнению с копьем, бросаемым рукой, использование лука и стрел позволило в несколько раз увеличить скорость и дистанцию полета стрелы. Кроме того, лук, по сравнению с другим метательным оружием, обладал прицельным качеством.

Стержень стрелы изготовляли из дерева, а наконечник из микролитов. Такие стрелы были легкими и дальнобойными. Обычные размеры лука – от 60 см до 2 м, но есть свидетельства об употреблении луков и большего размера.

Лук, изобретенный в начале мезолита, довольно быстро нашел применение у разных племен и народов. Изображение простого лука встречается на древнеассирийских и египетских памятниках. Был он известен и римлянам, галлам, германцам. Греки, скифы, сарматы, гунны и другие народы употребляли более эффективный сложный лук, склеенный из нескольких частей, из разных пород дерева, рога или кости.

Применение лука и стрел значительно повысило производительность человеческого труда, во многом облегчило жизнь охотничьих племен и, что особенно важно, высвободило время для другой деятельности (сбора съедобных, в том числе и злаковых растений, приручения диких зверей, рыболовства, сбора улиток, моллюсков). Это было важно, так как охота не удовлетворяла потребности в пище.

Археологические памятники периода мезолита, в которых найдены вкладышевые орудия, открыты в Европе и в Азии. Но только в Западной Азии в мезолитических памятниках, датирующихся IX-VIII тыс. до н.э., появляются кремневые вкладыши, являющиеся составной режущей частью прямых жатвенных ножей. Это так называемые памятники натуфийской культуры, открытой еще в 1928 г. в Палестине. Подобные памятники, кроме того, обнаружены в Сирии и на юге Малой Азии.

Люди в то время селились в пещерах или на прилегающих к ним террасах; известны и отдельные стоянки в открытых местах. Племена, оставившие эти памятники, занимались охотой, рыболовством и сбором дикорастущих злаков, о чем свидетельствуют находки жатвенных ножей. На костяной рукоятке жатвенных ножей обычно изображена фигура животного. Среди обнаруженных при раскопках поселений каменных орудий кремневые вкладыши жатвенных ножей составляют 8%. Обнаружены и грубые оббитые тесловидные орудия, резцы, скребки, но наиболее часто встречаются микролиты определенных геометрических форм. О переходе этих охотничьих племен к сезонному сбору дикорастущих злаков свидетельствуют и находки каменных ступок и пестов, служивших

для растирания зерен. У кремневых вкладышей жатвенных ножей один край скошен и заполирован. Это, как предполагают исследователи, результат длительного срезания ножом стеблей злаковых растений. Однако большая часть орудий периода мезолита свидетельствует о том, что основой хозяйства того времени была охота.

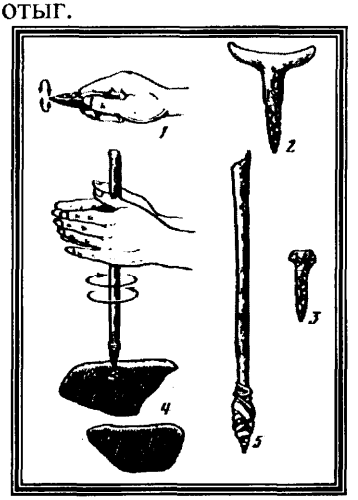
Охотник с луком и стрелами
с Андаманских островов в Индийском океане

6. НЕОЛИТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

Новые приемы обработки камня

В конце мезолита в ряде мест Ближнего Востока начался процесс становления производящей экономики (земледелия и скотоводства). В других районах переход от присваивающей экономики к производящей, от охоты к земледелию и скотоводству стал совершаться в период неолита, энеолита и бронзового века.

Неолит, новокаменный век, получил название из-за широкого внедрения новых способов обработки крупных каменных орудий – шлифования, сверления и пиления. Эти приемы позволили человеку перейти к обработке новых, более твердых пород камня: нефрита, жадеита, яшмы, базальта, диорита и др., которые стали служить исходным сырьем для создания крупнокаменных топоров, тесел, долот, кайл, мотыг.



Реконструкция способов сверления камня периода неолита (по С.А. Семёнову):
1 – одноручное сверление (без рукоятки);
2, 3 – сверло с рукоятками;
4 – двуручное сверло (сверло на стержне);
5 – сверло мбовамбов (Новая Гвинея)

Заготовку для будущего орудия делали или прежним способом – сколом, или с помощью нового способа – пиления. Создавалась необходимая геометрическая форма заготовки, которую затем шлифовали. Применяли сухое и мокрое шлифование каменных орудий. По подсчетам С.А. Семенова, на изготовление шлифованного топора из твердых пород сланца затрачивалось 2,5-3 ч., на изготовление из нефрита при шлифовке рабочего края 10-15 ч. и на шлифовку всего топора 20-25 ч.

Первые шлифованные орудия появились еще в мезолите, но именно в неолите они получили широкое распространение. Еще более эффективны были полированные орудия.

Если у вкладышевых орудий кремневые пластины соединялись с рукояткой с помощью битума, крупнокаменные орудия с деревянной или костяной рукоятью так скреплять было невозможно. Пришлось изыскать новый способ – сверление отверстий. Еще в период верхнего палеолита появляются бусы и подвески из камня с отверстиями. Отверстия же большого диаметра в каменных предметах стали пробивать, но при этом получались отверстия биконической формы, неудобной для насаживания каменного орудия на деревянную рукоять. Для плотного соединения требовались цилиндрические отверстия. Освоение техники высверливания цилиндрических отверстия относится к периоду неолита, когда для этих целей стали применять трубчатые кости или стволы бамбука. В качестве абразива служил кварцевый песок. Началось изготовление жесткосоставных орудий.

Использование пиления, сверления, шлифования позволило достигать определенной формы, чистоты поверхности орудия. Работа шлифованными орудиями уменьшала сопротивление материала обрабатываемого предмета, что привело к росту производительности труда.

Возникновение земледелия и скотоводства

Технический переворот, происходивший в период мезолита и в начале неолита, создал необходимые экономические предпосылки для перехода от первой фазы первобытнообщинного способа про-

изводства, когда безраздельно господствовали уравнительные отношения, заключающиеся в том, что весь добытый продукт и все орудия труда являлись собственностью коллектива, – ко второй фазе. Широкое использование составных вкладышевых и шлифованных крупнокаменных орудий привело к значительному росту производительности труда и вызвало противоречие между достигнутым уровнем производительных сил и уравнительным способом распределения. Это противоречие было разрешено в результате так называемой "неолитической революции". Это была производственная революция, сущность которой составляет переход от присваивающей экономики к производящей, от охоты к земледелию и скотоводству.

Во второй фазе развития первобытнообщинного способа производства господствующим становится трудовой способ распределения, при котором орудия труда распределяются индивидуально, а часть добываемого человеком продукта переходит в его более или менее полную собственность.

Существуют различные точки зрения по поводу происхождения земледелия и скотоводства. Одни исследователи считают, что скотоводство возникло среди охотничьих племен, а земледелие среди племен, занимавшихся главным образом сбором съедобных растений. Другие ученые утверждают, что скотоводство возникло лишь тогда, когда развившееся земледелие создало предпосылки (запас корма) для разведения животных. Последние данные археологии свидетельствуют о том, что предпосылки для перехода к земледелию и к скотоводству начали складываться в период мезолита среди племен, занимавшихся одновременно охотой, рыболовством и собирательством.

На протяжении X-VIII тыс. до н.э. среди охотничьих племен, обитавших в Западной Азии, раньше всего начали создаваться предпосылки для перехода к земледелию и скотоводству. Селившись в основном в горных районах, эти племена занимались охотой за газелями, скотоводством безоаровым козлом и т.д. Сначала собирательство и одомашнивание животных еще не играет большой роли в хозяйстве.

Рыхление земли палкой-копалкой

Одновременно со сбором злаковых растений происходил и процесс одомашнивания животных. Первыми домашними животными (исключая собаку), согласно последним данным, были козы.

Сбор дикорастущих злаков и начало одомашнивания животных привели к переходу охотничьих племен от кочевого и полукочевого образа жизни к оседлому, к занятию земледелием. Наиболее ранние памятники – поселения первых земледельцев – открыты в тех районах, где складывались необходимые предпосылки для этого перехода. Археологи прослеживают определенную преемственность этих памятников с памятниками периода мезолита. Земледельческие оседлые поселения появляются на Ближнем Востоке в VIII-VII тыс. до н.э. в Иордании (Иерихон), в северном Ираке (Джармо), в юго-западном Иране (Али-Кош), в южной Турции (Чатал-Гуюк). Люди стали вести оседлый образ жизни, строя глинобитные дома, одомашнивая овец, коз и несколько позднее – свиней.

Уклад техники первобытнообщинного способа производства

С развитием земледелия и скотоводства изменился образ жизни людей. На смену родовой общине приходит соседская община, род постепенно утрачивает свои экономические функции, перестает быть основой общины. Господствующим становится оседлый образ жизни. Всюду, где ведущей формой хозяйства является земледелие, возникают довольно крупные поселения. В отдельных случаях поселения укрепляли оборонительными стенами, т.е. к этому времени относятся первые фортификационные работы. Так, например, древнейшее земледельческое поселение Иерихон (Иордания) было окружено стеной из бутового камня, другое поселение – Ходжилар (Малая Азия) было обнесено стенами из сырцового кирпича.

Земледелие при использовании даже самых простых орудий труда (палки-копалки, каменной мотыги, каменного топора) давало по сравнению с охотой, собирательством и рыболовством гораздо больший экономический эффект, устойчивый источник питания. Охота со временем играет все меньшую и меньшую роль. В тех районах, где для земледелия были неблагоприятные природные условия, начали выделяться пастушеские племена. Так было в горных районах Западной Азии, в Средней Азии и на Кавказе. Между пастушескими племенами и земледельческими общинами налаживается обмен одних продуктов на другие. Обмен способствовал и развитию первобытных ремесел. Занятия земледелием и скотоводством давали не только устойчивый источник питания, но и оставляли избыток времени, который использовался в домашнем производстве.

С развитием земледелия начинается так называемая глинобитная архитектура. Для строительства домов стали изготовлять глинобитные блоки (сырцовые кирпичи) удлиненной, овальной формы шириной 20-25 см, длиной 60-70 см. Их лепили из глины, смешанной с крупно нарезанной соломой. Овальная форма кирпича не позволяла сооружать прочные стены домов, они часто разруша-

лись. Разрушенные дома не восстанавливали, а складывали заново на месте прежней постройки. Скрепляли кирпичи глиняно-саманным раствором. Дома строили, как правило, однокомнатные, с прямоугольным очагом внутри. Полы окрашивали белой или коричневой краской. Наряду с жилыми помещениями на поселениях обнаружены культовые здания – святилища, например, в Чатал-Гуюк (Турция), по своему характеру отличающиеся от жилых домов лишь большими размерами.

Переход к земледелию, прочный оседлый образ жизни, необходимость хранения продуктов земледелия и приготовления пищи вызвали экономическую потребность в изобретении посуды. Древнейшие сосуды, известные по раскопкам поселений, – деревянные и каменные. Глиняная посуда появляется несколько позднее, но она быстро и широко распространяется в земледельческих и в охотничьих племенах. Наиболее древнюю глиняную посуду, которая датируется концом VII тыс. до н.э., формовали от руки. Сосуды изготавливали из одного куска глины или ленточным (жгутовым) способом из нескольких полосок глины, накладывая одну полоску на другую по спирали. Концы жгутов скрепляли, а сами жгуты сдавливали, превращая в ленту шириной 4-7 см. Чтобы стенки сосудов получались гладкими, их сглаживали; позднее для сглаживания использовали мокрую тряпку или кожу. Обжигали посуду на костре, который, однако, не давал необходимой температуры для прокаливания всего сосуда. В глину вводили различные примеси (стебли, травы, солома, песок, тальк, асбест и т.д.), предохраняющие сосуды от растрескивания.

Среди земледельческих племен начинает широко распространяться ткачество, о чем свидетельствуют глиняные грузила, обнаруженные во время археологических раскопок. Сырьем служили шерсть, затем шелк, хлопок и лен. Прядение могло осуществляться различными методами. Самый простой – скручивание волокон вращением их между ладонями. Древнейшие прялки состояли из рогатки, на которую наматывали пряжу, и палки-веретена, на одном конце которого находилась пряжа, на другой насаживалось

пряслице из камня или глины, чтобы обеспечивать вращение; при этом волокна свивались в прочную нить и накручивались на веретено. Ручной ткацкий станок появился в V тыс. до н.э. Известны станки с горизонтальным и вертикальным расположением основы. Конструкция станка чрезвычайно проста: в землю вбивали две стойки, на которых укрепляли горизонтальный валик. К валику привязывали основные нити, натягиваемые грузиками. Уточную нить наматывали на палочку с заостренным концом. Эту палочку с нитью ткач пальцами проталкивал попеременно над и под нитями основы.

Уже ранние земледельцы познакомились с металлом. В Анатолии (Турция) в долине р. Конья при раскопках поселений Чатал-Гуюк и Хаджилар в слоях VII-VI тыс. до н.э. были найдены немногочисленные медные предметы: маленькие шильца, проколки, бусины и кусок медного сплава. К востоку от долины р. Конья, в верховьях р. Тигр, на поселении того же времени, что и Чатал-Гуюк, а может быть, и немного древнее, найдена медная проколка (шило) и кусок медной руды – малахита. Это поселение расположено вблизи известного месторождения медной руды, которое разрабатывалось хеттами во II тыс. до н.э. Исследователи предполагают, что отсюда металл поступал в Чатал-Гуюк, в Хаджилар. В Иране небольшие медные предметы найдены на поселении Сиалк и датируются они VI- началом V тыс. до н.э. Медные бусы известны и в Египте в V тыс. до н.э. На территории Болгарии, начиная с IV тыс. до н.э., известны медные выработки Ан-бунара.

Постепенно возникают ремесла и появляются люди, специально ими занимающиеся. В первую очередь выделяется профессия горняка. Разработки камня неолитического периода известны в Бельгии, Франции, Англии, Польше, Чехословакии, Венгрии. А в Польше в районе Свентокшиских гор расположен один из древнейших памятников горного дела – первобытные копи для добычи полосатого кремня.

В этом районе кремень добывали в течение двух тысячелетий – с IV по II тыс. до н.э. Древнейшие копи были неглубокими и не

требовали вентиляции. Высокие качества кремня и его красивый узорчатый рисунок вызвали большой спрос на него. Изделия из него известны на пространстве от Западной Двины до р. Эльбы. Понадобилась усиленная добыча кремня: открытые выработки сменились шахтными разработками. Сначала проходили шахту, затем от ее дна отводили штреки. На стенах выработок сохранились следы от горящей лучины. Открытые и шахтные разработки кремня известны и на территории СССР: в районе Верхней Волги, в Белоруссии, в Средней Азии.

Использование нового сырья – металлов, развивающееся домашнее ремесло, обмен требовали новых производственных отношений. "Родовой строй отжил свой век. Он был взорван разделением труда и его последствием – расколом общества на классы. Он был заменен государством". Общинный труд уступил место индивидуальному, общественная собственность – частной.

ТЕХНИКА ПЕРИОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

7. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Впервые переход к рабовладельческому строю произошел в странах Древнего Востока в конце IV тыс. до н.э. в период энеолита и бронзового века. Древний Восток охватывал страны Северо-Восточной Африки, Восточного Средиземноморья, Передней, Южной и Восточной Азии. Своего наивысшего развития рабовладельческий строй достиг в Древней Греции и Риме.

Еще в период родового строя распространение мотыжного земледелия в районах Западной и Средней Азии постепенно привело к делению земли на участки, которые становятся собственностью отдельных патриархальных семей. Продукты сельского хозяйства перестают делиться среди членов общины; они становятся частной собственностью отдельных семей.

Структура общин изменялась медленно, длительное время сохранялись пережитки общинного строя – большая часть обрабатываемой земли оставалась общинной собственностью. Но постепенно обедневшие общинники теряют свои земельные наделы и попадают в кабалу к богачам.

С переходом в долинах рек Нила, Тигра и Евфрата к ирригационному земледелию, основанному на обработке аллювиальных почв, плодородие которых ежегодно восстанавливалось благодаря илу, приносившемуся во время разлива, стало возможно получение избыточного продукта. Усиливается процесс имущественного и общественного расслоения в общинах. Получение избыточного продукта позволило одним людям кормиться за счет труда других. "До того времени не знали, что делать с военнопленными, и потому их попросту убивали, а еще раньше съедали. Но на достигнутой теперь ступени "хозяйственного положения" военнопленные приобрели известную стоимость; их начали поэтому оставлять в

живых и стали пользоваться их трудом. ...Рабство было открыто. Оно скоро сделалось господствующей формой производства у всех народов, которые в своем развитии пошли дальше древней общины...". Появление рабовладения привело к расколу общества на классы: класс рабовладельцев и класс рабов. Для обеспечения безопасности и господствующего положения рабовладельческая знать, выросшая из племенной аристократии, создает государство как аппарат гнета и насилия. Во главе новых государственных объединений становятся цари, фараоны, которые в своем распоряжении имели крупные земельные угодья. Общинные земли хотя и обрабатывались свободными земледельцами, но считались собственностью государства. Крупными землевладельцами становились храмы. Наряду с централизованным царским землевладением и общинным землепользованием крестьян возникла частная земельная собственность богачей. Однако развитие частной собственности задерживалось в странах Древнего Востока длительным сохранением общин. Это вызывалось необходимостью в постоянном коллективном труде при ведении ирригационного земледелия. Общины продолжали сохраняться внутри классового рабовладельческого общества.

С ранними классовыми обществами связана первая фаза развития рабовладельческого способа производства. На этой фазе свободных земледельцев и ремесленников было значительно больше, чем рабов. Рабский труд существовал параллельно с трудом свободных общинников, но он больше использовался не на земледельческих работах, а в домашнем хозяйстве и в развивающемся ремесле. Однако уже на первой фазе развития рабовладельческого способа производства основой производственных отношений становится полная собственность рабовладельца на средства производства и на рабов. Рабовладельческий строй по сравнению с первобытнообщинным открывал большие возможности для развития техники.

Избыточный продукт, получаемый от ведения ирригационного земледелия, создал предпосылки для выделения ремесла в само-

стоятельную отрасль производства. Переход от домашнего ремесла к специальному ремесленному производству явился крупнейшим изменением в развитии производительных сил.

С выделением ремесла в самостоятельную отрасль производства связано возникновение древнейших городов, которые становятся центрами ремесленного производства. Ремесленный труд на первой фазе развития рабовладельческого способа производства еще не был зазорным: свободные ремесленники трудились рядом с рабами. Там, где для выполнения работы требовались усилия многих людей, применялась простая кооперация труда.

Вначале развития рабовладельческого способа производства уклад техники оставался тем же, что и при первобытнообщинном строе. Первые металлические изделия, появившиеся еще на предшествующем этапе развития общества, не оказали большого влияния на хозяйственную сторону жизни. Однако с развитием металлургии цветных металлов технический прогресс стал совершаться быстрее.

Освоение металлов

Как указывалось в предыдущей главе, отдельные поделки из меди (главным образом украшения) появились очень рано. В настоящее время археология не может точно указать, где впервые начали плавить руды или где впервые получили бронзу – сплав меди с другими металлами. По всей вероятности, люди сначала использовали медь самородного происхождения, которую обрабатывали как особую породу камня, обладавшую пластичными свойствами. Но когда обнаружили, что куски медной руды при сильном нагревании начинают плавиться, а при охлаждении вновь становятся твердыми, был открыт процесс выплавки металла. Новое свойство меди стали использовать для создания орудий с заранее обдуманной формой, т.е. был изобретен литейный процесс.

С освоением плавки меди возрос интерес к ней как к новому материалу для изготовления орудий труда, а не только украшений. Однако медь самородного происхождения редко встречается на

поверхности земли. В V тыс. до н.э. стали разрабатывать окисленные медные руды, жилы которых выходили на поверхность. Разработка сульфидных руд относится к более позднему времени. Выработки представляли собой узкие щели, которые образовывались в результате выемки породы рудоносных жил. Если рудокоп наталкивался на мощную рудную линзу, на месте выработки щель превращалась в полость. В IV тыс. до н.э. стали переходить к разработке подземных месторождений. На Балканском полуострове, например, шахтные выработки достигали глубины 27 м. Чтобы отколоть куски руды, необходимо было породу сначала разогреть, затем облить водой. В результате получались трещины, в которые вставляли деревянные клинья, пропитываемые водой. При разбухании деревянные клинья разрывали руды на куски. На Балканском полуострове в выработках обнаружены втульчатые клинья-кайла, сделанные из оленьего рога. Предполагают, что ими рудокопы добывали медную руду из жил.

Вблизи от разработок происходил процесс обогащения руд. Вначале был известен сухой способ обогащения: добытую руду отделяли от пустой породы и дробили каменными молотками. Позднее стали применять мокрый способ обогащения. Раздробленную руду укладывали в деревянные лотки с водой. Лотки трясли, в результате куски руды как более тяжелые оседали на дно, а более легкая пустая порода всплывала наверх. Ее сгребали, и в лотке оставались куски медной руды. Сульфидные медные руды перед плавкой длительное время обжигали на кострах.

Руду плавили также недалеко от разработок в специальных глиняных печах. Для получения в печи более высокой температуры через воздуходувные трубки люди вдували воздух. В III тыс. до н.э. были изобретены кожаные воздуходувные меха. Выплавленные из медных руд слитки металла служили предметом обмена; как правило, металлурги не занимались ювелирным и кузнечным делом.

В V тыс. до н.э. человек познакомился с другими цветными металлами: серебром и золотом. Первым сплавом, как предполагают исследователи, был биллон – сплав меди с серебром. Из него в

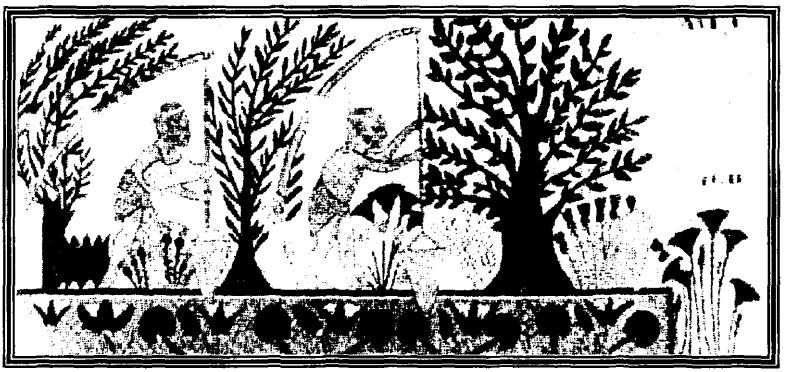
Южной Туркмении на рубеже V-IV тыс. до н.э. отковывали украшения (булавки). Сплав меди с мышьяком стал известен в IV тыс. до н.э. Мышьяковые сплавы появляются в Закавказье на тысячу лет ранее, чем оловянистая бронза Западной Европы. С III тыс. до н.э. в странах Древнего Востока бронзу получали чаще из сплава меди с различными пропорциями олова. По сравнению с медью бронзовые сплавы отличаются легкоплавкостью, высокими литейными качествами, большой прочностью. В зависимости от назначения, отливки в металл добавляли от 1-2% до 8-10% олова. Чем больше добавляли олова, тем более хрупким было изделие.

Если руду плавили в непосредственной близости от мест добычи, то медные и бронзовые изделия отливали на поселениях. Для получения бронзового сплава медь и олово или медь и мышьяк, взятые в определенных пропорциях, помещали в глиняные тигли, которые ставили в печь. Расплавленный металл из тиглей разливали в формы из песка, камня, дерева. Сначала использовали открытые, а затем и закрытые створчатые формы. В формах отливали оружие, орудия труда и разнообразный инструмент. Художественные и ювелирные изделия отливались по восковой модели. Модель лепили из воска, на которую слоями наносили тонкоотмученную глину до тех пор, пока глиняная стенка не становилась прочной. В глиняной форме оставляли специальные отверстия, чтобы вытопить воск и залить внутрь бронзовый сплав. По остывании, для того чтобы извлечь предмет, глину разламывали, а для получения новой отливки весь процесс необходимо было повторить заново. Изделия, отлитые по восковой модели, представляют художественную ценность.

Ирригационное земледелие

Первые рабовладельческие государства, как уже отмечалось, возникли в районах, пригодных для ведения ирригационного земледелия. Чтобы осушить заболоченные места, проводили большие дренажные работы, для орошения засушливых участков строили каналы, создавали сложную систему плотин и дамб. Контроль над

ирригацией сначала находился в ведении земледельческих общин, а впоследствии – государственных чиновников.

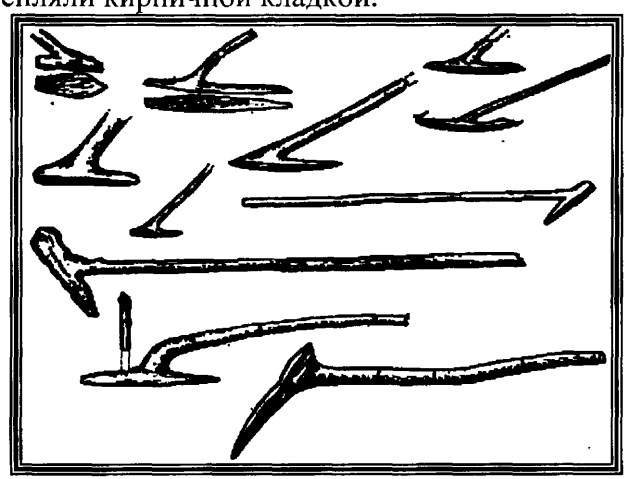


Поливка сада при помощи шадуфов

Роспись из гробницы Ипуи в Фивах.
Египет (III тыс. до н.э.)

Сохранившиеся документы говорят о постоянной заботе держать системы орошения в сохранности, что было возможно только благодаря усилию всего земледельческого населения. В иные годы потребность в общественном труде была настолько велика, что на земляные работы посылалось и ремесленное население.

Обозначение канала впервые встречается в пиктографическом письме в Шумере (Месопотамия) в конце IV-начале III тыс. до н.э. Геродот сообщает, что уже в IV тыс. до н.э., благодаря сооружению искусственной плотины в районе гор Ливии, р. Нил изменила свое течение и на месте старого высохшего русла был построен город Мемфис. Письменные документы сообщают о сооружении двух больших каналов в Месопотамии ("Арахту", который шел через всю страну, и "Нар-шарри", соединявшего реки Тигр и Евфрат). Правители, прославляя себя, упоминают о строительстве более мелких каналов и других гидросооружений. Известны и гидротехнические сооружения, построенные за две тысячи лет до н.э. на берегах рек Хуанхэ и Янцзы в Китае. Каналы были оросительными или судоходными, достигавшими в ширину 10-20 м, берега укрепляли кирпичной кладкой.



Бороздовые орудия (плуг IV тыс. до н.э.)

Пахота с помощью людской упряжки и сев в Древнем Египте

Поля располагались, как правило, вдоль каналов, в глубину они тянулись на расстояние до 0,502 км; на нижние участки земли вода шла самотеком. На более высоко расположенные участки воду поднимали с помощью водочерпальных сооружений, т.е. перека-

чивали с одного уровня на другой. Наиболее широко распространенным водоподъемным сооружением в странах Древнего Востока был шадуф. В Египте шадуф появился в период Древнего царства (3460-2000 гг. до н.э.). Изображение шадуфа встречается на ассирийских памятниках. Это закрепленное на специальном столбе коромысло, на одном конце которого подвешена тяжесть, на другом – ведро. Черпальщик, зачерпнув ведром воду, выливает ее в расположенный выше бассейн. С помощью шадуфа в течение часа можно поднять на высоту 2 м до 3400 л воды. Позднее для поднятия воды были изобретены водочерпальные колеса типа саккиэ, приводившиеся в действие животными (быками или ослами).

К концу IV тыс. до н.э. относятся первые достоверные сведения об употреблении примитивной однозубой сохи. Она известна под названием "дерево земледельца". В III тыс. до н.э. был изобретен плуг. Долгое время для вспашки земли на Древнем Востоке использовали примитивный тяжелый деревянный плуг; лишь к концу бронзового века в начале I тыс. до н.э. деревянные плуги были заменены бронзовыми. Тягловой силой служили быки и нередко рабы. На вавилонских и древнеегипетских изображениях II тыс. до н.э. воспроизведены плуги. Плуг обслуживали три человека: погонщик быков, пахарь и сеятель. Впоследствии плуг усложняется - его снабжают удлиненными рукоятками со специальными отверстиями для рук. Во время пахоты при нажиме на рукоять лемех врезался в землю.

Важнейшие технические изобретения и ремесла

С развитием металлургии цветных металлов стало возможным создавать орудия труда любой формы, гораздо большего размера, чем из камня. Использование в производственной деятельности металлических орудий способствовало дифференциации ремесленного труда (в документах II тыс. до н.э. упоминаются горшечники, столяры, сапожники, ткачи).

Если в эпоху первобытнообщинного способа производства обмен существовал только внутри общин, то в связи с развитием цветной металлургии и специализацией отдельных районов, про-

изводящих металлы, возникает торговля между отдельными странами. Однако до появления железа эта торговля не выходила за рамки натурального обмена одних товаров на другие, ибо вся система хозяйства древневосточных государств на первой фазе развития рабовладельческого способа производства продолжала сохранять натуральный характер.

Керамическое производство в Древнем Египте

С использованием цветных металлов в хозяйственной деятельности связано и изобретение колеса. Без металлического инструмента трудно было изготовить колесо, перейти к колесному транспорту.

Принцип вращательного движения был использован в гончарном производстве при изобретении гончарного круга. Гончарный круг впервые появляется у шумеров (на юге Месопотамии) в конце IV тыс. до н.э. В III тыс. до н.э. он распространился по всей Месопотамии, в Египте, Индии, Сирии, на побережье Эгейского моря; во II тыс. до н.э. он проник в Грецию, Китай и Среднюю Азию. Сначала был изобретен ручной гончарный круг, состоящий из вертикальной оси, укрепленной в опоре; на вертикальную ось налаживался свободно вращающийся горизонтальный круг. Сосуды лепили на круге правой рукой из глиняного жгута, круг вращали левой рукой. С изобретением ножного гончарного круга вращение круга производилось ногами с помощью большого махово-

го колеса, и обе руки мастера могли формовать изделие. Гончарный круг значительно повысил производительность труда. Основная продукция гончаров – глиняная посуда – нашла самое широкое применение в быту.

Большое значение имело производство стекла. Впервые стекло стали получать в Египте, который оставался центром стеклоделия вплоть до нашей эры. Стекло плавили в тиглях; из полученной полупрозрачной массы формовали изделия (в первую очередь украшения, а затем посуду). Особенно распространенным было голубое и бирюзовое стекло, окрашенное медью, а в начале нашей эры стало известно синее стекло, окрашенное кобальтом. В тиглях из-за недостаточно высокой температуры выплавляли непрозрачное стекло. Чтобы улучшить внешний вид изделия, прибегали к красителям. Со II тыс. до н.э. уже была известна техника прессования стекла в открытых формах. Кроме Египта, стеклоделие было известно в Сирии, Финикии, Причерноморье, Китае.

Дальнейшее развитие в странах Древнего Востока получило ткачество, известное со времени неолита. В качестве сырья кроме шерсти в Индии, Египте, Китае стали использовать хлопок; лен получил распространение сначала в Египте, а затем в европейских странах. В III тыс. до н.э. в Китае возникает производство шелковых тканей. Из нововведений, ускоривших процесс ткачества, следует отметить появление в ткацких станках еще несовершенных способов разделения основы на четные и нечетные нити, т.е. образование так называемого зева.

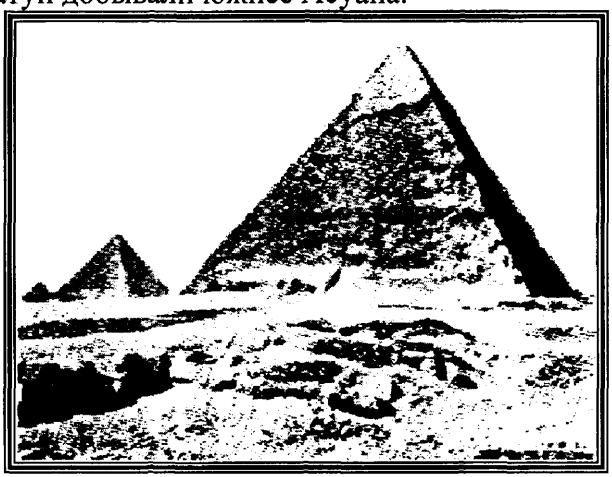
Строительная техника

В III-II тыс. до н.э. в странах Древнего Востока большого расцвета достигло строительное дело. Этому способствовало создание городов и различных культовых сооружений. Огромные по своим масштабам строительные работы могли выполняться только благодаря кооперации труда большого количества людей. Древние строители кроме каменных, использовали медные и бронзовые орудия (пилы, топоры, долота, стамески, сверла, ножи).

В Месопотамии вокруг городов воздвигали мощные оборонительные стены (толщиной 8-12 м). Вавилон был окружен даже тремя рядами стен. В центре города находилась крепость, в которой размещались дворец правителя, храм и административные здания. Жилища жителей располагались вокруг крепости. Большие здания возводили на искусственных насыпях-платформах, защищавших постройки от разлива рек; высота платформ достигала 14 м. Основными строительными материалами были глина, дерево и камень. Из глины изготавливали сначала сырцовый кирпич, а затем и обожженный. Дерево использовали в основном для перекрытий. Связующим материалом при кладке стен служил раствор, приготовленный из жидкой глины, золы и асфальта (горной смолы). Строительный материал и огромные каменные статуи, украшавшие дворцы, по воде доставляли к месту строительства на плотах, а по суше на санях. На рельефе дворца Синахериба в Ниневии изображена перевозка колоссальной каменной статуи: на массивных санях большое число людей тянут груз с помощью канатов, привязанных к саням. Специально выделенные люди подкладывают под сани катки. После протаскивания груза катки подбирали и снова подкладывали под полозья.

Монументальные сооружения – храмы, гробницы царей и знатных вельмож – строились в Древнем Египте. Поражает до сих пор своим искусством и объемом работ строительство пирамид – усыпальниц фараонов, начавшееся в III тыс. до н.э. Настоящие каменные громады были построены во времена фараонов Хуфу, Хафра и Менкаура, которых Геродот именует Хеопсом, Хефреном и Микерином. Пирамида Хуфу достигает в высоту почти 150 м; основание пирамиды представляет квадрат со сторонами, равными 233 м. Геродот приводит следующее предание о строительстве пирамиды Хуфу, по которому царь заставил всех египтян работать на него. Так, одни были обязаны перетаскивать к Нилу огромные глыбы камней из каменоломен в Аравийских горах (через реку камни перевозили на кораблях), а другим было приказано тащить их дальше, до так называемых Ливийских гор. Сто тысяч людей выполняли эту работу непрерывно, сменяясь каждые три месяца.

Пирамиду Хуфу сооружали 20 лет; на ее постройку ушло около 2300 тыс. каменных блоков весом 2-15 т каждый. Известняк для строительства пирамид добывали на Ливийском нагорье; облицовочный известняк поступал с противоположного берега Нила, гранит, из которого делали балки перекрытия склепа, привозили за тысячу километров из района Асуана, диорит для изготовления царских статуй добывали южнее Асуана.



Пирамида в Гизе. На переднем плане пирамида Хуфу (Хеопса). Древний Єгипет

Каменные блоки для строительства пирамид высекали и обрабатывали на месте добычи с помощью деревянных клиньев, тяжелых молотов из твердых горных пород, каменных киркообразных орудий, каменных и медных сверл, медных резцов и пилок. Твердые каменные породы шлифовали кварцевым песком.

По Нилу строительные материалы транспортировали на весельных парусных судах. Погрузку и выгрузку осуществляли по наклонной плоскости с помощью ворота. С места добычи камня к берегу Нила и от Нила к месту постройки каменные блоки тащили на санях или подкатывали с помощью каменных катков-цилиндров или каменных шаров диаметром 12-19 см. Чтобы легче было тащить большие грузы, строили дороги из толстых каменных плит.

На стройке поверхность каменных блоков окончательно обрабатывали специальными резцами. Кладку камня вели на глиняном растворе, иногда в него добавляли известняковый порошок; камень держался в основном собственной тяжестью; чем больше вес каменных блоков, тем прочнее была кладка. Горизонтальность блоков проверяли с помощью ватерпаса, угольника.

Военная техника

Грабеж чужих стран, захват рабов, подавление эксплуатируемых масс внутри страны – все это требовало развития военной техники.

Самым распространенным оружием был простой лук из целого куска твердого дерева; длина его была в пределах от 1,2 до 1,7 м. Известны и составные луки из дерева и кости. Из камня долгое время изготовляли боевые топоры, булавы, наконечники стрел и копий. С развитием цветной металлургии каменную булаву заменила секира с бронзовым лезвием, насаженным на деревянную рукоять, кремневые наконечники стрел и копий сменили медные и бронзовые, вооружение пополнилось колющими и рубящими кинжалами и мечами. Ассирийский воин, кроме того, имел при себе бронзовую кирку на длинной деревянной рукояти; ее применяли при прокладке дорог, устройстве оборонительных сооружений, а при осаде крепостей – для их разрушения.

Защитное вооружение состояло из щитов (разнообразных по форме и размерам), панцирей, шлемов и поножей. Щиты делали из тростника, дерева, кожи. Панцири были кожаными с металлическими пластинками. Шлемы известны и кожаные, и металлические. Для ведения боя использовали двух- и четырехколесные боевые колесницы, запряженные мулами или лошадьми.

При осаде крепостей вели подкопы, а для разрушения ворот и стен применяли тараны, представлявшие собой бревна с заостренным концом. Таран подвешивали к деревянному каркасу, установ-

ленному на четырехколесной повозке; сверху каркас покрывали щитами для защиты находящихся внутри каркаса воинов.

Пути передвижения и транспорт

Развитие торговли внутри стран и между государствами, а также ведение войн требовало прокладки путей передвижения и создания транспорта.

Наряду с естественными путями сообщения для передвижения стали использовать ирригационные каналы. Во время разлива рек дамбы каналов служили единственными путями сообщения между районами. Для переправы через реки строили мосты из стволов деревьев. Имеются сведения о постройке каменного (кирпичного) моста в Вавилоне. Для переправы нередко наводили и своего рода понтонные мосты (на надутые бурдюки настилали деревянный мост). По таким мостам переправлялись пешие воины и даже боевые колесницы.

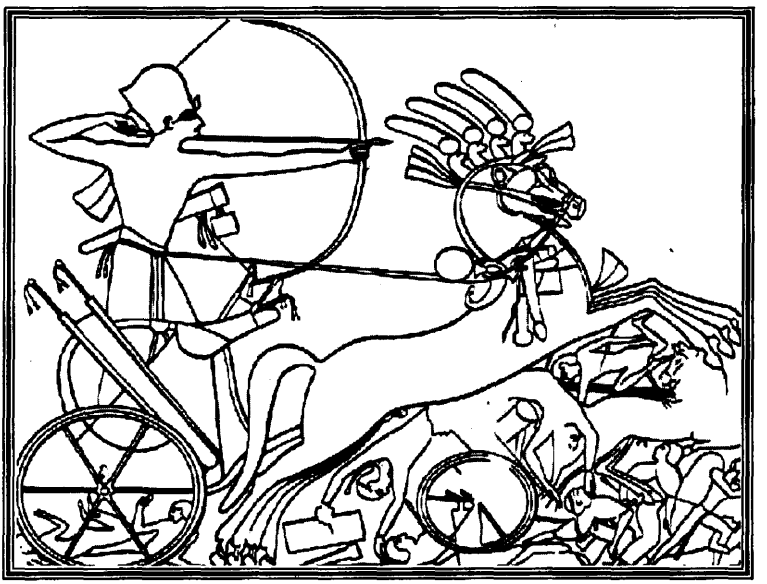
Средством передвижения по рекам и каналам служили лодки из тростника и деревянные суда, на которых перевозили сельскохозяйственные продукты. В Египте суда строили из папируса. Широко практиковалось и каботажное плавание. Суда передвигались при помощи весел и паруса при попутном ветре. Очень большие паруса прямоугольной формы крепили на реях, а опускали и поднимали с помощью канатов.

Военные суда отличались от торговых высокими бортами, защищавшими гребцов во время сражений от вражеских стрел, камней и т.д. Острый нос военного судна служил во время боя тараном. Большие грузы перемещались по воде на специально устроенных плотах, к низу которых привязывали надутые бурдюки.

Развивался и сухопутный транспорт. Повозки на колесах известны были в Индии в середине III тыс. до н.э., в Египте – около 1600 г. до н.э.

Первоначально колеса делали из дерева и наглухо закрепляли на подвижной оси. Во II тыс. до н.э. было изобретено колесо со

ступицей, насаженной на подвижную ось. Известны модели и изображения двухколесных военных колесниц с примитивными дисковыми колесами и четырехколесные повозки для перевозки грузов; в повозки запрягали быков и мулов.



Древняя колесница (II тыс. до н.э.)

8. РЕВОЛЮЦИОННАЯ РОЛЬ ЖЕЛЕЗА В ИСТОРИИ

Способы выплавки железа из руд

Железо как металл стало известно человечеству почти одновременно с медью и обрабатывалось оно так же как и медь, ковкой. Спорадические находки археологами железных предметов (главным образом украшений, очень небольших по размеру) относятся к IV тыс. до н.э. Химический анализ отдельных предметов того времени показывает высокое содержание в них никеля (до 7,5%), что свидетельствует о метеоритном происхождении железа. Так, например, в Египте, в Эль-Герце при раскопках могил додинастического периода были найдены небольшие бусины, сделанные из кованой железной пластинки, свернутой в трубочку. Известны и другие находки.

В Западной Европе при раскопках кургана (Моссель), датированного концом бронзового века, был найден гарпун, изготовленный из метеоритного железа. Другая находка сделана в Восточной Европе (г. Степной, СССР). Она представляет ножевидный наконечник копья.

В настоящее время большинство исследователей сходится на том, что в начале III тыс. до н.э. племена, населявшие горы Армении на Кавказе (хетты, урартийцы, митани), впервые открыли секрет получения железа из руд. Свободное, так называемое самородное железо, в земной коре в отличие от меди встречается крайне редко. Железо входит в состав многих минералов, из которых наиболее широко распространены магнетит, пирит-серный, или железный колчедан, гематит (красный железняк), железный блеск и др. Железо плавится при температуре 1539 °С. Такую температуру, несмотря на усовершенствование воздуходувных устройств, в небольших горнах получить еще не могли. В начале III тыс. до н.э. был открыт сыродутный процесс получения железа, который на протяжении II и I тыс. до н.э. распространяется повсеместно и до XIV в. нашей эры является единственным (за исключением

тигельного способа, не имевшего большого производственного значения) способом производства железа.

При сыродутном процессе железо добывали из широко распространенных и легко доступных залежей бурого железняка, озерных и болотных руд: металл восстанавливался из железной руды при температуре 800-900 °С. Процесс шел в горнах, загружавшихся попеременными слоями предварительно измельченной и обожженной на открытом огне железной руды и древесного угля. С помощью воздуходувных устройств (сопел и мехов, которые сначала были кожаными, а затем деревянными и металлическими) в горн нагнетали сырой, неподогретый воздух, откуда и пошло название всего процесса. В результате восстановления на дне горна образовывался ком мягкого сварного железа – крица весом от 1 до 8 кг. Крица состояла из мягкого (малонауглероженного) металла с пустотами, заполненными затвердевшим шлаком, образовавшимся из пустой породы и золы топлива. Шлак из крицы удаляли неоднократными ударами молота. После ковки железо становилось довольно высокого качества, но производительность первых печей была очень невелика, да и степень извлечения железа из руд не превышала 50%. Со временем производительность печей повысилась вследствие увеличения горнового пространства и усовершенствования воздуходувных устройств. Очень рано были открыты и способы получения более твердого металла – закалка и цементация железных изделий. Все дальнейшие достижения и изобретения в черной металлургии относятся к более позднему времени.

Впервые железные предметы (как дань города Пуршханда) упоминаются в начале II тыс. до н.э. В середине II тыс. до н.э. хеттский царь Хаттушиль пишет египетскому фараону Рамсесу II о посылке в Египет железа. В это же время хетты проникают в Северную Сирию, Палестину и Киликию, доходят до Вавилона в Месопотамии, занимают северные области Египта. Археолог В. Петри при раскопках в Гераре в Палестине обнаружил железные сошники, серпы, мотыги, которые он датировал XI в. до н.э. Однако широко применять железо на Древнем Востоке стали с IX-VIII вв. до н.э. Именно к этому времени относится расцвет Ассирийской

державы, расположенной к северу от Месопотамии. Еще в XIII в. до н.э. железные предметы клали в виде вотивных даров при закладке храмов. Начиная с IX в. до н.э. в ассирийских документах упоминаются железные мотыги, кинжалы, но и в это время железо еще полностью не вытеснило бронзу и камень при изготовлении орудий труда. При раскопках современного Хорсабада во дворце ассирийского царя Саргона II, правившего в VIII в. до н.э., был найден склад железных слитков и орудий (лопаты, лемехи, мотыги). Лишь с VII в. до н.э. железо получает широкое распространение. Из него начинают изготавливать доспехи и вооружение ассирийских воинов (панцири, щиты, шлемы, мечи, копья).

Железная металлургия в Египте восходит к VII-VI вв. до н.э. До этого времени железо употребляли здесь в небольшом количестве, оно ценилось наравне с золотом. Чаще всего это было метеоритное железо, и поэтому долгое время оно в письменных памятниках значится как "небесный металл". При раскопках гробниц близ Медума, относящихся к среднему додинастическому периоду (VI в. до н.э.), было обнаружено ожерелье, в котором железные бусы чередовались с золотыми. В гробнице Тутанхамона (1360-1350 гг. до н.э.) были найдены миниатюрные предметы из железа. Даже в начале I тыс. до н.э. оно было чрезвычайно дорогим металлом, и лишь в VI в. до н.э. железо в Египте становится самым употребительным металлом. К этому времени относится железоплавильная печь, раскопанная В. Петри в Навкратисе, и древнейшие разработки железных руд близ Асуана.

С широким использованием нового металла – железа – в Древней Греции и Риме начинается вторая фаза развития рабовладельческого способа производства в его античной форме (I тыс. до н.э. - IV в. н.э.).

Об использовании железа в Древней Греции мы впервые узнаем из поэм Гомера "Илиада" и "Одиссея". В тексте "Илиады" встречается 23, а в "Одиссее" 25 упоминаний о железе. В поэмах фигурируют кузнецы, золотых дел мастера, кожевники, гончары, плотники. Однако процесс отделения ремесла от земледелия в Древней Греции еще находился в самом начале своего развития. Главными отраслями хозяйства оставались земледелие и скотоводство. Тор-

говля еще не имела большого значения; земля была собственностью общин. Однако процесс имущественного расслоения все время ускорялся. Постоянные войны доставляли рабов. Рабство носило патриархальный, ограниченный характер. В отличие от стран Древнего Востока, где рабов широко использовали в храмовых и дворцовых хозяйствах, при сооружении и эксплуатации ирригационных систем, на строительных работах, рабы в Древней Греции не занимались ни земледелием, ни ремеслами. Их использовали лишь для домашних работ.

В VII-V вв. до н.э. в Греции в результате широкого распространения железа, проникновения его во все области хозяйства начинается период бурного развития производительных сил. Получает распространение регулярная добыча руд железных и цветных металлов. Главными центрами греческой металлургии становятся Самос, Кнос, Коринф, Халкида, Лаконика, Эгина, Лесбос.

Постепенно в Греции формируется рабовладельческий строй. Появляются рабовладельческие города-государства (полисы). К IV в. до н.э. рабство в Греции достигает максимальных размеров. Оно охватывает все основные отрасли производства и становится господствующей формой эксплуатации.

Под влиянием развития производительных сил в Греции, вызванного широким использованием железа в хозяйственной жизни, а также в результате завоеваний Александра Македонского, в странах Восточного Средиземноморья, Западной Азии в период эллинизма строй существовавших там рабовладельческих государств приобретает новые черты. Повсюду наблюдается громадный рост рабства и работорговли; рабов селили на землю небольшими группами, подавляющая часть производимой ими продукции поступала рабовладельцу. Большую роль начинают играть города как торгово-ремесленные центры; в них стали развиваться античная форма рабства и полисное устройство, но при этом сохранялись многие черты деспотических государств и прежде всего верховная собственность царя на землю. В период эллинизма греки основали ряд колоний в Причерноморье, где также возникли полисы.

Ремесло

Только в результате широкого использования железа в производстве ремесло окончательно отделилось от сельского хозяйства. С отделением ремесла от земледелия создаются предпосылки производства непосредственно для обмена.

Основу ремесленного производства в Греции составляли мастерские – эргастерии. Как правило, в таких мастерских работало от 3 до 12 рабов. Во главе мастерской стоял или рабовладелец, или надсмотрщик из рабов. Лишь в IV тыс. до н.э. существовали эргастерии, объединявшие несколько десятков рабов. Разделения труда внутри мастерской не было: как правило, изготовление готового продукта от начала до конца было делом рук одного работника. Однако в гончарных мастерских в VI в. до н.э. наблюдалось разделение труда: формовка, обжиг посуды осуществлялись разными мастерами.

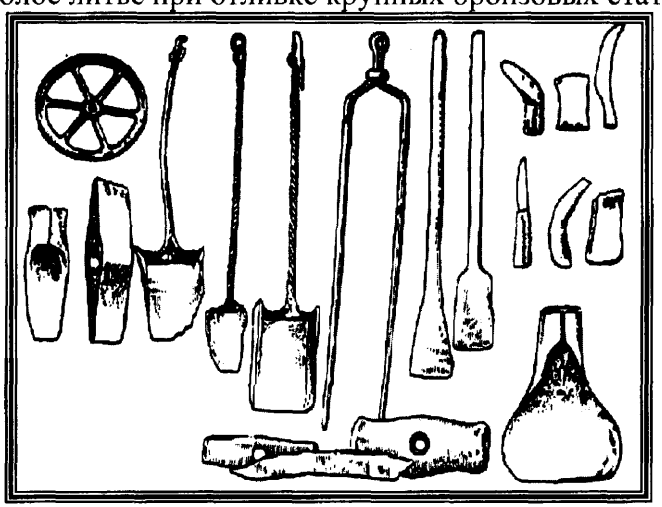
Следствием технической революции, вызванной широким распространением железа, прежде всего явилась дифференциация ремесленного производства и высокий уровень изготовления ремесленного инструмента. Наряду с рабами в ремесленном производстве в Древней Греции и в Риме трудились свободные ремесленники.

Высокого уровня достигло кузнечное ремесло. В кузнецах стоял горн с ручными двойными воздуходувными мехами. Центральное место занимала железная или бронзовая наковальня. Кузнецы пользовались молотами, клещами, топорами, шарнирными щипцами, зубилами, тисками, сверлами. В VIII в. до н.э. кузнец Главк из Хиоса изобрел способ паяния железа, до этого времени использовали клепку.

При обработке меди и бронзы применяли следующие операции: литье, ковку, штамповку, чеканку, гравировку, инкрустацию, паяние, волочение, серебрение и золочение. В первых веках нашей эры в римских мастерских для обработки металлических поверхностей стали использовать наждак. Наряду с известными ранее

цветными металлами и сплавами – медью, золотом и серебром – вошли в употребление латунь и сурьма.

Высокое мастерство было достигнуто в литье бронзы. Известно изображение литейной мастерской на чернофигурной вазе VI в. до н.э. В мастерской находилась плавильная печь со специальной камерой, отделенной от топки; большой глиняный сосуд с металлом помещали в эту камеру для плавки. По восковой модели отливали художественные изделия. В конце VI в. до н.э. впервые применяют полое литье при отливке крупных бронзовых статуй.

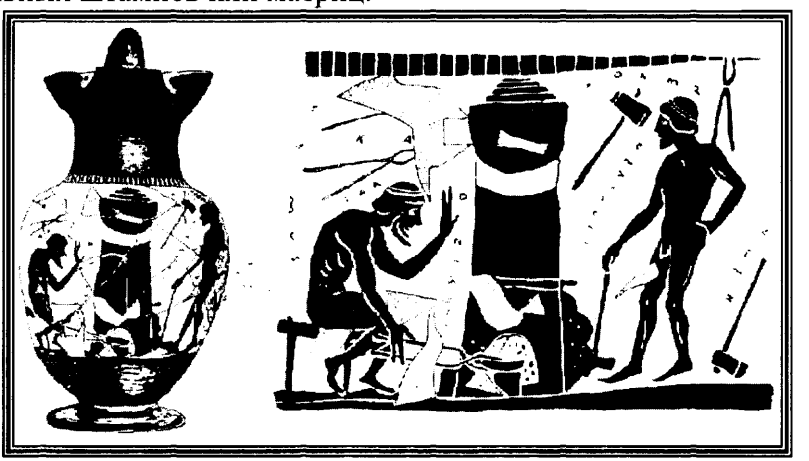


Железные мотыги и другие орудия производства Кипр (I тыс. до н.э.)

Примером высокого уровня ремесленной техники может служить сооружение в III в. до н.э. гигантской статуи бога Солнца на о-ве Родос. Железный каркас статуи был установлен на массивном пьедестале; затем на этот каркас монтировали по частям бронзовый покров статуи. Эта статуя высотой 35 м получила название "Колос родосский" и позднее была причислена к "семи чудесам света".

Большое число ремесленников в Древней Греции и Риме были заняты производством изделий из глины: посуды, ламп, терракотовых статуэток. Всю посуду изготавливали на гончарном круге.

До конца IV в. до н.э. греческая художественная керамика была расписной, но затем широко распространяется рельефная керамика. С конца V в. чрезвычайно разнообразные по форме и назначению керамические вазы покрывали блестящим черным лаком с металлическим оттенком и украшали орнаментом с помощью специальных штампов или матриц.



Изображение кузницы на греческой вазе:
слева – ваза; справа – рисунки на ней кузницы в увеличенном виде
(VI в. до н.э.)

К VI в. до н.э. относится изобретение токарного станка, которое приписывают Феодору Самосскому. На токарном станке обрабатывали не только деревянные изделия, но и литые из бронзы сосуды, зеркала.

Развитие горного дела

В Древней Греции и Риме довольно широко велась добыча полезных ископаемых, так как для строительства городов, дорог, систем водоснабжения, для удовлетворения спроса ремесленного производства требовалось большое количество металла и строительного материала. Условия труда в горном деле были чрезвы-

чайно тяжелыми, поэтому применяли исключительно рабский труд; на отдельных рудниках работало свыше тысячи рабов. Наиболее известны в Греции Лаврийские рудники, в них добывали свинцовый блеск, из которого выплавляли свинец. От эпохи эллинизма до нас дошло описание золотых рудников Нубии. На территории современной Греции, Югославии, Испании имелись хорошо организованные большие рудники, каторжный труд многочисленных рабов обеспечивал Рим железом, медью, серебром и золотом.

При добыче пользовались кайлом, зубилом, ломом, кувалдой, клином. Транспортировали руду на поверхность вручную в корзинах или кожаных мешках, которые служили также для вычерпывания воды. В штольнях выкладывали ступеньки.

Добыча руды (изображение на коринфских табличках VI в. до н.э.)

В VI-V вв. до н.э. руду поднимали в бадьях с помощью ручных воротов. В V в. до н.э. начинается шахтная разработка руды. Отдельные шахты имели глубину 120 м. Вентиляция в шахтах происходила естественным образом, но иногда приходилось устраивать специальные вентиляционные галереи. Горные выработки освещались небольшими глиняными лампами, в которые наливали масло. Светильники устанавливали в специальных нишах.

С широким распространением железных инструментов начинается расцвет греческой архитектуры и строительства. Греческим зод-

чим принадлежит одно из важнейших достижений архитектуры – создание ордера (закономерной системы архитектурных форм): дорического, ионического, коринфского.

Строительная техника

В классический период Древней Греции (V-IV вв. до н.э.), во время возвышения Афин, разрабатываются приемы гармонической соразмерности отдельных частей зданий. Это время расцвета греческого искусства. Создаются такие шедевры мирового искусства, как афинский акрополь Парфенон, храм Бескрылой победы и др. Парфенон был возведен в 447-438 гг. до н.э. архитекторами Иктином и Калликратом под руководством греческого скульптора Фидия. В IV в. до н.э. в Эпидавре был построен театр – один из лучших памятников строительной техники.

Под воздействием греческой культуры римляне переняли ордерную систему. В VI-I вв.до н.э. в строительной технике широко распространяются арочные и сводчатые конструкции, воздвигаются крупные общественные здания. Был построен гигантский амфитеатр Колизей длиной 187,5, шириной 156,7 и высотой до 46,6 м, вмещавший до 90 тыс. человек. Из сооружений, в которых римляне достигли большого искусства, известны огромных размеров стадион на Марсовом поле, дворец Флавиев, арка Тита с двумя триумфальными рельефами. Из памятников нельзя не упомянуть знаменитый маяк (известный как один из "семи чудес света"), сооруженный из белого мрамора в 283 г. до н.э. на о-ве Фарос у входа в Александрийскую гавань. Фаросский маяк представлял собой трехэтажную башню высотой 120 м. Она служила не только маяком, но и защищала от вторжения вражеских кораблей вход в порт; внутри башни размещался большой гарнизон. Нижняя часть башни, построенная из известняка, имела квадратное сечение с длиной сторон 30,5 м; второй этаж представлял собой восьмигранник; в верхнем этаже цилиндрической формы горел огонь маяка. По винтообразной рампе горючее для маяка поднимали на

ослах. В нижней части башни находился огромный резервуар с запасом питьевой воды.

В строительстве Древней Греции и Рима широко использовали глину, из которой изготовляли сырцовые обожженные кирпичи. Для изготовления сырцового кирпича глину очищали от твердых вкраплений и перемешивали с мелкими соломенными высевками; из этой массы весной или осенью (когда обеспечивалось более равномерное высыхание) формовали кирпич. Затем его выдерживали в течение 2 лет и лишь по истечении этого срока использовали в строительстве. Наружные стены зданий выкладывали в один кирпич, внутренние перегородки – в полкирпича. Кроме глины в строительстве применяли: известняк, мрамор разнообразных цветов, песчаник и материалы вулканического происхождения. Гранит и порфир шли на изготовление целых колонн и облицовочных плит для стен и полов.

Руины Парфенона

Вяжущим веществом служила известь трехлетнего возраста (одна часть известкового теста и три части песка). Деревянные, глиняные и каменные стены штукатурили. В одном из своих сочи-

нений Витрувий упоминает об использовании в штукатурных растворах гипса. Об этом же сообщает и Плиний. Штукатурный раствор, наносившийся на поверхность несколькими слоями, после высыхания приобретал высокую прочность. Непросохший покрывочный слой штукатурки красили; затем кистью наносили лаковую пленку из белого плавленного воска, растворенного в масле. Это обеспечивало долговечность окраски штукатурки.

В окна вставляли стекла (при раскопках Помпеи были обнаружены небольшие оконные стекла размером 4х5 см) и слюду (о чем упоминает Плиний). Стекло использовали также для изготовления красочной мозаики. Чтобы проверить пригонку камней и их уровень, строители пользовались циркулем, ватерпасом, отвесом, линейкой, угольником. С V в. до н.э. были известны механизмы для подъема тяжестей (блоки, вороты, полиспасты).

В Древней Греции и в Древнем Риме существовали большие централизованные системы водоснабжения. Вода подавалась в города самотеком по каналам, по специальным керамическим трубам в колодцы, из которых ее поднимали с помощью ворота. При пересечении долин и оврагов каналы прокладывали по специальным мостам – акведукам. Некоторые акведуки сохранились до наших дней и являются образцами древнего инженерного искусства; при сооружении использовалась арочная конструкция. Вода по трубам поступала к дворцам и домам богатых граждан, а также к баням, бассейнам, фонтанам.

Никогда ранее строительство дорог и мостов не достигало такого расцвета, как во времена Римской империи. Были построены 372 большие дороги, часть которых соединяла Рим с его провинциями. Дороги строили, как правило, из гравия, булыжного и тесаного камня, скрепленного известковым раствором; толщина дорожного покрытия достигала 1 м. Знаменитая дорога Аппия была вымощена из каменных восьмиугольников, что придало ей особую прочность.

Земледелие

Земледелие в греческих полисах, а позднее в Римской республике и Римской империи достигло более высокого уровня развития, чем в странах Древнего Востока. Один из римских авторов Колумелла перечисляет более 50 греческих писателей, труды которых были посвящены вопросам сельского хозяйства. Земледелие в античном мире играло решающую роль. В Греции оно оставалось главным занятием большинства жителей; кроме рабского труда в нем использовали труд свободных земледельцев. В отличие от Римской империи, для которой характерны крупные поместья – латифундии, в Греции преобладали хозяйства мелких и средних земледельцев.

В начальный период античного рабовладения труд, особенно земледельческий, не считался позорным. Так Гесиод, живший в VIII в. до н.э., в своей поэме "Труды и дни", устанавливая календарь сельскохозяйственных работ, перечисляет тех, кто трудится на полях; свободные греки, рабы и батраки.

В трактате Катона Старшего "О сельском хозяйстве" (II в. до н.э.) большое место занимают рассуждения о рациональном использовании рабочей силы. Рабы не должны сидеть без дела; в дождливую погоду, когда они не могли работать в поле, Катон предлагал заставлять рабов очищать семена, мыть бочки, возить навоз на поля и т.д. Даже в дни сельских праздников, когда запрещалась работа в поле, Катон советовал заставлять рабов работать на дорожном строительстве. Рост эксплуатации рабского труда привел к известному подъему сельского хозяйства. Но затем в сельском хозяйстве вновь начинается кризис.

Земледелие было пашенным, применяли чаще двухпольную систему. На пахоте широко использовали тягловую силу волов, реже мулов. Большое внимание уделяли удобрению почвы (навоз, зеленый пар, перепахивание травы, сжигание соломы на полях). Знаменитый греческий ботаник Феофраст сообщает, что греки культивировали пшеницу, ячмень, полбу, сезан, горох, чечевицу,

бобы, выращивали оливу, виноград, инжир, айву, гранаты. Наибольшее внимание уделялось виноградству. В III-II вв. до н.э. существовало плантационное земледелие по выращивание оливок и хороших сортов винограда. В районах с поливным земледелием широко использовали всевозможные водоподъемные машины, в том числе и водоотливное приспособление, известное под названием "Архимедов винт". Для пахоты земли применяли примитивный плуг, который только рыхлил землю, но не переворачивал ее. Плуг был изготовлен из одного куска дерева или из нескольких частей. С широким распространением железа начинается распространение плуга с железным лемехом. В Греции настоящий плуг, который переворачивал пласты земли, известен в V в. до н.э. О нем сообщает Ксенофонт в сочинении "Экономика". Об усовершенствовании плуга в Италии упоминает Плинтий Старший. У него мы находим описание плуга с колесами, резцом и отвальными досками. Плуг стал устойчивее и позволял регулировать глубину вспашки. Зерно мололи на очень тяжелых мельницах. Виноград давили ногами (собирая сок в специально приготовленные цистерны), затем отжимали винтовым прессом.

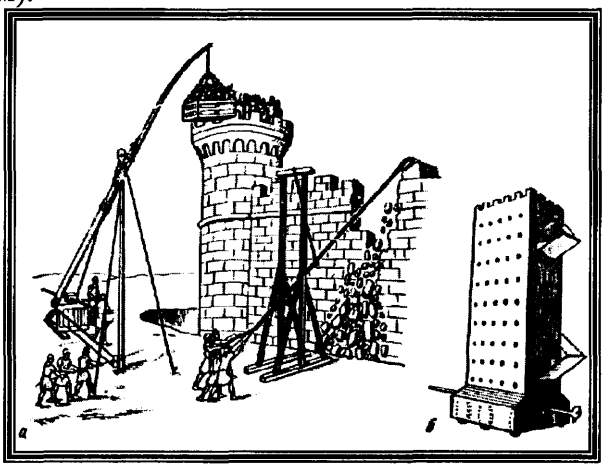
Изменения в военной технике

Способ производства рабовладельческих обществ в Греции и Рима базировался на широком использовании рабского труда; основным средством добывания рабов была война. Технические средства ведения войны находились в руках свободного народного ополчения или свободных наемников; рабы в армию не допускались. Государство было особенно заинтересовано в развитии военной техники, да и сами воины стремились к совершенствованию оружия. Все это явилось причиной того, что военная техника в период античности развивалась более быстрыми темпами, чем орудия и и средства труда. В первую очередь высокого уровня развития достигла осадная техника. Согласно сообщению Диодора сиракузкий тиран Дионисий (IV в. до н.э.) призвал лучших строи-

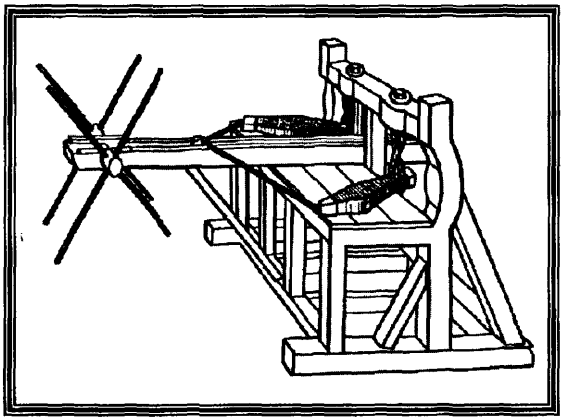
телей для создания первых метательных машин. В борьбе Афин с Сиракузами уже использовали катапульту и полинтон.

Предшественником катапульты был гастрофет – усовершенствованный металлический лук. Специальный желобок в луке служил для направления полета стрелы, а приспособление, состоящее из ползуна и спускового крючка, – для натяжения тетивы. Катапульта метала стрелы со стальными наконечниками. Источником энергии в ней служило натяжение тетив, изготовленных из сухожилий животных. Вес стрелы составлял до 1,5 кг, длина – от 44 до 185 см; предельная дальность полета стрелы равнялась 300-400 м. Для метания больших каменных ядер служили баллисты, для камней меньшего размера – полинтоны.

Первобытная праща служила прообразом для изобретения механической пращи типа онагра. Эта тяжелая метательная машина была установлена на колеса. Она также была снабжена жгутом тетивы, в который вставлялся рычаг с пращой для ядра. С помощью ворота тетива натягивалась, рычаг с ядром оттягивался и закреплялся засовом. При отдаче засова тетива выбрасывала ядро с огромной силой (ядра летели по высокой траектории на расстояние до 300 м).



Военные машины (Древняя Греция и Рим):
а – таран; б – гелеопола



Военная машина – онагр (Древняя Греция)

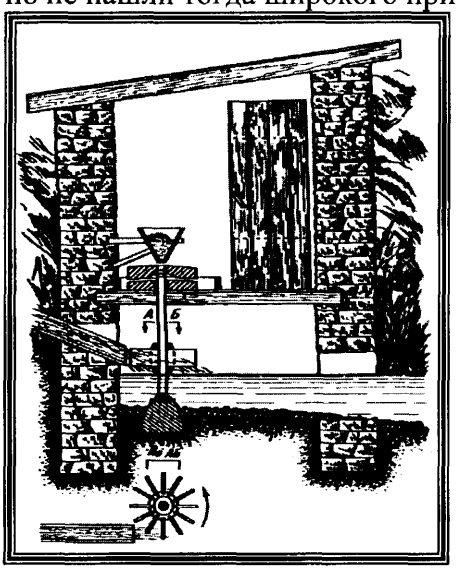
Из осадных орудий были распространены тараны, вороны, огромные подвижные башни (гелеополы). Башни высотой до 50 м сооружали в несколько этажей.

В многочисленных войнах, которые вели греки и римляне с целью завоевания территории и добычи рабов, основной военной силой был флот. В Афинском государстве в V в. до н.э. насчитывалось около 300 кораблей. Строили боевые корабли с оббитыми медью носами, предназначены для ведения морского боя, и транспортные суда для перевозок войск. Наиболее распространенным типом военного греческого корабля была трехпалубная триера. Это быстроходное длинное судно обладало хорошей маневренностью. На корабле располагалось до 170 гребцов. Численность остального экипажа, включая десантных солдат, доходила до 200 человек. В IV в. до н.э. на смену триерам пришли большие четырех- и пятипалубные корабли; на них возводились боевые башни с метательными машинами, однако в бою практическое значение попрежнему имели небольшие боевые транспортные корабли. У берегов Сицилии обнаружены остатки двух финикийских боевых кораблей, затонувших, как предполагают, в период Пунической войны, в 260-250 гг. до н.э. Длина этих кораблей достигала 40 м, ширина 4,5 м.

Условия возникновения элементов новой техники

Рабовладельческий способ производства как на первой фазе своего развития (рабовладельческие государства Древнего Востока), так и на второй (страны античного мира) базировался на использовании ручных орудий труда, основной двигательной силой была физическая сила людей и животных. Лишь в военном деле и в строительстве делались технические изобретения.

Такие изобретения, как водочерпальные колеса и водяные мельницы, хотя и относятся к периоду рабовладельческого способа производства, но не нашли тогда широкого применения.



Водяная мельница (I в.)

На протяжении II в. н.э. Римская империя, ведя тяжелые войны, часто терпела поражения, в самой империи учащались восстания рабов. Начавшийся кризис рабовладельческого общества в значительной степени был обусловлен этими событиями. Античный город – оплот рабовладельцев – переставал быть основной опорой империи, общественные городские земли переходили в частные руки.

Как на Западе, так и на Востоке шел процесс разорения мелких землевладельцев и усиливался рост латифундий. Владельцы крупных платифундий скупали земли обедневших соседей или забирали их земли за долги, а владельцев этих земель превращали в колонов. Такой колон не пользовался защитой закона и его положение ничем не отличалось от положения вольноотпущенника, клиента или раба, посаженных на землю. Различия между ними постепенно стирались. Они обрабатывали небольшой участок земли инвентарем, полученным от крупного землевладельца, и во всем зависели от него.

Армия пополнялась за счет мелких землевладельцев, ограничивая их права по отношению к колонам. Но колоны, также как и рабы, были лишены средств производства и незаинтересованы в труде. Поэтому исключалась возможность применения более совершенных орудий труда. Несмотря на достижения в области агрономических наук, ни рабы, ни колоны не использовали их в сельском хозяйстве. Все это привело к тому, что на определенном этапе развития рабовладельческого способа производства существовавшие производственные отношения стали тормозом для дальнейшего развития производительных сил. Производительность труда падала, земли пустели.

Признаки кризиса Римской империи – последний оплот рабовладельческого строя – появляются с конца II в. - в III в. н.э. В 395 г. Римская империя разделяется на Западную и Восточную. Восточная империя (Византия) превратилась в феодальное государство. В Западной Римской империи еще долгое время бушевали войны, народные восстания. В 410 г. Рим был взят войсками вестготского вождя Алариха. Мировое значение Рима было утрачено, столица империи была перенесена в Равенну. Последний римский император был свергнут в 476 году – это дата окончательного падения Римской империи.

Таким образом, восстания рабов и неимущих слоев населения, набеги соседних с Римской империей племен окончательно подорвали ее мощь. Падение Западной Римской империи – это гибель и рабовладельческого строя, рабовладельческого способа производства.

9. ПОТРЕБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЗНАНИЯ

Накопление эмпирических знаний о природе и их использование

С начала производственной деятельности, т.е. с момента изготовления первых орудий труда, люди стихийно использовали отдельные законы и явления природы, не зная их сущности и причины. Производители материальных благ основывались на своем эмпирическом опыте и на наблюдениях за окружающей их средой.

В ходе производственной деятельности накапливались знания о свойствах минералов. Раньше всего для изготовления орудий были освоены свойства кремня: его способность хорошо раскалываться и при расколе давать острые режущие края были описаны выше. Долгое время человек предпочитал кремень другим породам камня. Но с накоплением опыта в процесс производства вовлекались все новые и новые породы камня.

Эмпирическим путем человек подошел и к использованию металлов сначала самородного происхождения, а затем научился и выплавлять их из руд, не имея представления о тех химических процессах, которые происходили при этом.

Были освоены процессы превращения и других веществ, например, еще ранее, чем стали известны металлы, были обнаружены замечательные свойства глины, используемые для производства керамических изделий, открыты способы получения стекла.

В глубокую древность уходят и корни биологических знаний: из большого разнообразия животного мира объектом охоты людей становились лишь определенные животные о чем свидетельствуют останки костей животных, находимых на стойбищах – в местах поселения древнейших людей, и наскальные изображения животных. Изображения эти очень точны, динамичны, что позволяет говорить об определенных анатомических познаниях людей. Знание поведения животных привело в дальнейшем к одомашниванию их: люди научились отбирать необходимые им особи.

Таким образом, истоки знания восходят к практической деятельности ранних человеческих обществ.

Знания, накопленные в раннеклассовых обществах Древнего Востока, также носили прикладной характер. Эти знания были необходимы земледельцам, строителям; они способствовали развитию обмена, а затем и торговли. Накопленные знания Древнего Востока оказали впоследствии воздействие на развитие науки в античной Греции и Риме; грекам удалось поднять культуру на небывалую высоту.

На второй фазе развития рабовладельческого строя с отделением умственного труда от физического наукой стали заниматься ради нее самой, начали зарождаться элементы естествознания. В рабовладельческом обществе естествознание еще не выделилось в самостоятельную отрасль знания. Оно входило в единую философскую науку, которая включала всю совокупность знаний. Лишь в александрийский период естественные науки начинают обособляться от философии.

Одним из наиболее значительных достижений в странах Древнего Востока является изобретение письма. Письмо возникло в раннеклассовом обществе в связи с усложнением хозяйственной жизни и необходимости передавать информацию, вести учет. В Египте письмо возникло в конце IV тыс. до н.э., шумерские надписи, открытые при раскопках древнейших городов Джемдет, Насара и Урука, датируются III тыс. до н.э. Записи делали на папирусах и черепках в Египте, на глиняных плитках в Западной Азии, на бамбуковых палках в Юго-Восточной Азии.

Письмо возникло из условных обозначений. По характеру передачи информации выделяют 4 основных типа письма: идеографический, словесно-слоговой (логографический-силлобический), собственно силлобический и буквенно-звуковой (алфавитный). Идеографическое письмо условно; один и тот же знак может означать несколько понятий в любой грамматической форме. Знаки словесно-слогового письма долгое время сохраняли форму рисунков-иероглифов. Слово "плакать", например, изображалось соеди-

нение двух рисунков – глаз и вода. Для убыстрения письма вместо того, чтоб нарисовать весь предмет, стали изображать лишь наиболее характерную часть, превращая ее в линейную схему. Схематизация знаков постепенно привела к выработке системы клинописи. В I тыс. до н.э. клинопись приобрела простую фонетическую форму, превратившись в один из древнейших известных нам алфавитов. Родоначальником этого письма явилось древнесимитское (финикийское). В алфавитных системах письма отдельный знак (буква) передает, как правило, один звук. Это система письма в VIII в. до н.э. была воспринята в Греции, а затем и в Италии.

Развитие отдельных отраслей знания (математика, астрономия, механика)

С развитием обмена появилась необходимость в числовых обозначения. Сначала были естественные эталоны счета: пальцев 5, глаз 2. Затем возникали и искусственные эталоны счета – палочки.

Потребности в измерении площади земли, в расчетах при обмене и торговле, необходимость в расчетах в строительном деле привели в странах Древнего Востока к возникновению математики. Иными словами, практика заставила решать определенные математические задачи. Древнейшие математические тексты, дошедшие до нас, восходят к началу II тыс. до н.э. Их записывали на папирусе (Египет) или на глиняных дощечках (вавилонские клинописные тексты).

Египтяне применяли десятичную систему исчисления: они знали дроби, уравнения первой степени и неполное квадратное уравнение. Способ применения четырех простых арифметических действий египетской математики был несложен. Математика была нужна для решения простейших арифметических, алгебраических и геометрических задач. О задачках геометрии говорит умение египтян определять поверхности прямоугольника, треугольника и круга; в своих расчетах они использовали отношение длины окружности к диаметру, равное 3,16, близкое к 3,14. Египтяне умели

вычислять уравнения с одним неизвестным. Первоначально математика не была расчленена на арифметику, алгебру, геометрию. Затем стали решать задачи, которые принимали более абстрактный характер; постепенно были выработаны приемы геометрических и арифметико-алгебраических преобразований.

В Месопотамии пользовались системами счисления, в основе которых лежит числа 5, 6, 10 и их производные – 30 и 60. Первые пять чисел, соответствующие пяти пальцам одной руки, имели свое название. Последующие числа с 6 до 9 составляли, соединяя число 5 и соответствующее добавочное число (например, число 6 изображали как 5+1, число 7 как 2+5 и т.д.). Шумеры пользовались и шестидесятиричной системой счисления. Потом появляются зачатки десятичной системы, о чем говорит появление клинообразного знака для нуля. В Вавилоне впервые была разработана линейная алгебра и методы решений квадратных уравнений. Вавилоняне умели производить математические операции и преобразовывать дроби. В подобных задачах видны первые зачатки алгебры. В области геометрии вавилоняне проводили геометрические расчеты, связанные с вычерчиванием планов земельных угодий (таких планов земельных угодий, разделенных на прямоугольники, трапеции и треугольники, сохранилось немало), планов различных строений.

Математика как особая наука начинает складываться лишь в Древней Греции в VI-V вв. до н.э. Это уже наука, основанная на строгих логических доказательствах; она преобразуется в абстрактную дедуктивную науку. К этому времени относится построение математических теорий.

В "Началах" Евклида (III в. до н.э.) подведен итог основным математическим теориям того времени: "Такие достижения греческой математики, как теория делимости чисел, теория иррациональных величин и классификация квадратичных иррациональностей; исследования задач, неразрешимых с помощью циркуля и линейки, парадоксы бесконечного и "метод исчерпывания", интегральные и дифференциальные методы Архимеда, теория кониче-

ских сечений Аполлония, аксиоматический метод, сферическая геометрия Менелая, тригонометрия хорд Птолемея и алгебра Диофанта, определили дальнейшее развитие математики в течение многих веков".

Архимед (около 287 – 212 гг. до н.э.)

Не менее древней науки, чем математика, считается астрономия. Астрономические явления были для первобытных народов частью окружающей их среды – видимые движения звезд издавна использовали для ориентировки в пространстве и во времени. Люди не могли не заметить, что в разные времена года положение звезд неодинаково. Наблюдение за небесными телами положило начало астрономических знаний. Наблюдая за луной и звездами, древние астрономы улавливали в их движении определенную закономерность, по звездам определяли периоды весенних разливов Нила, а в связи с этим и сроки земледельческих работ. Египтяне научились отличать планеты от звезд. На сводах храмов и гробниц они изображали карты звездного мира. Вавилонские жрецы не только отличали планеты от звезд, но и объединяли определенные группы звезд в созвездия, получившие название, например, Близ-

нецы, Рак, Скорпион, Лев, Весы. Жрецы отмечали положение Солнца на небесной сфере и регистрировали солнечные и лунные затмения, что позволило в дальнейшем предсказывать их наступление.

Первоначально египтяне делили день на 4 части и лишь впоследствии возникла современная система счета (часы, минуты, секунды). Время определяли с помощью солнечных часов.

С возникновением ирригационного земледелия потребовалось ввести счет более длинных промежутков времени. Нил и Евфрат разливались в определенное время года, от разлива рек зависели сельскохозяйственные работы. Наблюдения за разливами рек и за движением небесных светил позволили создать первые календарные системы. Лунный календарь был равен 12 лунным месяцам: лунный месяц попеременно содержал 30 или 29 суток, что составляло 354 дня в году. В основе построения солнечного календаря лежит шестиричная система счисления. Смена четырех времен года определяла солнечный год продолжительностью 365 дней. Основными календарными единицами счета времени были сутки, месяц и год: месяц имел 30 дней, к концу года добавляли 5 дополнительных дней, что давало 365 дней в году.

В Греции возникли первые астрономические теории; были созданы первые модели солнечной системы. Фалес (VII-VI вв. до н.э.) считал землю плоским диском, плавающим на воде, Пифагор (VI в. до н.э.) высказывал мнение о шаровидности Земли. В IV в. до н.э. Аристотель создал систему строения мира, в центре которого находилась Земля. Его геоцентрическая система мира, в которой нашли выражение идеалистические и метафизические воззрения, господствовала на протяжении более полутора тысяч лет. Аристарх (середина III в. до н.э.) считал, что в центре Вселенной находится Солнце, вокруг которого движутся Земля и другие планеты. Гелиоцентрическая система Аристарха в то время не получила широкого распространения.

Александрийские ученые (III в. до н.э.) систематически наблюдали за движением небесных светил. Эратосфен с помощью ас-

трономических наблюдений определил размер земного шара. Гиппарх (II в. до н.э.) составил звездный каталог, в котором было указано положение около 1000 ярких звезд.

К античному миру восходит термин "механика". Однако уже в ранних рабовладельческих государствах Древнего Востока с изобретением колеса, с использованием наклонной плоскости, а еще ранее – клина и рычага вырабатываются такие абстрактные понятия, как сила, сопротивление, перемещение, скорость. Тяжести поднимали с помощью наклонной плоскости. В Египте при сооружении пирамид, где требовалось перемещать и поднимать огромные глыбы камня, применяли рычаг, который египтяне издавна использовали для подачи вверх воды. В античных рабовладельческих государствах, помимо клина и рычага, в строительных работах стали использовать блок и винт.

Принципиально новым для античной механики является появление теорий: учение о движении – кинематика, учение о равновесии – статика. Статика возникла в связи с запросами техники и была выделена в особую теоретическую дисциплину. К античной эпохе восходит зарождение двух направлений в статике: кинематического и геометрического. Первое направление возникло в результате использования рычага, наклонной плоскости, а второе – в связи с расчетом архитектурных конструкций и поднятием центра тяжести.

Основателем геометрического направления статики был Архимед (III в. до н.э.). Из сочинений Архимеда по механике до нас дошли трактаты в двух книгах – "О равновесии плоских фигур" (или "О центрах тяжести плоских фигур") и "О плавающих телах". В первом трактате ученый изложил теорию равновесия рычага, дал математическую формулировку закона рычага, во втором он дал основы гидростатики. Наряду с теоретическими исследованиями в области физики и математики Архимед много занимался вопросами прикладной механики. В этой области ему принадлежат интересные изобретения, которые были использованы при обороне Сиракуз во время осады его римлянами.

Применение приборов

С древнейших времен почти во всех областях деятельности человек использовал специальные приспособления для наблюдений, измерений, взвешивания и счета. По мере развития общества эти приборы изменялись и совершенствовались.

Строительство городов, создание архитектурных ансамблей, возникновение и развитие ирригационных систем, сооружение мостов, землемерные и горные работы, расцвет торговли и мореплавания, характеризующие развитие сформировавшихся в условиях рабовладельческого общества устойчивых государств, были немыслимы без мер длины и объема, а также взвешивающих, нивелирующих, угломерных и определяющих время приборов.

Совершенствование наблюдений позволяло уточнять и устанавливать новые закономерности. Знание же законов природы, в свою очередь, влияло на создание новых приборов, конструктивная форма которых определялась этими законами. Таким образом, изучение развития точных приборов с древнейших времен дает возможность выявить и проследить самую тесную связь естествознания и техники, постоянное их взаимовлияние.

Точные приборы и инструменты, используемые в древности по их назначению, можно условно подразделить на пять основных групп: 1) приборы и инструменты, используемые в торговле, строительстве и архитектуре; 2) приборы для измерения времени; 3) приборы для измерения Земли; 4) приборы для наблюдения неба и 5) приборы для научных экспериментов.

К приборам первой группы относятся используемые в торговле бытовые приборы: приспособления для определения длин – образцы мер и приспособления для взвешивания – весы.

Весы – наиболее древний измерительный прибор. Простейшие весы в виде равноплечего рычага изображены на египетских, вавилонских (III-II тыс. до н.э.) и более поздних греческих памятниках. Совершенствование конструкции весов впоследствии дало возможность использовать их не только в торговле, но и в научных исследованиях и в промышленности. Так Аристотель, напри-

мер, в IV в. до н.э. разработал теорию неравноплечих весов с передвижной гирей. Весы этого типа, названные позднее безменом, нашли широкое применение в Римской империи и были усовершенствованы арабоязычными учеными средневекового Востока.

В торговле же и в землемерии начали применять примитивные устройства для облегчения вычислений – уже в Древней Греции и Риме для арифметических вычислений существовала счетная доска – абак, а в Китае и других странах Дальнего Востока – суан-пан, аналог абака, прототип используемых и в настоящее время счетов.

К приборам первой группы можно отнести также и применяемые в архитектуре и графике чертежные инструменты – циркули (известные уже вавилонянам) и линейки с делениями, конструкции которых также на протяжении веков претерпели значительные изменения.

Ко второй группе приборов относятся часы. Они делятся на два принципиально различных вида. В часах первого вида определение времени зависит от астрономических явлений – это солнечные часы, основанные на измерении длины или направления тени, отбрасываемой закрепленным на поверхности стержнем, и часы звездные, основанные на определении времени по положению околополярных звезд. В часах второго вида измерение времени не зависит от астрономических явлений и прибор просто отмечает прохождение произвольно зафиксированных периодов. К этому виду относятся часы, основанные на измерении изменяющихся объемов наполняющего вещества – наиболее древние водяные часы, часы песочные, ртутные и масляные (часы-канделябры), а также механические часы.

Водяные часы – клепсидры, по-видимому, также были заимствованы египтянами и греками из Вавилона, где они были известны уже в начале II тыс. до н.э. Водяные часы египтян, вавилонян и греков основаны на принципе вытекания: промежутки времени измерялись количеством воды, вытекавшей из отверстия в сосуде. У китайцев, индусов и других народов Азии встречались также часы, основанные на принципе наполнения: пустой полушаровой

сосуд с небольшим отверстием определенного диаметра плавал в большем сосуде и постепенно наполнялся водой.

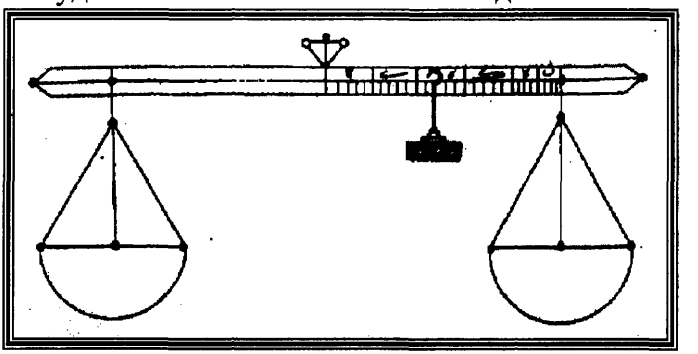
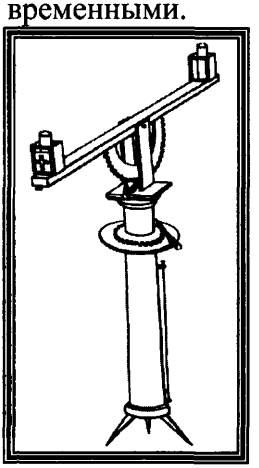


Схема устройства «весов Архимеда»
(из арабского сочинения ал-Хазини «Книга о весах мудрости», XII в.н.э.)

Часы использовали для определения времени в быту и в науке, в частности в астрономии. Бытовые часы конструктивно отличались от астрономических и, как это ни странно, были сложнее их. Греки и римляне продолжительность светлой части каждого дня делили на 12 частей, и поэтому продолжительность часа в течение одного дня в разные дни года была различна – зимой, например, час был короче, чем летом. Греки называли такие неравные часы истинными, а римляне – временными.



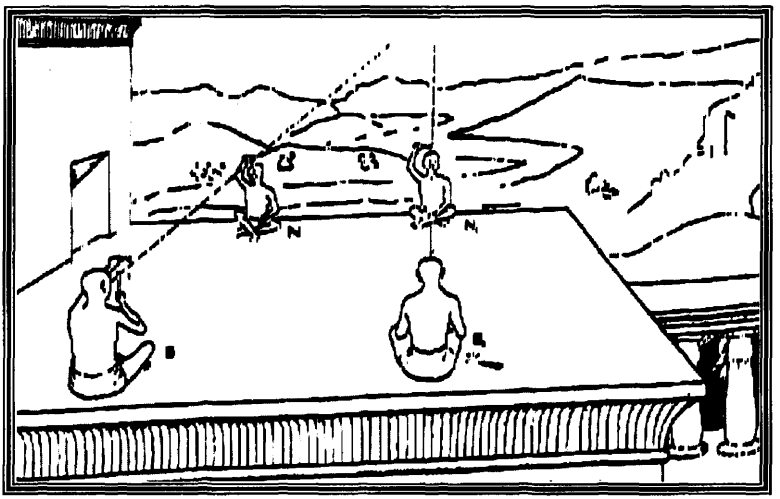
Нивелир Герона Александрийского (I в. н. э)

Для нивелирования сначала использовали уровни с одним отвесом, известны также нивелирующие инструменты с двумя отвесами (например, хоробат Витрувия), а также водяные нивелиры – наполненные водой желоба с подвешенными с двух сторон отвесами.

Четвертая группа, самая многочисленная, приборы для наблюдения неба. С их помощью измеряли величины, характеризующие движение и положение небесных тел в пространстве. Это наиболее точные приборы древности, они воплощали в себе достижения астрономической науки и высокое инструментальное мастерство. Принципиальные схемы астрономических приборов были заимствованы из самой природы. В древности, наблюдая за Солнцем, люди обратили внимание на движение и изменение длины тени, отбрасываемой вертикально расположенными предметами. Наблюдения в течение дня и года позволили установить в этих изменениях определенные закономерности. Таким образом, шест, установленный вертикально на горизонтальной площадке, можно считать первым созданным человеком астрономическим прибором, позволившим в дальнейшем определять высоту Солнца над горизонтом, направление меридиана, наступление равноденствий и солнцестояний, отсчитывать время. Из природы же была заимствована схема угломерных астрономических инструментов. Наблюдатели, считавшие себя неподвижными, воспринимали движения небесных тел и всего небесного свода как абсолютные движения, которые можно было воспроизвести с помощью механических моделей.

Приборы пятой группы – для научных экспериментов, в рассматриваемый период находились в зачаточном состоянии, так как ученые, не свободные от рабовладельческой идеологии, считали основным методом познания логические построения и недооценивали роль опытов, в основе которых лежал физический труд, унижавший, по их мнению, достоинство свободного человека и предназначенный для рабов. Известны лишь отдельные сопровождав-

шиеся опытами работы Архимеда, Евклида, Эратосфена, Герона, Птолемея.



Проведение астрономических наблюдений с помощью «меркета»

ТЕХНИКА ПЕРИОДА РАЗВИТОГО РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

10. УКЛАД ТЕХНИКИ ФЕОДАЛИЗМА

"Карликовые" инструменты ремесленника и крестьянина

Хозяйство феодала-крепостника, будучи преимущественно натуральным, в то же время характеризовалось весьма отсталой сельскохозяйственной техникой, так как на ранних ступенях развития феодальной системы феодал довольствовался тем, что производило его хозяйство для внутреннего потребления. А это простое воспроизводство не стимулировало прогресса сельскохозяйственных орудий.

Те орудия, при помощи которых крестьяне и ремесленники раннего феодализма обрабатывали почву, собирали урожай и изготовляли орудия производства, были крайне просты, ибо весьма прост был и сам труд. Примитивная агротехника (переложная система земледелия, с подсекой в лесной полосе) зиждилась на использовании сохи с железным лемехом, серпа, косы и лопаты. До появления мельниц зерно мололи вручную на каменных жерновах. Будучи по своей природе натуральным, крестьянское хозяйство воспроизводило и предметы труда. Однако незначительные ресурсы крестьянского хозяйства, его изолированность отнюдь не стимулировали прогресса в домашнем ремесле. Техника изготовления кос, серпов, ножей, посуды, одежды и многого другого была рутинной. В то же время нельзя не отметить, что многие орудия труда крестьянина и ремесленника уже тогда получили ту наиболее рациональную форму, которая затем просуществовала без изменения в течение столетий. В этом сказалась многовековая предыдущая практика, вынуждавшая придавать рациональную форму весьма ограниченному набору инструментов. Большинство орудий этого периода были деревянными, а это не способствовало росту производительности труда.

Несмотря на медленное развитие техники, сопровождавшееся многообразной и жестокой классовой борьбой, которую вели народные массы против феодалов-угнетателей, феодальная эпоха оставил нам замечательные памятники народного творчества, величественные строительные сооружения готической архитектуры. К X-XV вв. относится строительство подъемных мостов, плотин, мельниц, создание всевозможных машин, метательных орудий, крупных кораблей. Новый строй вызывал к жизни более сложную и совершенную технику.

Расширение естественнонаучных и технических знаний

В Европе появлялись трактаты по медицине, географии, переведенные с греческого. Проводились наблюдения за звездами, планетами; не прекращались занятия математикой, механикой. Однако переводные трактаты, которые имели хождение, например, в странах Западной Европы, были настолько отвлеченны, что ничего не могли дать практике. Подчинение науки церкви приобретало разнообразные формы. Труды такого выдающегося мыслителя древности, как Аристотель, допускались в качестве учебных пособий во всех западноевропейских странах. Этому в значительной мере способствовало то, что Аристотель говорил в своих произведениях о первотолчке, т.е. попросту говоря, о божественной силе. Именно в силу того, что церковь так "благожелательно" отнеслась к философским взглядам Аристотеля, выдержки из его трудов можно встретить в многочисленных сборниках средневековья, в трудах богословов. Теории Аристотеля стали своего рода иллюстративным материалом к Библии.

Религия подавляла всякое свободомыслие, все попытки объяснить ход явлений, свойства предметов иначе, чем в Библии. И даже "семь свободных искусств" призваны были лишь возвеличить славу церкви и ее служителей. Арифметику допускали в стены училищ постольку, поскольку она должна была раскрывать в мис-

тическом истолковании тайны чисел. Астрономия была нужна церкви для составления церковных календарей.

Науками в средние века в Европе занимались преимущественно монахи, служители культа. В 1150 г. в монастыре в Дизибоденберге настоятельницей была написана "Физика" из четырех книг, содержавшая первые ростки немецкой ботаники и зоологии. Во время крестовых походов Италия непосредственно столкнулась с культурой Ислама. В результате из Византии и непосредственно с Востока в Европу стали проникать научные идеи и воззрения. Труды арабских ученых переводили на латинский язык. Латынью пользовались при написании документов, составлении отчетов, писем и научной литературы, в этот период она была как бы общеевропейским "научным" языком. Однако применение латыни способствовало тому, что на долгие годы эта литература сделалась достоянием лишь привилегированной вехушки феодального общества.

Роджер Бэкон (ок. 1214 – ок. 1292 гг.)

Одновременно Европа обогатилась естественнонаучными знаниями (в области алхимии и оптики), проводниками которых были

Альберт Великий и Роджер Бэкон, Вителло (из Польши). Альберт Великий (настоящее имя Альберт фон Больштедт, XIII в.), являясь ярым поборником натурфилософии Аристотеля, оставил литературное наследство, насчитывающее 21 том, три из них посвящены науке. Он пересказал "Физику", "Астрономию" и трактат о минералах Аристотеля. Многое из того, что говорил Альберт Великий, было совершенно новым в Европе. Он утверждал, что Млечный Путь является скоплением звезд, что кометы не влияют на судьбы людей, что существование людей на противоположной (обратной) стороне земли – реальность.

Крупнейший ученый XIII столетия Роджер Бэкон в своих сочинениях уделил место не только описательному естествознанию, но и химии, физике и многим других областям науки. Англичанин Бэкон в своей естественной истории пользовался произведениями Аристотеля, Евклида, Птолемея, Плиния, Ибн Сины, аль-Фараби и многих других.

Особое внимание уделял Бэкон математике, считая ее основой понимания всех прочих наук. Он особенно отмечал роль экспериментов в познании. Одновременно Бэкон занимался астрономией и химией, описывая взрывчатые смеси, близкие по составу к пороху. Его идеи по поводу географии известного тогда мира сыграли свою роль в организации великих путешествий нового времени. Ученый задумал и энциклопедию наук, подготовительными частями к которой были "Большой труд", "Меньший труд", "Третий труд". Бэкону принадлежали идеи создания кораблей и экипажей, которые без употребления мускульной силы человека могли бы двигаться с громадной скоростью.

Как видим, научные знания в европейских странах в эпоху феодализма развивались в сложных и в общем неблагоприятных социально-экономических условиях. В то же время на Востоке народы Средней Азии и арабы сделали много важных естественнонаучных открытий и наблюдений. Некоторые из них, ставшие известными в феодальной Европе, были упомянуты выше.

Ибн Сина (Авиценна) (980 – 1037 гг.)

Крупнейшим ученым был Ибн Сина – философ и врач, представитель восточного аристотелизма. Главные философские труды ученого - "Книга исцеления", "Книга указаний и наставлений", "Книга знания". Им написаны комментарии к сочинениям Аристотеля (в 20 томах). Сочинение Ибн Сины "Канон медицины" – медицинская энциклопедия в 5 частях, переиздавался на латинском языке 30 раз и много веков служил руководством для медиков в европейских и восточных странах.

Большой вклад в науку – математику, астрономию, ботанику и др. внес Абу Рейхан ал-Бируни. Он является автором трактата "Ключ к астрономии", "Книга о нахождении хорд в круге", "Канон Масуда" и других.

В геометрии и тригонометрии было сделано ряд важных открытий (аль-Баттани, IX-X вв.; Абу-л-Вафа, X в. и др.); из представителей медицины наиболее известен Абу Бакр Мухаммед ар-Рази (IX-X вв.) из Багдада, знаменитый хирург своего времени.

На Востоке было сделано немало изобретений, повлиявших на дальнейшее развитие науки и техники, торговли и ведение войн не только восточных государств, но и стран Европы.

К числу крупнейших изобретений относится дымный, или черный порох – взрывчатая смесь, состоящая из калиевой селитры, серы и древесного угля. До сих пор место и время появления дымного пороха не установлены. Считают, что приближающаяся к этому составу зажигательная смесь появилась в Китае в начале нашей эры (по другим данным – в VIII-IX вв.). К 1232 г. относится первое упоминание о применении дымного пороха в Китае для заряда ракет, получивших название "китайских стрел". В XIII в. порох стал известен в Европе, а с XIV в. его уже производили в Германии. Специальные зажигательные смеси были известны и арабам. В VII в. византийцы применяли так называемый греческий огонь, в состав которого входила сера, горная смола, селитра, нефть и льняное масло. Нефть греки вывозили из Керчи, Тамани, причем долгое время Византия, пытаясь не допустить европейцев к запасам нефти, накладывала запрет на посещение Тмутараканского княжества.

Иоганн Гутенберг (р. 1394-99 гг. – ум. 1468 г.)

Одним из крупнейших изобретений человечества была бумага, изготовлявшаяся из специально подготовленной и высушенной

массы растительных волокон, куда добавляли клеевые вещества и красители. Родиной бумаги считают Китай (II в.). Путь ее в Европу был сложным и долгим. Предполагают, что из Китая не позднее VII в. н.э. она попала в Индию. В VIII в. бумага была известна в Самарканде. Из Самарканда бумагу завезли в арабские страны, откуда она попала в Испанию и через нее в другие европейские государства. Другой путь в Европу, как предполагают, лежал через территорию Египта или Пакистана в Италию.

Первые опыты книгопечатания относятся к 1014-1048 гг. (Би Шэн, Китай). В Европе книгопечатание было введено в 40-х годах XV в. в Германии Иоганном Гутенбергом, после чего оно получило широчайшее распространение.

Расцвет Александрийской школы в первых веках нашей эры сменился упадком и застоем, продолжавшимся в Европе почти целое тысячелетие. Фундаментальные исследования античных ученых или утрачивались, или, в лучшем случае, только комментировались.

Арабы, завоевавшие в VII-IX вв. богатейшую часть мира от Инда до Пиренеев, восприняли многое от древней культуры покоренных народов, переводя на арабский язык лучшие труды мыслителей древности. Но арабоязычные ученые не только возродили достижения греческой науки, но и обогатили ее своими оригинальными исследованиями. Относится это и к точным приборам, которые использовались на Востоке. Так же как и приборы древности, их можно подразделить на пять основных групп. Конструкции одних инструментов были заимствованы от предшественников без изменений, в другие, в процессе пользования ими, вносились усовершенствования, конструкции третьих были оригинальны.

Впервые в истории физики и минералогии был создан прибор для определения удельных весов, сконструированный в XI в. ал-Бируни и описанный им в трактате "Удельные веса". Это специальный сосуд для определения объема воды, вытесненного погруженным в нее образцом. При изготовлении этого прибора Бируни старался достигнуть максимально возможной точности. "И не пе-

реставал я изготовлять один прибор за другим, – писал он, – и в последующем я устранял то, что мешало мне в первом, пока не изготовил сосуд... (в котором – автор) подъем воды заметен и при опускании того, что по объему равно зерну проса".

Абу-Рейхан ал-Беруни (973 – 1048 гг.)

Так же как и в древности, одной из наиболее развитых естественных наук в странах средневекового Востока была астрономия. Составление календаря, фиксирующего наступление религиозных праздников и постов, необходимость знать время суток для проведения ежедневных многочисленных молитв, определять направление стран света и географические координаты пунктов земной поверхности требовали проведения астрономических наблюдений. Астрономические наблюдения проводили и при постройке мечети, для определения направления на Мекку, и для астрологических предсказаний. Поэтому самыми точными и разнообразными инструментами были инструменты для наблюдения неба.

Почти все астрономы и математики Ближнего и Среднего Востока и Северной Африки: Ибн Курра и ал-Фергани (IX в.), ал-

Ходженди, ас-Сагани и ас-Суфи (X в.), ас-Сиджизи и ал-Бируни (X-XI вв.) ал-Хазини (XII в.), Насир-ад-Дин-ат-Туси и ал-Маракуши (XIII в.), ал-Каши (XV в.) и многие другие – были авторами трудов, посвященных астрономическим инструментам. В некоторых из этих трудов описывались их собственные конструкции, в других проводились описания разнообразных инструментов одного определенного вида, в третьих содержались обобщающие обзоры всех основных астрономических инструментов.

Изучение инструментов, описанных Бируни в его трудах, дает возможность классифицировать основные астрономические инструменты по конструктивных особенностям, разбив их на шесть групп: 1) солнечные, 2) визирные, 3) визирно-моделирующие, 4) моделирующие, 5) механические и 6) для отсчета времени, основанные на измерении изменяющихся объемов наполняющего вещества. Добавление к этим шести группам седьмой – неизвестных еще Бируни магнитных инструментов – дает классификацию, в рамки которой укладываются все астрономические инструменты, используемые астрономами Ближнего и Среднего Востока, Северной Африки и Европы в средние века до середины XVII в., когда довольно широко стал применяться телескоп.

Известны два типа солнечных инструментов.

1. Теневые, или гномонные, инструменты основаны на измерении в определенный момент величины и направления изменяющейся в течение дня тени, отбрасываемой на шкалу освещаемым Солнцем выступам или прямолинейным стержней – гномоном. На Среднем Востоке использовали солнечные часы разнообразных конструкций. Разнообразие это значительно возросло в средневековой Европе, где большую популярность приобрела наука о свойстве теней – гномоника.

2. Лучевые солнечные инструменты основаны на измерении по шкале, нанесенной на вогнутой или выпуклой поверхности, в определенный момент положения (изменяющегося со временем) солнечного блика, образуемого лучами, проходящими через специальное отверстие. Их использовали для определения высоты

Солнца над горизонтом. К этому типу инструментов относится Фахриев секстант, созданных в X в. Абу Махмуд Хамид Ходженди, которого Бируни называл "исключительным явлением своей эпохи в деле изготовления астролябий и других инструментов". Фахриев секстант явился прототипом самого крупного в мире знаменитого секстанта Улугбека радиусом 40 м, созданного в Самаркандской обсерватории в XV в. Многочисленные наблюдения астрономов школы Улугбека-ал-Каши, ар-Руми, Али Кушчи и других, выполненные с помощью гигантского секстанта и других инструментов обсерватории, дали возможность подготовить новые астрономические таблицы ("Зидж Гурагони", включающие каталог 1018 звезд), пользовавшиеся большой популярностью на Востоке и на Западе.

Визирные инструменты подразделялись, так же как и солнечные инструменты, на два типа: круговые и линейные. У круговых инструментов указатель алидады с диоптрами перемещался по круговой шкале (деления нанесены на дуге окружности, ее половине или четвертой части). Круговые, или, как их называли, кольцевые инструменты, а также квадранты устанавливались неподвижно, указатель алидады с диоптрами для визирования светила, вращающегося вокруг центра кольца передвигался по градусной шкале и показывал высоту светила.

У линейных инструментов линейка с диоптрами или ее указатель перемещался по линейной укале (деления нанесены на прямой). К этим инструментам можно отнести трикветр, или параллактический инструмент Птолемея, а также сконструированный и описанный Бируни "трехшестовой" инструмент, предназначавшийся для определения широты места по заходящим звездам.

Визирно-моделирующие инструменты не только имеют алидады с диоптрами для визирования небесных тел, но и моделируют расположение небесной сферы. К этим инструментам относятся используемые еще с древности армиллярные сферы, в которых несколько концентрически установленных колец, изображающих различные круги небесной сферы, расположены в плоскостях со-

ответствующих кругов и имеют возможность вращаться (кроме внешнего кольца, закрепленного на подставке неподвижно) вокруг общего центра из-за разных диаметров колец; инструменты с графически методами вычисления – преобразованием сферических координат точек небесной сферы с помощью номограмм, нанесенных на инструменте. Инструменты этого типа были особенно широко распространены в странах Среднего Востока и позднее – в средневековой Европе. Это различные астролябии и квадранты (угломерные квадранты, синус-квадранты, тангенс-квадранты, квадранты со скрытым синусом и др.).

Следующая группа – моделирующие приборы, также двух типов. Первый тип – демонстрационные приборы (небесные глобусы), просто вращающиеся вокруг своей оси и известные с глубокой древности (глобусы Гиппарха, Птолемея).

Механический календарь Бируни представляет особенно большой интерес, так как эту конструкцию можно рассматривать как непосредственную предшественницу механических часов.

Шестая группа – приборы для отсчета времени, основанные на измерении изменяющихся объемов наполняющего вещества. О водяных часах – клепсидрах, применявшихся в древности, уже говорилось. Использовали их и на средневековом Востоке. Кроме того, в арабоязычных странах примерно с VIII в. начали применять часы песочные, которым некоторые ученые (например, Бируни) отдавали предпочтение. Использовались там также (например, в обсерватории в Мараге) масляные часы, позволявшие определять промежутки времени по выгоранию определенных объемов масла. Приборы этой группы с появлением механических часов были постепенно вытеснены из употребления, кроме песочных часов, которые еще долгое время использовались моряками ("склянки") и даже используются в наши дни в медицинской практике.

11. ЦЕХОВОЕ РЕМЕСЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Особенности ремесленного производства

К XI в. в некоторых странах Западной Европы наблюдались значительные социальные сдвиги, которые свидетельствовали о том, что феодальный строй переходил в фазу своего полного развития. Шел процесс ликвидации феодальной раздробленности, создавались города, возникали общегосударственные рынки, налаживались экономические связи между отдельными районами. Ремесленники стали больше работать на заказ и на рынок, феодалы стремились получать деньги вместо натурального продукта. В период крестовых походов (1096-1261 гг.) в Европу проникло много технических достижений: технология изготовления красок, бумаги и др. Это позволило организовать новые производства. Потребности практики способствовали развитию технической мысли.

Первые цехи возникли еще в X в., но их не поддерживали феодалы, поэтому они быстро распадались. В XI в. в городах развивается связанное с торговлей и наукой городское ремесло, "а вместе с ним развиваются цехи, гильдии, союзы ремесленников, короче, промышленные и в то же время политические корпорации". Однако короли и крупные феодалы старались ограничить их деятельность.

Объединившиеся в цехи ремесленники добивались права самостоятельно решать свои внутренние дела. Однако городские власти оставляли за собой общий надзор за характером и размером ремесленного производства. Когда ремесленники стремились выйти из-под подчинения феодалов, они подвергались преследованиям.

Возникший новый технологический способ производства в виде цехового ремесла вполне соответствовал господству земельной формы собственности и определяемым ею феодальным производственным отношениям периода развитого феодализма. Цеховая форма производства играла прогрессивную роль в общественном развитии. Она укрепляла экономическое и правовое положение ремесленников, создавала условия для совершенствования средств производства, накапливала производственный опыт, способствовала развитию общественного разделения труда.

Города – центры ремесла

Дальнейший прогресс в области естествознания и техники теснейшим образом связан с развитием городов. В Европе они возникли в первую очередь в Италии, где было широко развито ремесло.

Исключительно важным для дальнейшего развития ремесла оказалось появление купца – скупщика товаров. Если раньше сам ремесленник не только изготовлял орудия труда и украшения, но и продавал их, то теперь, теряя связь непосредственно с рынком, он полностью посвящал себя ремеслу.

В основе развития разнообразных ремесел города лежит потребность сельского хозяйства, крестьянства в орудиях труда. Достижения сельского хозяйства требовали лучшего качества и большего количества орудий труда. Развитие феодального общества обусловило неизбежную более четкую специализацию сельского хозяйство и ремесла. Это был взаимный процесс: растущий город нуждался в сырье и продуктах, поступающих из сельской местности, которая поглощала во все большем масштабе то, что давал город.

Образование в X в. в Европе ранних цеховых организаций ремесленников имело большое значение в экономической и хозяйственной жизни феодального общества. Цехи располагались в городах, их производство было полностью отделено от сельского хозяйства. Они представляли собой замкнутую корпорацию ремесленников одной специальности: суконщиков, кожевников, золотых дел мастеров и т.д. Каждая ремесленная мастерская состояла из хозяина-мастера, его помощников-подмастерий и учеников. Обычно все они жили в одном доме. Хозяин-мастер работал вместе с помощниками и учениками в нижнем этаже своего жилого дома. Как правило, каждый работник имел собственный инструмент. По уставу цеха, помощник нанимался к мастеру поденно, понедельно или на год. Ученик же находился под опекой хозяина и был на его содержании. Мастера, имевшие мастерские, объединялись в цехи.

Каждый вновь поступивший в цех мастер должен был выдержать экзамен, в совершенстве владеть ремеслом и уметь изготовлять предмет производства нужного качества. Обучение ремеслу было долгим, и каждый ремесленник весьма продолжительное время был учеником, а затем подмастерьем. При таких условиях мастера достигали высокой квалификации. По уставам цехов предусматривалась возможность перехода подмастерья в мастера. Члены цеха сами решали свои внутренние вопросы, оказывали друг другу взаимную помощь. Цех сообща принимал на себя расходы по лечению больных, похоронам и т.д. Для управления цехом его члены выбирали себе патронов из числа самостоятельных хозяев. Существовала круговая порука: каждый мастер ручался за другого, а патроны – за мастеров в том, что продукция всех входящих в цех мастеров будет высокой по качеству и может быть сдана заказчику без ущерба для репутации всего цеха. Изготовленную продукцию выставляли для всеобщего обозрения.

Сырье и другие товары, относящиеся к ремеслу, цехи покупали сообща оптом, а затем делили их между мастерами. Внутри ремесленной мастерской существовало разделение труда по сложности работы. Наиболее простая работа поручалась ученику, более сложная – подмастерью (в свою очередь, подмастерья делились на младших, товарищей и старших) и, наконец, работа на самом высоком уровне выполнялась мастером.

В раннем средневековье в странах Западной и Восточной Европы (Русь) техническая мысль развивалась во многом одинаково. В городах Запада и Востока применяли одни и те же механические приспособления, вызванные к жизни сходными потребностями производства.

Этому раннему периоду развития техники свойственно использование в механизмах колеса, шарнира, ползуна, клина, употреблявшихся в ручной технике. Широкое распространение получают коромысловые механизмы, повозки, подъемные механизмы, в которых использовались блоки и вороты. Каменное строительство требовало сооружения при крепостных зданиях подъемных мос-

тов, перебрасывавшихся через оборонительные рвы и быстро убиравшихся. Здесь применяли системы блоков и воротов.

Повсеместно были распространены мощные пружинные токарные станки с ножным приводом. Об этом свидетельствуют находки обломков деревянных колес большого диаметра (более 400 мм). Использовали различные сверлильные станки. Совершенствовались широко распространенные в то время ткацкие станки, что способствовало улучшению тканей и повышению рыночного спроса на них. Ремесленники изготовляли многочисленные предметы домашнего обихода и утварь, механизмы и приспособления, среди которых видное место занимали механические замки, капканы, ловушки и другие устройства.

Новые города, созданные в бурное военное время, сразу же окружали крепостными деревянными или каменными стенами. Однако с ростом населения города площадь, окруженная стенами, становилась недостаточной для развития города, и он "выплескивался" в предместья-посады, населенные ремесленниками. Со временем старое ядро города становилось лишь местопребыванием феодала, знати, администрации. Как правило, население средневекового города редко насчитывало 3-5 тыс. человек. К концу XV в. наметилась определенная тенденция технического прогресса. Возникла необходимость в коренном изменении энергетической базы производства. Человек уже был не в состоянии только своей мускульной энергией обслуживать орудия труда и механизмы. На очередь была поставлена задача использования энергии воды и ветра.

Водяные и ветряные двигатели – основа энергетики

Водяные и ветряные двигатели представляли механизмы, использовавшие силы природы и являвшиеся источником энергии, сообщаемой рабочему органу или устройству (жернова, ковочные молоты и т.д.).

Водяные мельницы появились за много веков до нашей эры в Китае, Индии. В 536 г. в Риме была изобретена судовая мельница,

в которой вращение водяного колеса передавалось посредством зубчатых колес к жерновам. Первые водяные мельницы, правда, в незначительном числе, появляются в Западной Европе в VI-X вв. Основой их примитивного устройства были верхнебойные колеса большого диаметра.

Техническая революция характеризуется широким распространением водяных и ветряных мельниц, а также механических часов. В X-XIII вв. в мельницах были применены устройства, позволяющие изменять направление вращения водяных колес в зависимости от уровня воды. Улучшились конструкции жерновов мукомольных мельниц. Поскольку первые мельницы в основном были мукомольными, то усовершенствования коснулись и этой части: для более мелкого помола стали употреблять вращающиеся совместно с пестом специальные ящики, для сбора размолотого зерна - мукосейки, снабженными ситами.

Ветряные мельницы появились в конце X-начале XI в. во Франции и Англии, а затем в Голландии, в которой с тех времен они становятся неотъемлемой частью ландшафта. Многие усовершенствования к ветряным мельницам были сделаны именно в Голландии. Так здесь появляются своеобразные тормозные устройства, при помощи которых можно было очень быстро остановить вращающиеся жернова. По тем временам это приспособление было технически сложным и представляло собой механический привод, включавший в себя несколько пар зубчатых колес и тормозное устройство.

Водяное колесо с конца XI в. использовали, кроме того, для приведения в действие водоподъемных устройств и бурильных установок, а также в текстильном производстве. Тяжелые молоты, приводимые в действие водяным колесом, давили на загруженное в яму сукно (сукновальные и валяльные мельницы). В конце XII в. в Нюрнберге были широко распространены шерстобойни, в которых для трепания шерсти все металлические инструменты приводились в движение водяным колесом.

С середины XIV в. водяные мельницы начинают распространяться в металлообрабатывающем производстве. К 1351 г. отно-

сится изобретение первого вододействующего стана для изготовления железной проволоки (Германия), положившего начало использованию энергии воды в проволочно-волочильном производстве. Изобретение заключалось в передаче энергии воды посредством гидравлического колеса на рычажно-клещевой механизм волочильного устройства через систему массивных кулаков, насаженных на деревянном валу.

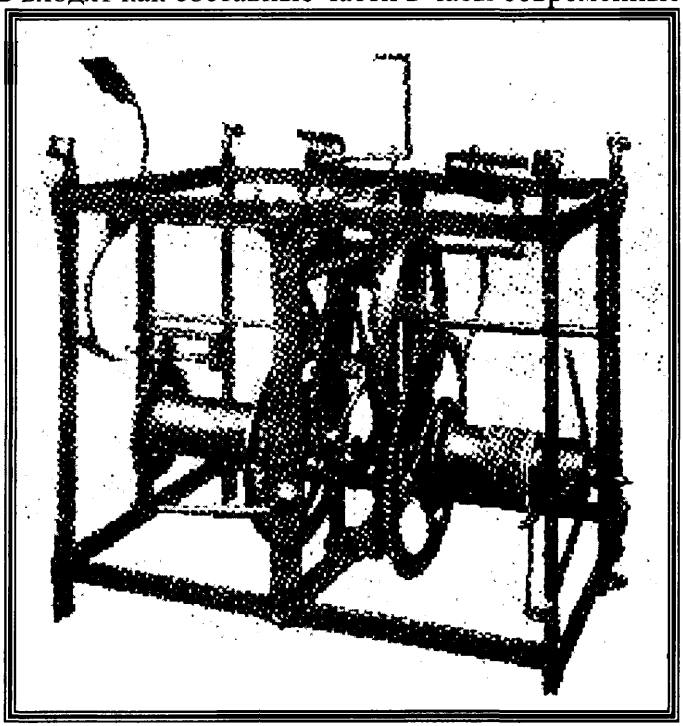
Водяные мельницы употреблялись также при изготовлении бумаги, для размола сырья, в производстве пороха – для толчения и во многих других отраслях. Гидравлическое колесо оказало на развитие техники мощное революционизирующее воздействие.

Таким образом, применение водяного колеса позволило создать механизмы, передающие движение от двигателя к рабочему инструменту: механический рычажный молот, толчейное устройство, где вращательное движение преобразовывалось в прерывно-поступательное; пороховые мельницы с кулачковым валом (преобразование непрерывного вращательного движения в возвратно-поступательное); сверлильные и расточные станки и другие устройства. В этот же период появляются зубчатые передачи между вращающимися осями, в том числе пересекающимися между собой, что позволяло передавать движение рабочему механизму.

Часы – первый автомат для практических целей

Часы – одно из наиболее интересных изобретений средних веков, обеспечивающих длительное непрерывное равномерное движение (вращение) частей механизма. Их созданию предшествовали успехи техники, Механики, математики, астрономии. Службы времени в нашем понимании тогда не существовало; и в обыденной жизни, в быту идеальная точность во времени не была необходимостью, как сейчас. Время до появления часов отсчитывали весьма приблизительно. Одной из первых, кто настоятельно нуждался в исчислении времени, была церковь, ибо ей необходимо было отправлять службы в определенное время. Производство часов было сложно, и поэтому оно находилось всецело в руках

мастеров конкретной профессии. Часы в своем развитии прошли долгий путь непрерывных совершенствований. Изменились их габариты и устройство механизма. Однако созданные в XVI столетии механические шпиндельные часы имели почти все узлы, которые теперь входят как составные части в часы современные.



Механизм часов Дуврского замка (1348 г.)

Часы изготовляли разнообразных конструкций, размеров и широко применяли для установки на башнях соборов, ратушей и других городских зданий, а также использовали в качестве хронометров личного пользования (карманные часы). Последние требовали особо точной обработки и сочленения мелких многочисленных деталей механизма часов.

Горное дело и металлургия

Добычей руд цветных металлов и железа занимались и в предшествующий период, однако разработки были незначительны. Количество руды, которое они сначала давали, было достаточно для снабжения металлом местных ремесленников. С расширением металлургического производства приходилось идти в глубь недр, т.е. переходить к шахтному способу добычи руды.

Как отрасль производства горное дело в странах Европы появилось в первую очередь в Чехии и Силезии. В XI в. известны рудники в Греции, Гарце (в Германии) и Мансфильде (Англия). В XII столетии уже существовали сложившиеся способы проходки и крепления шахт и штолен. Горное дело превращается в особую область ремесленного производства, появилась профессия ремесленников-горняков, возникли города – центры горного производства. В этих городах ремесленное население занималось в основном добычей полезных ископаемых, изготовлением орудий труда, оружия, ювелирных и других изделий.

Горняки средневековой Европы внесли серьезный вклад в разработку и усовершенствование многих технических приемов и способов ведения разведки и добычи полезных ископаемых. Так было предложено бурение горных пород (правда, с помощью обычного ручного ворота). Для рудничного подъема и водоотлива начали применять механизмы с конным приводом.

В металлургии особую роль играло получение железа, широкое использование которого в раннефеодальный период имело решающее значение для совершенствование орудий труда. Основной способ изготовления железа был прежний – сыродутный процесс. Железо получали в сыродутных горнах, принцип действия которых в основном тождествен для большинства ремесленных районов Западной и Восточной Европы. В глиняный горн, иногда обложенный камнем, закладывали железную руду и древесный уголь и мехами нагнетали воздух. В результате восстановления руды получали железную крицу весом до 6-8 кг.

Ремесленник-кузнец (1600 г.)

Горны имели полусферическую форму, напоминавшую широкою чашу, опрокинутую основанием вверх. Общая высота горна 0,5 м, высота рабочего пространства 0,35 м, дно овальное или круглое диаметром 0,8 м. Наверху сделано круглое отверстие (диаметром 0,5 м) для загрузки угля и руды и выхода газов. Получаемую в горне пористую крицу железа затем проковывали. Она служила материалом для изготовления орудий труда и оружия. Со временем для повышения производительности сыродутных горнов увеличили их высоту. В результате он превратился в домницу с более сильным дутьем, которое достигалось с помощью механических устройств.

Превращение сыродутного горна в домницу привело к изменению самого процесса получения железа. Наряду с железом в таких удлиненных горнах стал образовываться и жидкий металл, сильно науглероженный продукт – чугун. Так около середины XIV в. в Западной Европе появились первые прототипы доменных печей. В XV в. доменные печи были известны и применялись в Италии, Нидерландах, во французских и немецких землях.

Таким образом, рассматриваемый период развития средневековой металлургии характеризуется переходом от сыродутного к более прогрессивному доменному производству железа, получением нового замечательного материала – чугуна. Этот период в истории железа имеет огромное принципиальное значение, так как с появлением чугуна открылись возможности дальнейшего развития металлургии на основе более прогрессивного, так называемого двухстадийного процесса передела чугуна в железо.

ТЕХНИКА ПЕРИОДА МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

12. УКЛАД ТЕХНИКИ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Техника мануфактуры

Во многих странах в отдельных отраслях производства возникли мануфактуры. Их создавали крупные феодалы и короли. Организация таких мануфактур вызывались двумя обстоятельствами: во-первых, стремлением наладить собственное производство различных предметов в больших масштабах, и, во-вторых, производственной необходимостью, требующей для изготовления данной продукции кооперации ремесленников нескольких специальностей. В отдельных случаях мануфактуры возникали также в результате борьбы феодалов и королей с цехами и городами.

В мануфактурах ремесленники одной специальности изготовляли полуфабрикаты для других. В таких производствах не было ремесленников-специалистов, умеющих изготавливать весь предмет целиком, а потому не существовало цехов или гильдий, производящих данную продукцию. Мануфактуры были распространены в производстве шелка, зеркал и др. Только в мануфактурах стали получать железо при двухстадийном процессе, так как каждая стадия этого процесса требовала особых специалистов.

Первые мануфактуры (мануфактурные шелка) возникали в Византии, но в XII в. она утратила монополию на изготовление шелка. Сицилийский король Роже завоевал города, в которых находились византийские шелковые мануфактуры и вывез в Сицилию ткачей шелка. В 1130-1148 гг. он основал шелковые мануфактуры в Палермо, откуда они распространились по всей Италии, а затем – во Франции, Испании, Швейцарии и других европейских странах. В конце XII в. в Италии было сделано много изобретений, улучшивших различные операции по изготовлению шелка. Испания и

Сицилия – первые европейские страны, в которых возникли бумажные мануфактуры.

Большое развитие в Западной Европе получили суконные мануфактуры. Особую роль в производстве и торговле сукнами на международном рынке играла Англия. Суконные мануфактуры занимали важное место в английской экономике в средние века. Разведение тонкорунных овец, издавна распространенное в Англии, обеспечивало суконное производства высококачественным сырьем. Грубые сукна, изготовлявшиеся на английских мануфактурах, поставляли во Фландрию и Италию для отделки в крупных мастерских. Высокосортное сукно находило большой спрос в странах Европы, и это побуждало многих английских предпринимателей заводить валяльные мельницы, устраивать большие мастерские, вводить технические новшества, это же вело к растущему спросу на рабочие руки.

В XII в. во Франции организуются мануфактуры по изготовлению зеркал; в Англии и Германии возникает мануфактурное производство столовых ножей; в XIV в. почти во всех странах Западной Европы создаются мануфактуры холодного оружия; в XV в. – каретные мануфактуры, затем появляются мануфактуры золотых и серебряных изделий, фаянсовые, по изготовлению ковров, чулочно-вязальные и др. Мануфактуры были не только в Западной, но и в Восточной Европе, а также в странах Азии и Ближнего Востока.

С конца XIV – начала XV в. повсеместное распространение получили мануфактуры металлургические, металлообрабатывающие, в том числе проволочные, и ряд других. Все они характеризуются общим признаком – объединением в одном предприятии ремесленников разных специальностей.

С технической стороны мануфактурному производству было свойственно: широкое применение водяных и ветряных двигателей; развитие механических передач, базой которым служило часовое дело; дифференциация, специализация и усовершенствование простых ремесленных инструментов; создание механических систем, дающих выигрыш в силе или скорости.

Мастерская по обработке металла

Из этих четырех направлений развития техники главным принципиально новым, коренным образом изменяющим характер труда человека и определяющим возникший технологический способ производства является направление, связанное с применением водяных и ветряных двигателей, которые дали возможность человеку заменить свою силу силами природы.

Цеховое и мануфактурное производства относятся к одному и тому же технологическому способу производства, но в цехах работа выполнялась по различным мастерским "самостоятельных мастеров", а в централизованной мануфактуре ремесленники работали в одном помещении. Поэтому в мануфактурах работа проводилась в больших масштабах, и для применения водяных или ветряных двигателей, а также других механических устройств здесь возникали более благоприятные условия.

Новые формы мануфактурного производства появляются не сразу, хотя технические усовершенствования, казалось бы, подготовили почву. Предпосылки развития этой формы производства

состояли в росте ремесла, его усовершенствовании, расширении товарного производства, выделении из среды ремесленников богатых и влиятельных мастеров.

При мануфактурном производстве организация труда отличалась от цеховой. В мануфактурах рабочие были собраны в одном помещении, что давало большие результаты. Однако основой технического базиса мануфактуры являлся еще ручной труд, ремесло.

Использование важнейших изобретений

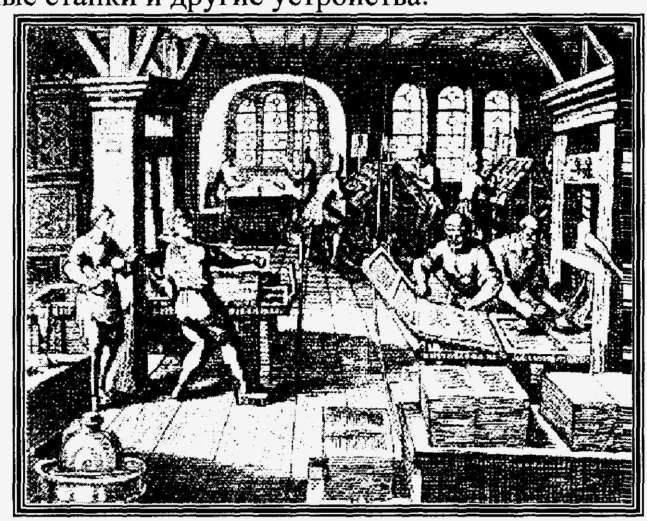
Великие изобретения человечества предшествующего периода: порох, бумага, книгопечатание, компас и оптические инструменты – получили дальнейшее развитие и новое использование. Их применение в значительной степени повлияло на прогресс феодального общества, дало толчок развитию многочисленных отраслей техники и естествознания.

Невзрачному с виду порошку (пороху) была предназначена удивительная судьба. Ставший известным в Европе уже в XIII в. порох оказал большое влияние на развитие отношений внутри стран, а также между странами и даже континентами. Считают, что впервые (по крайней мере в Европе) мысль о применении пороха для метания снарядов принадлежит монаху Бертольду, жившему около 1300 г. Одним из первых изучал применение пороха и Р. Бэкон. Применение огнестрельного оружия в Европе, очевидно, началось в Германии, где уже в середине XIV в. существовали фабрики по изготовлению пороха.

Города получили в свои руки небывалое по мощности оружие и спешили употребить его в борьбе со своими постоянными грабителями – феодалами. Когда впервые войска латников потерпели крупные поражения от горожан, применивших огнестрельное оружие, это было началом заката рыцарского сословия. Стены феодальных замков во многих случаях также не могли устоять перед новым оружием – артиллерией. Именно тогда началась известная борьба, соперничество снаряда и "брони". Возводятся бо-

лее мощные стены, создаются новые виды фортификаций. Снаряженные огнестрельным оружием купеческие корабли получили большую свободу и безопасность, что стимулировало торговлю и даже производство. Огнестрельное оружие распространяется во всех странах Европы вскоре после первого успешного применения.

Изготовление пушек и ружей требовало не только металла во все больших масштабах, но и новых технических средств, орудий труда большой сложности. Создаются разнообразные сверлильные и расточные станки и другие устройства.



Старинная типография

Появление пушек повлияло и на развитие баллистики (механика полета снаряда-ядра), математики (все вычисления, связанные с использованием орудий), химии (поиски наиболее удачных сочетаний компонентов, составляющих взрывчатые вещества), транспорта (для перевозок орудий больших калибров создавали всевозможного рода приспособления на колесах).

Распространялся и совершенствовался магнитный компас. В XVII в. компас был снабжен линейкой с визирами для опреде-

ления пеленга. С этого времени он стал основным прибором в судовождении, ибо у простого магнитного компаса имелся один существенный недостаток – его показания не всегда были точны из-за колебания и отклонения стрелки. Определение сторон света по компасу способствовало судовождению.

Именно успехам астрономии обязан своим появлением ряд приборов. Так, Георг Пеурбах изготовил "геометрический квадрат" для астрономических наблюдений. Прибор представлял собой квадратную раму, в одном из углов которой одним концом была прикреплена подвижная линейка. Стороны квадрата были разделены на 120 частей. При помощи этого прибора можно было довольно точно отсчитывать тангенсы наблюдаемого угла. Иоганн Мюллер из Кенигсберга, известный под именем Регионтана, изготовил прибор с колесами, посредством которого изображалось движение звезд, создал таблицы "Эфемериды", содержащие долготы Солнца и Луны. Кстати, этими таблицами Бартоломей Диас и Васко да Гама пользовались в своих путешествиях в Ост-Индию. Колумбу они помогли доплыть до Америки.

Крупнейшим изобретением были бумага и книгопечатание. Как уже отмечалось, проделав длительный путь, искусство производства бумаги попало в Европу через Испанию (от арабов) и через Италию (из Сирии и Египта). Мавры, принеся бумагу и способ ее приготовления в Пиренеи, основали около 1150 г. бумажную фабрику в Ксативе (Испания). Бумагу здесь получали, перерабатывая тряпичное сырье. В конце XIII в. бумажные фабрики появляются в городах Италии (Болонья, Генуя, Бабриано), а в XIV в. – во Франции и Германии. В Нюрнберге такая фабрика основана около 1390 г. Ульманом Стромером, разработавшим технологию водяных знаков наподобие китайских. Отсюда производство бумаги перешло в Нидерланды (XV в.) и Англию, так что в XVI в. ее знал уже весь Старый свет. В Американские колонии она проникла лишь в конце XVII в.

В первое время в Европе печатали при помощи гравированных деревянных досок. Их прижимали, предварительно окрасив, к бу-

маге. Так печатали карты, книги, календари. К середине XV в. этот способ уже перестал удовлетворять, ибо был трудоемким и медленным. Первая книга, напечатанная передвижными буквами, принадлежит И.Гутенбергу. Вслед за тем в Париже, Нюрнберге и многих других городах Европы возникают большие типографии. Теперь и ученый, и ремесленник, если он мог читать, пользовался одним и тем же источником знания.

В основе печатания в те времена лежало изготовление металлических наборных литер, выдавливаемых пуансонами в мягком металле – матрицы, затем наборные литеры отливали из свинца или свинцового сплава. На ручном станке можно было сделать до 100 оттисков в час.

Великие географические открытия

Громадное значение для развития экономики стран Европы имели великие географические открытия средневековья. Зарождение капиталистического хозяйства во второй половине XV в. требовало значительных капиталов, новых рынков сбыта, новых источников сырья и рабочей силы. Европейские державы, и в первую очередь морские (Испания, Голландия, Португалия, Англия), наперебой стремились к земельным приобретениям во всех частях земного шара. Это гонка сплошь и рядом приводила к войнам значительного масштаба. Развитие в Европе денежного обращения пробуждало посылать экспедиции за золотом, драгоценностями. С взятием турками Константинополя были отрезаны торговые пути на Восток, и поиск новых путей стал одной из задач мореплавателей средневековья.

Организация подобных экспедиций была технически сложной; в них принимали участие представители различных слоев, среди которых немало было авантюристов. История великих географических открытий сплошь и рядом писалась оружием и кровью.

Тем не менее, нельзя сбрасывать со счетов и то, что среди прочих побудительных мотивов путешествий было и желание узнать и открыть новое, расширить пределы известного мира. Так, на-

пример, Христофор Колумб был хорошо осведомлен с точкой зрения Пьера д'Айльи (по его "Картине мира") о том, что "Азия так далеко простирается на Восток, что берегов ее можно достигнуть из Испании в течение немногих дней". Поэтому чем далее древние географы (а их точку зрения повторял д'Айльи) отодвигали границы Азии, тем казалось вероятнее быстрое достижение в западном направлении обитаемых земель. Колумб, направившись по намеченному пути через Атлантику в сторону Азии, открыл в 1492 г. о-в Кубу. В 1497 г. Дж. Кабот (генуэзец) достиг Северной Америки, а Васко да Гама в 1498 г. попал к берегам Индии, проплыв вокруг Африканского континента. Он же достиг берегов Южной Америки. В 1513 г. В. Бальбоа через Панамский перешеек вышел на берега Тихого океана. Путешествие испанского мореплавателя Магеллана, осуществленное вокруг света в 1519-152 гг., сопровождалось открытиями новых земель. Австралия была открыта в XVII в. Путешествия, подобные магеллановому, подтверждали мысль о шарообразности Земли.

Помимо того, что великие географические открытия расширили границы известного тогда мира, пополнили казну монархов, способствовали капиталистическому развитию Европы, они коренным образом повлияли на многие отрасли естествознания.

Бурное развитие европейской картографии связано в большей мере с географическими открытиями. Уже тот факт, что в конце XV в. появляются земные и небесные глобусы, свидетельствует о распространении шарообразности Земли. В 1492 г. был изготовлен один из первых глобусов. Его автором был Мартин Бехаим из Нюрнберга.

Средства транспорта

Новый, более высокий уровень производительных сил феодального общества повлиял на развитие всех сторон жизни. Отразился он и на транспорте. Появлялись новые и значительно усовершенствовались старые виды транспорта. Великие географические от-

крытия были бы невозможны без сооружения больших кораблей. Множество судов, приспособленных для доставки сырья и готовых изделий, появляется на реках Европы и Востока. На верфях многих стран закладываются гигантские корветы, фрегаты, вооруженные сотнями пушек. Морские армады Англии, Испании, Португалии становятся грозной силой в решении споров между державами. Создаются новые типы быстроходных кораблей, способных за весьма короткое время достичь берегов метрополии, быстро доставить в столицы имперской скоропортящиеся грузы.

В середине XV в. на некоторых реках Западной Европы появились водоходные суда, снабженные вращающимися водяными колесами, они могли двигаться и против течения. Движение осуществлялось при помощи тросов, перекинутых через систему блоков на берегу. Это были как бы своеобразные паромы, использовавшие принцип канатных дорог, известных в Италии с начала XV в.

Совершенствовался и наземный транспорт личного и общественного пользования: появляются легкие пассажирские повозки и более тяжелые для перевозки грузов.

Некоторые изобретения, не найдя практического воплощения в свое время, впоследствии помогли развитию транспортных средств. Это средства передвижения, приводимые в движение гребным винтом (1430 г.) и пропеллером (1488 г., Леонардо да Винчи). В 1420 г. в Италии (у арабов в 1285 г.) появились опытные наземные (на роликах) и плавающие механические транспортные средства, приводимые в движение энергией газов, истекающих из сопла установленных на них пороховых ракет. Еще в 1350 г. Альберт Саксонский считал, что можно заставить сосуд, наполненный огнем или эфиром, летать.

Все это свидетельствует о том, что подъем техники был действительно значительным, а это сказалось и на усовершенствовании технических средств и механизмов.

Изменения в военной технике

Образование крупных централизованных государств, рост ремесленного производства повлияли на развитие военно-технических средств. Крупнейшие ученые средневековья: Леонардо да Винчи, Галилео Галилей, Н.Тарталья и ряд других – создавали специальные трактаты, в которых предлагали усовершенствование довольно сложных метательных приспособлений. В крестовых походах, великих географических открытиях успех европейцев был предопределен в значительной мере их новейшим вооружением.

Во времена средневековья при осаде крепостных сооружений, а также для разрушения каменных и деревянных зданий использовали всевозможные метательные и таранные машины весьма сложного устройства. Многие из них действовали по принципу накопления и разрежения энергии. Подобные машины применяли татаро-монголы, разрушившие на Руси Киев, Владимир, Рязань и десятки других городов. В свою очередь, русские при отражении агрессии рыцарства Запада и при осадах их крепостей применяли стенобитные орудия: пороки, пускачи. Такие машины, приведенные в действие, забрасывали в города громадные каменные глыбы. В Европе и странах Азии для навесной стрельбы употребляли катапульты, а для настильной стрельбы – баллисты. Этим же целям служили и так называемые станковые самострелы, имевшие вид гигантского арбалета, на котором вместо стрелы находились ядра и камни. Одновременно существовали и стрелометные машины.

Настоящий переворот в военном деле и военной технике происходит с появлением огнестрельного оружия: пушек, ружей, пистолетов. Увеличение потребности в порохе привело к развитию новой отрасли – пороходеланию.

Со времени своего возникновения артиллерия быстро развивается. Первые пушки, появившиеся в Западной Европе, были железными. Продольные железные полосы сваривали и полученный ствол орудия укрепляли железными обручами, насаживаемыми на него, как на бочку, в нагретом состоянии. По мере увеличения калибра орудий изготовление их таким способом стало затрудни-

тельным. Поэтому в конце XIV в. пушки начали отливать из бронзы. Состав ее (92% меди и 8% олова) был найден в первые годы XV в.

Стрельба из ручного огнестрельного оружия (XIV – XV вв.)

Сверлили пушки в вертикальном положении, вращая сверло с помощью водяного колеса. Подача осуществлялась самим орудием, которое постепенно опускалось, когда рабочие освобождали перекинутый через блоки канат, на котором было подвешено орудие. Это принципиально новое технические устройство в металлообработке, положившее начало сверлильным станкам. Позже были созданы станки, на которых рассверливали стволы орудий в горизонтальном положении.

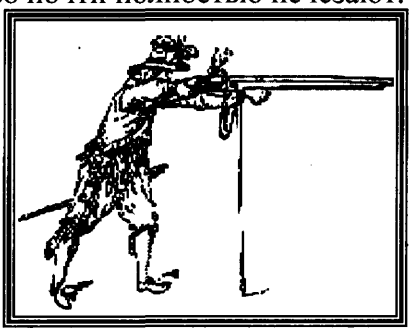
В зависимости от назначения применяли различные виды пушек – короткоствольные бомбарды для навесной стрельбы (прообраз современных минометов), длинноствольные пушки для поражения цели на больших расстояниях, тяжелые осадные орудия.

Значительное распространение получило ручное огнестрельное оружие. Ружейные стволы из железа и бронзы имели диаметр около 30 мм, длины 1,67 м и более, вес их достигал 4-6 кг. В XV в. длина ружей доходила до 9,8 м, а вес – до 19,8 кг. Стрельбу из таких ружей вели с деревянных упоров.

С появлением пороха возникает и производство ракет для военных действий. В Европе (Италия, Франция) такие ракеты применяют с конца XIV и особенно в первой половине XV в.

Из работ, посвященных описанию ракет, наиболее интересна рукопись Конрада Хааса, в которой говорилось о многоступенчатых ракетах, ракетных связках, ракетах с дельтообразными стабилизаторами и др.

В рассматриваемый период сведения о ракетах появились во многих трактатах об артиллерии, однако, уровень теоретических разработок в области ракетной техники был невысок. Ракеты этого периода представляли собой несложные технических устройства, и производство их зависело от опыта и искусства мастеров-пиротехников. С конца XV в. в связи с тем, что артиллерия в европейских странах достигла высокой степени совершенства, ракеты как боевое средство почти полностью исчезают.



Фитильный мушкет второй половины XV в.

С появлением огнестрельного оружия неизмеримо возрастает мощь военно-морского флота. Расположенные вдоль бортов в несколько рядов орудия производят опустошения на кораблях противника и заставляют отступать многочисленные флотилии неприятеля.

Находясь в непосредственной зависимости от состояния техники своего времени, военное дело, в свою очередь, дало толчок развитию ряда отраслей знаний – металлургии, химии, механике и другим.

13. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПРЕДПОСЫЛОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАШИННОЙ ТЕХНИКИ

Развитие техники как элемента производительных сил феодального способа производства

Технический прогресс всегда был связан с использованием полезных ископаемых, поэтому в XV – первой половине XVIII в. в Западной Европе значительное развитие получила техника горного дела. Наиболее важное значение имело широкое применение в горном деле водяных колес. В XV в. они приводили в движение на рудниках буровые установки, бадьи для спуска и подъема, средства водоотлива, механизмы для дробления и промывки руды и т.д. Позже такие установки были улучшены и усовершенствованы.

Большое место в ведении горных работ заняло применение пороха для разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. В 1627 г. на руднике в Банской Штявнице (Словакия) был использован обычный черный порох для взрывных работ. Новый метод позволил заменить 30-40 рабочих, работавших ранее вручную. В 1636 г. в Германии была изобретена специальная машина для сверления шпуров, что упростило применение пороха в горном деле.

Существенное значение для развития не только горного дела, но и металлургии имело создание более технически совершенных и производительных воздуходувок (мехов). Конструкции воздуходувок в течение XV-XVII вв. непрерывно улучшались. В XV в. при отливке колоколов в кузницах применяли меха с двумя деревянными пластинами. Меха, приводимые в действие водой, упоминаются в хранящейся в Мюнхене книге 1438 г.

В 1494 г. Леонардо да Винчи изобрел ящичные меха. Перевернутый ящик с отверстием в дне помещали в ящик, наполненный водой. По мере опускания первого ящика во второй вода вытесняла воздух, который через отверстие в дне верхнего ящика и присоединенную к нему трубу устремлялся к горну или другому устройству. В 1513-1514 гг. ученый снабдил эти меха кожаным клапаном, и в таком виде они применялись в Европе в XVI-XVIII вв.

Леонардо да Винчи (1452 – 1519 гг.)

Подлинным техническим переворотом в черной металлургии явился переход от сыродутного способа получения железа к двухстадийному – к выплавке в домнах чугуна с последующим его так называемым кричным переделом в сталь и железо. Кричный передел соответствовал мануфактурному производству железа, предполагавшему участие в производстве нескольких рабочих, между которыми существовало определенное разделение труда. Угольный, доменный, молотильный мастера и кузнецы выполняли в этом производстве самостоятельные частичные работы.

Доменные печи XV в. имели высоту 4,5 м, внутренний диаметр приблизительно 1,8 м и производительность 1600 кг чугуна в сутки, тогда как в сыродутном горне за сутки удавалось получить всего 8-10 кг железа. Первые доменные заводы в России были построены в первой половине XVII в. под Тулой.

В XV – первой половине XVII в. были усовершенствованы отдельные металлообрабатывающие инструменты. Строили большие кузницы для отковки металла в штанги или листы с помощью механических рычажных молотов, приводимых в действие водяными

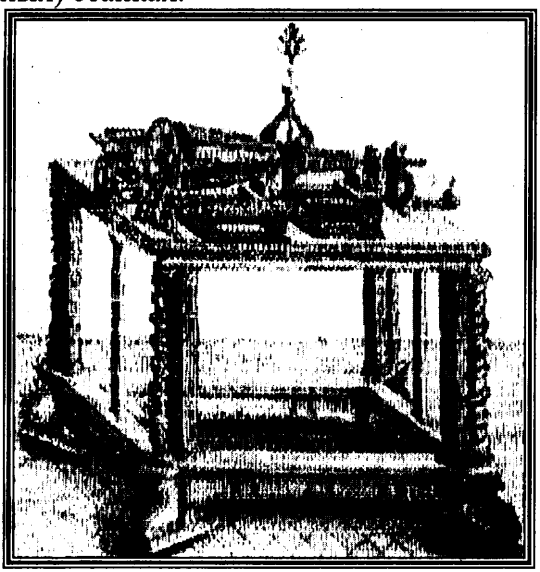
колесами. Вал водяного колеса имел кулаки, поднимавшие молоты, которые при свободном падении совершали удар. Применение в кузнечных работах механической силы способствовало специализации инструментов. Так как водяное колесо трудно было соединять каждый раз с разными инструментами и использовались на различных операциях, то возникло стремление более продолжительное время выполнять однообразную работу одним инструментом. Это способствовало специализации инструментов и привело к разделению кузнецов на узкие профессии: кузнецы, изготовляющие столовые ножи, делающие гвозди, иголки и т.д.

В этот период идет дальнейшее усовершенствование токарного станка. В некоторых рукописях XIV в. имеются рисунки станков с очепом и ножным приводом через педаль. В 1500 г. такой станок был подарен императору Максимилиану I – любителю токарного дела. Этот станок сохранился до наших дней. В схеме станка присутствуют стальные центры и люнет, который мог быть укреплен в любом месте между центрами. На станках того периода обрабатывали достаточно сложные детали, представляющие собой тела вращения вплоть до шара. Подобные токарные станки использовали практически во всей Западной Европе.

Значительным недостатком этих станков было возвратно-вращательное движение заготовки. В начале XVI в. наметился переход к непрерывно-вращательному движению обрабатываемого изделия. К таким типам токарных станков относится станок с односторонним и стабилизированным вращением заготовки. Этот станок представляет наиболее совершенную схему немеханизированного токарного станка, с продуманной системой крепления и вращения заготовки. В конце XVI в. практическое использование принципа непрерывности движения детали еще находилось в стадии опытной проверки, а в начале XVII в. – всеобщее распространение.

В начале XVIII в. токарные станки все чаще использовали для резания металлов, и поэтому проблема жесткого крепления резца и перемещения его вдоль обрабатываемой поверхности становится насущной необходимостью. В это время появляется ряд схем кре-

пления резца на самоходном суппорте. Предшественником его был упор, который в виде копира устанавливали на орнаментальных (гильоширных) станках.



Станок А.К. Нартова (1718 – 1729 гг.)

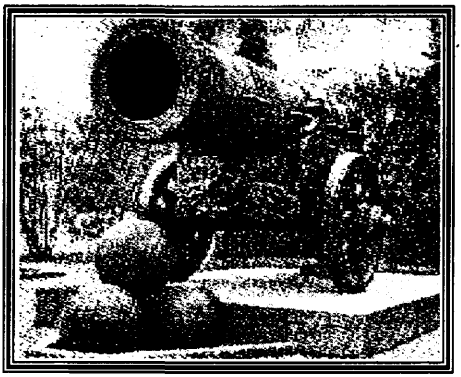
Впервые проблема самоходного суппорта была успешно решена в копировальном станке А.К. Нартова в 1712 г. А.К. Нартов был хорошо знаком с состоянием токарного дела в Европе. Он посетил ряд стран с целью ознакомления с состоянием зарубежной техники, показывал там свои станки. Такой метод знакомства с техникой вообще был характерен для петровской эпохи. В 1718-1729 гг. Нартов предлагает более совершенную схему. В ней копировальный палец и резцовый суппорт расположены рядом, причем в движение они приводятся ходовым винтом (одним, но с разным шагом нарезки под резом и копиром). Суппорт передвигается вдоль копира и заготовки автоматически, без вмешательства рабочего. В схеме, однако, отсутствует поперечная подача, взамен нее введено качение системы "копир-заготовка". На этом станке обрабатывали детали из кости и твердого дерева.

Высокого совершенства достигла техника меднолитейного дела. Примером может служить изготовленная в 1586 г. русским литейщиком А. Чоховым "Царь-пушка", находящаяся в Московском Кремле. Ее вес около 40 т, длина более 5 м, калибр 89 см. Из "Царь-пушки" не стреляли, но она могла быть использована в боевых действиях.

Большое развитие получило волочение проволоки в Нюрнберге, где в 1351 г. для этой цели использовали водяное колесо. Однако подлинный переворот в проволочном производстве совершил действующий рычажно-клещевой стан, изобретенный в XIV в. в Германии. На валу водяного колеса располагались массивные кулаки, которые при вращении вала нажимали на конец соединенного с клещами рычага. Волочение проволоки происходило во время соприкосновения с кулаками. За время от схода рычага с одного и до соприкосновения его с другим кулаком рабочий подводил клещи к волочильной доске и вновь захватывал ими проволоку.

В рассматриваемый период получили распространение приводимые в действие водяными колесами пильные мельницы для резки дерева, снабженные несколькими пилами, которые одновременно разрезали на много досок одно или несколько бревен. В 1530 г. такая лесопильня имелась в Норвегии, в 1532 г. – в Нюрнберге; быстроходная лесопильня большой производительности работала в 1575 г. на Дунае под Ретенсбургом. Подобные лесопильни использовались в XVI – первой половине XVII в. во Франции, Англии, Португалии, Швеции и в других странах Западной Европы.

В XIV в. в Западной Европе сформировались средневековые города. Развитие городов потребовало совершенствования организации и техники строительного дела и транспортных средств. Возникла профессия (с цеховой организацией) строительных ремесленников. Среди орудий труда строителей упоминаются большие домкраты, дававшие 16-кратный и больший выигрыш в силе. Есть данные о том, что в XIV в. применяли передвигавшиеся на колесах домкраты, которые посредством зубчатых передач были способны поднимать очень большие тяжести.



«Царь-пушка», отлитая А.Чоховым (1586 г.)

В городах проводят водопроводы, создают городские прачечные с механическим катанием белья. Для водопроводов и различных водоотливных и водопроводящих систем использовали деревянные трубы, техника изготовления которых значительно продвинулась вперед. В 1430 г. появилась (предположительно в Германии) специальная сверлильная машина для производства этих труб. Леонардо да Винчи значительно усовершенствовал ее, введя ускоритель вращения в устройство для горизонтального и вертикального сверления. В XVI в. эта машина стала приводиться в действие почти исключительно силой воды.

Таковы основные изобретения, прямо или косвенно улучшавшие технику цехового и мануфактурного производства. Происходившие в этот период дифференциация, улучшение и упрощение рабочих инструментов создавали "одну из материальных предпосылок машины, которая представляет собой комбинацию многих простых инструментов".

В XVI-XVII вв. происходил процесс совершенствования конструкций водяных и ветряных двигателей. Большие улучшения в конструкцию водяных двигателей внес Леонардо да Винчи, который в 1500 г. создал колесо с искривленными лопатками. По принципу действия это было, по существу, уже не водяное колесо, а водяная турбина. Более совершенное колесо такого типа, с касательными к потоку лопастями, было создано в 1578 г. в Тулузе.

Важную роль в распространении водяного колеса сыграл кривошипный механизм, который был известен в Европе еще в XIV в. В рассматриваемый период кривошипный механизм встречается почти во всех технических книгах. Благодаря кривошипному механизму стало более совершенным передаточное устройство, связывающее вал водяного колеса с инструментом, что облегчало и создавало новые возможности его применения.

В конце XV – первой половине XVI в. значительного совершенства достигли в изготовлении зубчатых передач, в частности появились шестерни с косыми зубьями. Зубчатые передачи применяли главным образом в часовых механизмах. Большой вклад в улучшение зубчатых зацеплений внес Леонардо да Винчи. Еще в 1494 г. он, используя систему зубчатых передач, сконструировал механизм превращения колебательно-поступательного движения во вращательное. Во многих технических книгах XVI-XVII вв. имеются описания и рисунки шестереночных передач весьма совершенных по своей конструкции.

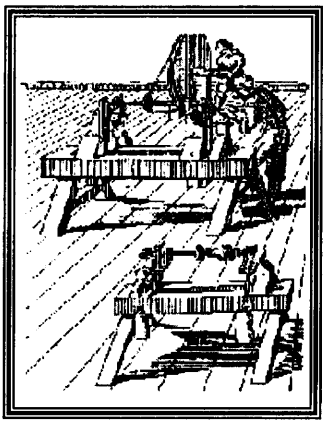
В 1657 г. голландский ученый Х.Гюйгенс изобрел часы с маятником в качестве регулятора. Он создал специальное устройство – спуск, которое под действием пружины (завода часов) содействовало равномерному движению маятника. В 1658 г. был опубликован его трактат "Маятниковые часы" – одна из первых работ, в которой рассмотрены некоторые основы теории часов.

Возникновение элементов технических средств машинно-фабричного производства

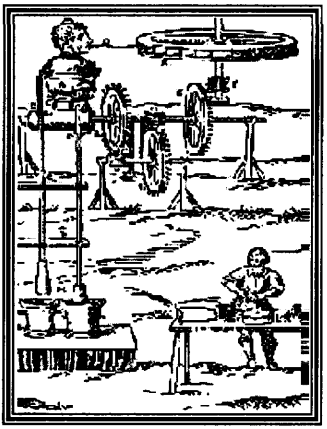
С формированием мануфактурного разделения труда возникали элементы таких технических средств, которые в последующий период стали основой машинно-фабричного производства. Однако машины в мануфактурном производстве использовали спорадически.

В рассматриваемые период появились такие механизмы, которые в какой-то степени подготавливали создание рабочих машин. С этой точки зрения большое значение имела самопрялка с коле-

сом, мотовилом и шпулькой, которая появилась в Германии в 1480 г. и была улучшена Леонардо да Винчи в 1519 г. Он сконструировал эту машину с четырьмя шпинделями. Ему же принадлежит изобретение устройства для размотки клубка нитей, работающего по принципу шпульки современных швейных машин. Такое устройство было заново изобретено и получило распространение в Англии лишь в 1794 г.



Токарный станок для вытачивания фигурных профилей (XV в.)



Прототип паровой турбины (1629 г.)

В 1589 г. в Англии Вильям Ли изобрел вязальный станок, в котором несколько сотен иголок находились в одновременном движении. Они обвивались во время изготовления петель нитью и образовывали почти в мгновенье сто петель за один раз. Самый искусный вязальщик мог до этого на хорошем станке ежедневно связать 344 петли. Судьба изобретателя этой машины была обычной для того времени. Его не поддержала королева Елизавета, и, подвергаясь всяческим притеснениям со стороны вязальщиков, он бежал во Францию, где умер в нищете. Машина его была уничтожена.

Постепенно совершенствовался также и режущий инструмент. Леонардо да Винчи предложил в качестве особого рабочего инструмента фрезу и сконструировал специальный шлифовальный станок. Применение этого станка ввело в практику металлообработки наждак, о чем подробно писали Бирингучча и Агрикола. Заслугой Леонардо да Винчи было создание прокатного стана с коническими валками, приводимыми во вращение водяным двигателем. Валки здесь заменили человека, работавшего молотком. Валки делали из колокольной бронзы и насаживали на стальные валы. Стан был предназначен для проката оловянных листов, золота и свинцовых пластин для окон. Идея Леонардо да Винчи воплотилась затем в различных, но, по существу, однотипных конструкциях прокатных устройств, которые применялись в XVI-XVII вв.

В XVI-XVII вв. было высказано много смелых технических идей, которые при состоянии производства того времени не могли быть осуществлены. К таким идеям можно отнести проекты подводных лодок, которые хотя и испытывались (Англия 1624 г., Франция 1653 г.), но не получили практического применения. Итальянский архитектор и инженер Д. Бранка в 1629 г. опубликовал объемную книгу "Машины", в которой дал описание различных машин и механизмов. Конструкция предлагаемого им парового колеса содержала идею активной паровой турбины, получившую реализацию только в конце XIX в. В этой же книге есть све-

дения о так называемом огненном колесе, напоминающем, хотя и в примитивной форме, газовую турбину.

Таким образом, ученые, изобретатели, мастера-ремесленники XVI – первой половины XVIII в. разработали много технических средств, высказали смелые технические идеи, которые в то время не могли получить широкого использования в цеховом и мануфактурном производстве. Отдельные машины, имевшие элементы рабочих машин, применялись эпизодически. Использование таких машин встречало сопротивление со стороны мастеров-ремесленников и представителей феодальных властей. Однако эти машины и механизмы, являясь элементами новой техники, легли в основу разработки технических средств машинно-фабричного производства, которое формировалось в конце XVIII в. сначала в Англии, а затем в других странах.

Становление отдельных технических наук

Технические науки появились в исторически определенное время и в конкретно-исторических условиях. В мануфактурный период уже складываются необходимые предпосылки становления отдельных технических наук. Необходимость использования достижений науки в практике приводит к формированию технических наук.

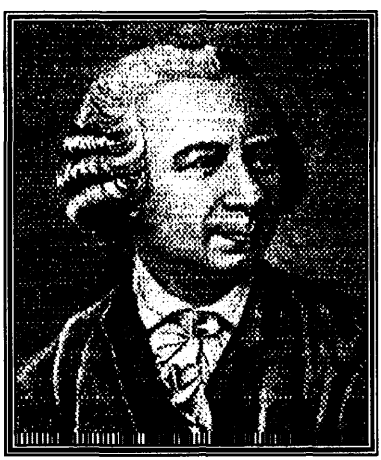
К началу XVIII в. был накоплен большой практический опыт по созданию и эксплуатации разнообразных технических средств, в основном на базе использования механической формы движения материи. Это привело к тому, что технические науки механического цикла (теория механизмов и машин и др.) появились раньше других наук.

В разработке начал технической механики ведущая роль принадлежит действительному члену Петербургской Академии наук Л. Эйлеру, написавшему около сорока трудов в этой области. В 1736 г. в Петербурге появился классический двухтомный труд Л. Эйлера «Механика, или наука о движении, аналитически

изложенная». Отличительной чертой этой работы было широкое использование нового математического аппарата – дифференциального и интегрального исчисления.

Первый русский учебник по технической механике, содержащий начальные сведения о простейших машинах и механизмах, вышел в 1722 г. Для преподавания этой дисциплины в учебных заведениях многое сделал Г.В. Крафт. В 1738 г. в Петербурге вышло его "Краткое введение в изучение простых машин и их устройств".

Научный подход к проектированию машин был изложен также французским инженером и ученым Б. Белидором в 1737 г. в соответствующем разделе его книги "Гидравлическая архитектура". Здесь Белидор обращал особое внимание на расчет силовых узлов машин и на тщательное составление чертежей конструируемых механизмов.



Леонард Эйлер (1707 – 1783 гг.)

Начавшиеся работы по изучению коэффициента трения, а затем и самих сил трения способствовали применению законов статики к изучению действия машин. Учет сил трения позволил приблизиться при рассмотрении действия машин к условиям, близким к реальным.

В 1765 г. Леонард Эйлер вывел знаменитую формулу, позволяющую по коэффициенту трения определить основные конструктивные элементы механизмов с гибкими звеньями (ременные передачи, блоки, ленточные транспортеры и конвейеры, ленточные тормоза и др.).

Разработка науки о сопротивлении материалов началась во второй половине XVII в. с развитием положений Г. Галилея, изложенных им в "Беседах и математических доказательствах, касающихся двух новых наук" (1638 г.). Галилею принадлежит постановка задачи о прочности, которую он изучал в предельном состоянии тела – в момент его разрушения. Этот подход к вопросам прочности разделяли многие ученые XVII-XVIII вв. Более законченную форму он приобрел в работах Ш.О. Кулона.

Первые научные основы теории упругости были заложены в работах английского физика Р. Гука, установившего в 1678 г. основной закон линейной зависимости между силой и деформацией при растяжении пружин, струн и тонких стержней. Большое значение в становлении науки о сопротивлении материалов имели также эксперименты, проведенные французским физиком Э. Мариоттом и приведшие в конечном итоге к принципиально важным результатам в области механики. Исследования Мариотта вызывались запросами техники, их целью было устройство водоснабжения Версальского дворца. Для определения надежности изготовления применяемых стержней, балок и труб, их размеров, ученый должен был прибегнуть к эксперименту, в результате которого он высказал гипотезу о распределении напряжений в поперечном сечении балки, подверженной изгибу. Согласно учению Мариотта, в балке прямолинейного сечения имеется нейтральная линия, выше которой волокна растягиваются, а ниже - сжимаются.

Если Э. Мариотта интересовала прочность нагруженной балки, то Якоба Бернулли занимал вопрос о форме изгиба ее нейтральной линии. Окончательный вариант этого исследования был опубликован Бернулли в 1701 г. Им было выведено дифференциальное уравнение изгиба упругой линии и доказано, что кривизна линии

изгиба пропорциональна изгибающему моменту. Спустя почти 50 лет этим вопросом занялся Л. Эйлер. Он исследовал форму кривых, которую принимает тонкий упругий стержень при различной нагрузке, рассмотрел продольный изгиб колонны под действием осевой сжимающей силы и получил выражения для предельной нагрузки, превышение которой приводит к изгибу. Эта формула включена теперь вовсе учебники сопротивления материалов и технические справочники.

Наука о сопротивлении материалов послужила во второй половине XVII и начале XVIII в. тем связующим звеном, которое сближало статику с техникой. В годы, непосредственно предшествовавшие технической революции, развитие науки о сопротивлении материалов в ее практическом приложении оказалось особенно необходимым.

Важнейшим стимулом для прогресса гидродинамики и гидростатики в конце XVII и начале XVIII в. явилась задача использования горных потоков, рек и каналов в качестве источника энергии для приведения в действие водяных колес. К середине XVIII столетия эта проблема повлекла за собой и разработку соответствующей теории. Чисто практические вопросы гидравлики и гидротехники требовали изучения движения жидкостей, приложенных к ней сил, а также и скорости движения жидкости в трубах, исследования законов их истечения из отверстия сосудов и т.д.

Наиболее важных результатов в развитии гидродинамики достиг Даниил Бернулли. Он вывел основную теорему гидродинамики, употребляющуюся для исследования течения жидкостей в каналах, трубах и гидравлических двигателях. Им были введены такие понятия, как "работа", "мощность", а также "движущие силы" и "коэффициента полезного действия". Бернулли было также получено уравнение, основанное на законе сохранения энергии и носящие теперь его имя. Уравнение Бернулли послужило основой теории такой технической науки, как гидравлика.

Большое значение для развития технических наук имела разработка во второй половине XVIII в. научно обоснованного экспе-

риментального анализа работы машин и различных технических устройств. Особенно важных результатов в этой области достиг известный английский инженер Джон Смитон. Им были построены и изучены в действии лабораторные модели водяных колес и ветряков. В 1759 г. на заседании Лондонского Королевского общества он сделал доклад "Экспериментальное исследование природной мощи воды и ветра". Задача проведенного исследования состояла в подборе нагрузки машины и скорости движения воды и ветра, при который эффект был бы максимальным. Эффект измерялся работой, совершенной водой (или ветром) за один и тот же промежуток времени. Исследования Д. Смитона позволили внести ясность в важные практические вопросы машиностроения, по которым в то время существовали большие разногласия, и рекомендации различных авторов расходились между собой.

М.В. Ломоносов (1711 – 1765 гг.)

Таким образом, технические науки, представляющие собой различные разделы механики, складывались в этот период (конец

XVII – середина XVIII в.) под влиянием запросов техники; например, баллистика удовлетворяла запросы артиллерии; сопротивление материалов появилось в результате развития машиностроения и строительного дела; гидравлика разрешала проблемы, возникающие в процессе развития строительного дела. При этом выявились два пути формирования технических наук.

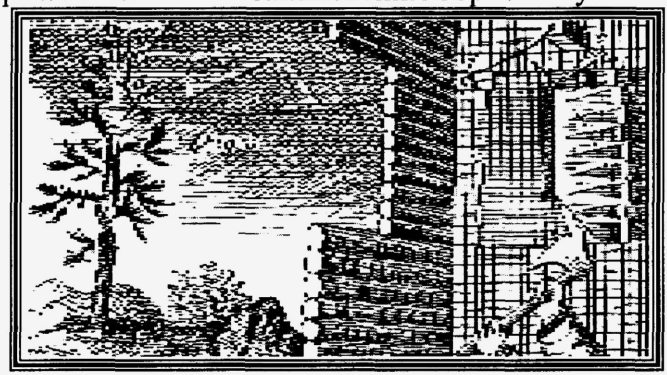
Один путь вел к последующему отделению той или иной прикладной дисциплины, примером чего может служить внешняя баллистика. Другой путь приводил к постепенному формированию соответствующей теоретической области механики, например, науки о сопротивлении материалов и теории упругости.

В первой половине XVIII в. в итоге все возрастающих запросов техники (появление насосов и тепловых двигателей) создается теоретическая основа, позволяющая работать над созданием нового типа двигателя – паровой машины. Начиная примерно с середины XVIII в. получают развитие исследования по электричеству. В 30-х годах XVIII в. французский физик Шарль Франсуа Дюфе сконструировал прибор для обнаружения и измерения электричества – прототип электроскопа. Многих выдающихся ученых второй половины XVIII века (М.В. Ломоносов, Ш.О. Кулон, В. Франклин, Г. Кавендиш, П. Лаплас, А. Вольта, Д. Пристли, Г.В. Рихман и др.) занимал вопрос о природе электричества и его свойствах.

Важнейшим итогом развития науки об электрических и магнитных явлениях в XVIII в. было открытие количественного закона электрических и магнитных взаимодействиях. Этот закон был открыт английским физиком Г. Кавендишем и независимо от него французским ученым и инженером Ш.О. Кулоном.

Накопленный опыт создания и применения электростатических машин, лейденских банок (конденсаторов), "электрических указателей", "молниеотводов" и других устройств и приборов не только обусловил переход от простых наблюдений к установлению количественных соотношений, связей, но и стимулировал зарождение первых научных технических знаний в этой области. Как техническая дисциплина электротехника сформировалась лишь к концу XIX в.

Расширение торговых связей в мануфактурный период увеличивало спрос на драгоценные металлы – золото и серебро, добыча которых в связи с этим значительно возросла. Это привело к развитию горной техники и возникновению горной науки.



«Громовая машина» (1753 г.)

В XVII и начале XVIII в. в России было открыто большое число месторождений медных, серебряных, железных и других руд. Придавая горному делу большое значение, Петербургская Академия наук направила за границу наиболее способных студентов. Среди них был в 1736 г. и М.В. Ломоносов.

Уже в 1742 г. Ломоносов систематизировал собранные им материалы по горному делу и приступил к составлению труда "Первые основания горной науки". На страницах этого произведения им было дано замечательное для своего времени определение "горной науки". "Наука,– писал М.В. Ломоносов,– которая учит минералы знать, приискивать и приводить в такое состояние, чтобы они в обществе человеческом были угодны, называется горная наука". Материалы рукописи "Первые основания горной науки" вошли в переработанном виде в знаменитую книгу М.В. Ломоносова "Первые основания металлургии, или рудных дел".

Касаясь развития металлургии как науки в первой половине XVIII в. нельзя не остановиться на трудах Р.А. Реомюра, одного из виднейших деятелей этой эпохи. В его произведениях, вышедших

в начале XVIII в., рассмотрены вопросы цементации и закалки стали, а также получения ковкого чугуна. Реомюр весьма близко подошел к ряду вопросов, связанных с природой железа и стали, и в частности с явлением закалки.

Мы рассмотрели становление технических знаний в различных областях человеческой деятельности. Это позволяет нам сделать вывод, что в период второй половины XVII-XVIII в. зародились технические науки. Этот период характеризуется тем, что для решения практических задач начинает привлекаться научное знание.

Формирование научных основ производства

Уже с период X-XIII вв. делались попытки понять смысл некоторых явлений природы и сознательно использовать из в производстве, а также обобщить накопленный производственный опыт в трудах энциклопедического характера. В XV-XVII вв. число таких книг увеличивается. В книгах анонимных авторов: "Об артиллерии" (1422 г.), "Описание осадных машин" (1435 г.), "Большая веймарская рукопись" (о технике средневековья) (1430 г.), в книге по технической химии (1540 г.), в книге о красках и других описана техника тех времен. Однако явления природы и технические процессы в этих произведениях либо не объяснялись совсем, либо истолковывались с позиции теологии и черной магии.

Эпоха Возрождения, начавшаяся во второй половине XV в., ознаменовала собой "...исследование природы – единственное, которое привело к научному, систематическому, всестороннему развитию...". Возникали научные знания, которые в XVIII в., будучи систематизированы и взаимосвязаны, дали науку в ее современном смысле. В разных странах ученые и инженеры вели наблюдения за явлениями природы, стремясь их объяснить, найти законы естествознания и использовать их в технике, в производстве. Среди этих исследований необходимо указать, прежде всего, на гениальные, связанные, как правило, с практикой и сопровождаемые изобретениями конструкций: научные труды итальянского ученого Лео-

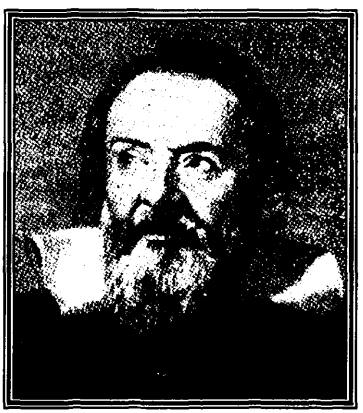
нардо да Винчи в области механики (коэффициент трения, явление удара и другие), гидравлики (равновесие жидкостей в сообщающихся сосудах), оптики (законы бинокулярного зрения), анатомии и других отраслях знания. Другой итальянский ученый Дж. Кардано изучал теорию рычагов и весов, имевшую большое значение для практики.

Исходным пунктом научной картины мира, созданной в XVII в., было учение Н. Коперника. Изложенная им в сочинении "Об обращении небесных тел" (опубликовано только в 1543 г.) гелиоцентрическая система мира содержала кинематическую схему Солнечной системы, ставшую отправной точкой развития небесной механики к космосу.Система Коперника привела к крушению системы Птолемея и находилась в течение трех веков не только в центре астрономических исследований, но и в центре общественно-философской борьбы.

Николай Коперник (1473 – 1543 гг.)

Исходя из учения Коперника, И. Кеплер в результате обработки громадного числа астрономических наблюдений установил эллиптическую форму планетных орбит с Солнцем в одном из фокусов. Уточнив систему Коперника и найдя законы движения планет, он решил важную научную и практическую задачу.

Родоначальником механического естествознания является Г. Галилей, который придерживался причинного объяснения природы, строгой и последовательной трактовки фактов как основной задачи науки. Он говорил, что подлинное объяснение явлений природы должно показать в их основе перемещение частей единой материи, перемещение качественно однородных элементов. Галилей высказал мысль о неуничтожаемости вещества, однородности материи и сведении качественных различий к конфигурации элементов материи.



Галилео Галилей (1564 – 1642 гг.)

Наибольший общественный интерес вызвали астрономические открытия и сочинения Галилея. В 1610 г. Галилей опубликовал сочинение "Звездный вестник", в котором описал свои астрономические открытия, сделанные при помощь зрительной трубы.

Он описал ландшафт Луны, раскрыл природу Млечного Пути, оказавшегося скоплением звезд. Таким образом, Галилей нашел наглядные и убедительные доказательства в пользу системы Коперника.

Успех науки был обусловлен широким развитием эксперимента, применение которого способствовало также зарождению новых форм организации ученых – появлению научных обществ и академий. В Италии научное общество под названием "Флорентийская

академия опытов" было сформировано из учеников и последователей Галилей в 1657 г. В Англии в 1662 г. было организационно оформлено Лондонское Королевское общество, ставшее высшим научным учреждением страны. В Париже в 1666 г. была учреждена Королевская Академия наук. Указом Петра I в Росси в 1724 г. основывается Петербургская Академия наук (официально открыта в 1725 г.), называвшаяся вначале Академия наук и художеств.

Ренэ Декарт (1596 – 1650 гг.)

Механика в эпоху научной революции достигла больших успехов и была основой всей физики. Идея механического объяснения природы принадлежит Декарту. Эту идею разделял И. Ньютон. В предисловии к сочинению "Математические начала натуральной философии" (1687 г.) он писал, что "было бы желательно вывести из начал механики и остальные явления природы". Однако эти подходы различаются между собой. Декарт исходил только из движения, оставляя в стороне силы, говорил о частях единой материи как непрерывной сущности (картезианский подход), в то время как Ньютон представлял материю состоящей из частичек, которые могут взаимодействовать на расстоянии посредством дальнодействующих сил (ньютонский подход).

Создание классической механики завершил И. Ньютон. В "Математических началах" Ньютон анализирует основные понятия механики: массу, количество движения, силу, пространство и время. Он дал формулировку трех фундаментальных законов движения: закон инерции, закон пропорциональности между силой и ускорением, закон равенства действия и противодействия – и рассмотрел следствия из этих законов.

Исаак Ньютон (1643 – 1727 гг.)

В конце XVII в. в естествознании и прежде всего в механике небесных и земных тел сложилась новая научная картина мира, которая имела механический характер и получила впоследствии название "классической". Ее создателями были Коперник, Галилей, Кеплер и в особенности Ньютон. Для ньютонской картины мира характерно признание абстрактного мысленного изображения предмета познания, вместо чувственной видимости, признание абсолютно простых, далее неразрушимых, неделимых и вообще неизмеримых частиц материи, из которых состоят все тела, признание того, что эти предметы существуют в том виде, в котором мы их видим в природе. Таковы были основные положения "классической картины мира".

Создание и использование научных приборов

Развитие техники подготовило в XVI-XVII вв. создание, усовершенствование и использование многих точных, необходимых для развития научных знаний приборов. Быстрое распространение научных знаний, возможность не только дать описание конструкции, но и показать общий вид и схему инструментов привлекло к ним большое число исследователей и инструментальных мастеров. В XVI в. большое внимание уделялось конструированию и изготовлению приборов для проведения астрономических наблюдений на море. Для определения широт стали использовать град-шток, начались поиски средств определения долгот.

Конец XVI и первая половина XVII в. ознаменовались созданием ряда новых инструментов и приборов, позволивших проводить систематические опыты, сделать интереснейшие научные открытия. Эти созданные человеком самые разнообразные новые приборы для наблюдений и измерений позволили исключительно расширить область его естественных органов чувств. Основной принцип новых приборов и методов работы с ними заключается в том, что изучаемые процессы и явления, не воспринимаемые непосредственно органами чувств человека, благодаря приборам делались доступными для исследования. Наиболее характерны в этом отношении телескопы, позволившие наблюдать огромные, но невидимые из-за колоссальной отдаленности, планеты, звезды, туманности. Зрительная труба появилась в конце XVI в., по-видимому, почти одновременно в Италии и Голландии. Достоверные сведения о конкретной зрительной трубе, использованной для наблюдений, связаны с именем Галилея. В 1609 г. он, зная о существовании зрительных труб и используя естественнонаучные знания, накопленные к тому времени, изготовил зрительную трубу, получившую впоследствии название "телескоп", и применил ее для астрономических наблюдений. Открытия Галилеем с помощью телескопа солнечных пятен, четырех спутников Юпитера, гор на Луне и фаз Венеры получили широкую известность.

Не меньшую роль в развитии науки сыграл микроскоп, имя изобретателя которого, так же как и изобретателя телескопа, дос-

товерно неизвестно. Микроскоп дал возможность исследовать близкие к нам, но не видимые из-за исключительной малости объекты микромира – микробы. В 1609-1610 гг. свой первый микроскоп сконструировал Г. Галилей. В его микроскопе был использован принцип "голландской" зрительной трубы, которая имела положительную линзу (объектив) и отрицательную линзу (окуляр). Успехи в шлифовании стеклянных линз позволили создать простые микроскопы с увеличением до 300 раз. Нидерландский биолог А. Левенгук, используя линзы, которые он сам изготовлял, провел многочисленные наблюдения различных микроскопических объектов. Результаты наблюдений и открытий он сообщал в письмах в Лондонское Королевское общество (публиковались в трудах в 1673 г.).

В рассматриваемый период в странах Западной Европы в условиях господства феодального способа производства развивались элементы капиталистических отношений и происходил процесс первоначального накопления капитала. Однако феодальный строй был еще достаточно силен, и политическая власть во всех странах была сосредоточена в руках феодалов. Поэтому достижения техники, новые данные естественных наук не могли получить широкого применения.

Историческая роль буржуазной революции в Англии

Буржуазная революция в Англии как первая революция, открывшая эпоху перехода всего человечества от феодализма к капитализму, представляет интерес для истории техники. В этой революции с наибольшей полнотой и в наиболее рафинированном виде отражаются условия развития техники в эпоху перехода от феодализма к капитализму. Развитие техники в предреволюционной Англии происходило в противоречивых условиях. Оно стимулировало нарождающимся капитализмом и тормозилось отживающим феодализмом. Во всемирной истории техники эти процессы протекали во всех странах, но в Англии они были выражены наиболее отчетливо. Появление элементов капиталистических

отношений вызвало дробление и расчленение старых и создание новых отраслей промышленности.

В мануфактурах применяли механические двигатели для насосов, откачивающих воду из шахт, воздухонадувных мехов в плавильнях и кузницах, использовали вязальные машины, шелкопрядильные и шелкоткацкие станки, машины для изготовления иголок и волочения проволоки. Однако в целом в XVI – первой половине XVII в. техника развивалась медленно.

Противодействие феодального строя развитию техники выражалось, прежде всего, в многочисленных монополиях, которые предоставляли торгово-промышленным компаниям английские короли Яков I и Карл I. Эти монополии не были рассчитаны на конкуренцию, вследствие чего не стимулировали развитие производства и техники, свойственные капиталистическому производству. В 30-х годах XVIII столетия в Англии была монополизирована большая часть производства предметов широкого потребления, изготовлявшихся небольшими мануфактурами и ремесленными цехами. Монополии были даны некоторым металлургическим и горным предпринимателям. Предоставляя привилегии и поддерживая предпринимателей, английские короли стремились задержать развитие капитализма и ослабить буржуазию.

В 1623 г. в Англии впервые в мировой истории было введено патентное право на изобретения. Оно служило для английских королей средством, чтобы под видом охраны технических усовершенствований и авторских прав изобретателей сохранять торгово-промышленные монополии, большие доходы короны и верных ей предпринимателей.

Правительство Карла I очень внимательно наблюдало за успехами техники и пресекало кажущиеся ему вредными изменения. Как правило, запрещалось введение техники, которая давала возможность замещать большое число людей. В 1623 г. например, был наложен запрет на медные пряжки, так как их изготовление требовало в 10 раз меньше времени, чем железных.

Техническому прогрессу противодействовали также цехи, которые оказывали сопротивление каждому техническому усовершен-

ствованию и отступлению от традиционной технологии. Не допускалось никакого изменения в размерах сукна, количестве нитей в основе, весе куска материи, в технологии каждой операции и применяемых орудиях производства. Все это привело к замедлению развития капиталистических мануфактур, снижению экономического эффекта торгово-промышленной деятельности и застою в промышленном производстве Англии в первой половине XVIII в.

Победа буржуазной революции (1640-1660 гг.) создала в Англии благоприятные условия для развития капиталистических отношений, производительных сил, а значит, и техники. Революция породила огромную армию наемных рабочих для капиталистических мануфактур. Буржуазная революция в Англии создала благоприятные условия для развития науки и техники. Объективно это развитие определялось теперь исторической необходимостью перехода английской промышленности на машинно-фабричное производство, но произошло это через 150 лет. Ближайшими же побудительными стимулами для развития техники являлись заинтересованность в этом владельцев капиталистических мануфактур и поддержка государства. Заинтересованность буржуазии в развитии техники определялась соображениями конкуренции, стремлением увеличить производство, а вместе с ним и доходы.

Английская буржуазная революция – важнейших этап в истории техники, так как она создала новые, исключительно благоприятные условия для ее развития. Однако влияние этой революции на технику было сложным, в нем сочетались национальные и интернациональные особенности технического прогресса и опосредствование ее связи с общим развитием общества. Буржуазная революция в Англии создала социальные условия и предпосылки для технической и промышленной революции, в результате которых впоследствии сложилось капиталистическое машинно-фабричное производство.

Таким образом, буржуазная революция в Англии сделала господствующей формой производства капиталистическую мануфактуру и непосредственно повлияла на развитие феодальных евро-

пейских государств. Во второй половине XVII и начале XVIII в. Англия при сохранении мануфактурного производства не могла выйти вперед, несмотря на свой передовой тогда социальный строй. Однако только в этой стране в то время были благоприятные условия для возникновения и развития техники, революционизировавшей производство, и только в Англии уже сложились условия для технической и промышленной революции, после которых она стала самой передовой в техническом и промышленном отношении страной в мире.

ТЕХНИКА ПЕРИОДА СТАНОВЛЕНИЯ МАШИННО-ФАБРИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (вторая половина XVIII – 70-е годы XIX в.)

14. ФОРМИРОВАНИЕ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО МАШИННО-ФАБРИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Техническая и промышленная революция конца XVIII – начала XIX в.

В конце XVIII – начале XIX в. проходил процесс кардинальных изменений в материально-технической безе капиталистического производства, который с полным основанием называют технической революцией. В результате этого революционного преобразования произошло становление машинно-фабричного производства. В XIX в. в своем наиболее развитом виде техническое оснащение капиталистического машинно-фабричного производства представляло собой совокупность технологических машин, приводимых в действие от одного центрального парового двигателя через разветвленную сеть передаточных механизмов.

Техническая революция конца XVIII – начала XIX в. связана с изобретением и внедрением рабочих машин в ведущую отрасль промышленности этого периода – текстильное производство. Затем под воздействием потребности производства был создан универсальный тепловой двигатель в виде паровой машины двойного действия. Однако только с переходом на машинную систему производства машин были обеспечены необходимые технические условия для победы крупной машинной индустрии. В результате технической революции конца XVIII – начала XIX в. были изобретены различные машины, необходимые для создания крупного машинного производства, созданы условия для такого построения технологического процесса, при котором предмет труда проходит последовательный ряд взаимно связанных частичных процессов, выполняемых разнородными, но дополняющими одна другую рабочими машинами.

В новых условиях изготовление изделий предполагало выполнение трех обязательных условий: 1) предмет труда обрабатывался инструментом, приводимым в действие механизмом машины, а не человеком, который теперь сам становился придатком машины; 2) обработка строится на основе разделения труда не по субъективному принципу, как это было в мануфактуре, а на основе объективного разложения технологического процесса на такие составные части, выполнение которых можно передать техническим средствам; 3) производственный процесс осуществляется в результате кооперации не "частичных" рабочих, а кооперации и взаимодействия "частичных" машин, в совокупности составляющих систему. Все это создавало технические предпосылки промышленной революции, т.е. изменения способа производства в результате перехода к машинно-фабричному производству, к крупной капиталистической промышленности.

Техническая революция постепенно захватила все отрасли промышленности; были технически перевооружены транспорт, связь, а потом и сельское хозяйство. Великая промышленная революция за 100 лет во всех цивилизованных странах совершила полный переворот во всем способе производства.

В условиях машинной индустрии технические средства, технология и организация производственного процесса свободны от жесткой ориентации на возможности работника. Разложение технологического процесса на элементарные операции является предпосылкой нового построения производства, исходя из учета прежде всего его объективных факторов.

Англия была первой страной, которая вступила на путь развития крупной промышленности. Если в 1771-1775 гг. в Англию ежегодно в среднем ввозилось менее 5 млн. ф. хлопка-сырца, то в 1841 г. было ввезено 528 млн. ф., а в 1844 г. по подсчетам Ф. Энгельса, ввоз должен был составить не менее 600 млн. ф. В 1834 г. Англия ввезла 556 млн. ярдов хлопчатобумажной ткани, 76,5 млн.ф. хпопчатобумажной пряжи и на 1200 тыс. ф. ст. хлопчатобумажных вязанных изделий. Крупным районом хлопчатобумажной промышленности стал Ланкашир, сформировались такие цен-

тры, как Ливерпуль и Манчестер, в которых к 30-м годам XIX в. насчитывалось до 700 тыс. жителей. Вслед за хлопчатобумажным производством технические нововведения проникают и на предприятия по производству шерстяных тканей. С этого времени в округах, обрабатывающих шерсть, началось такое же быстрое развитие, как и в районах хлопчатобумажного производства.

Развитие машиностроения стимулировало прогресс в горнодобывающей промышленности, металлургии, строительстве дорог и каналов, сооружения пароходов и паровозов. В результате промышленной революции вместо "небольших мастерских разрозненных производителей появилась современная промышленность с ее огромными фабриками и заводами, в которых сотни рабочих управляют сложными машинами, приводимыми в движение паром; дилижансы и повозки на больших дорогах вытеснены железнодорожными поездами, так же как маленькие парусные шхуны и фелюги – пароходами".

Техническая и промышленная революции в Англии оказали самое непосредственное влияние на развитие производства во Франции. Под влиянием английской промышленности происходил рост полотняного производства в Нормандии, кружевной промышленности в Валансьене, начали применять рабочие машины в чулочно-вязальном производстве. Английских мастеров приглашали для обучения французских ткачей операции механического чесания, английские прядильные и ткацкие станки устанавливали на французских текстильных предприятиях. Наиболее крупные металлургические заводы вводили новейшие английские технические достижения: отражательные печи, цилиндрические воздуходувки, усовершенствованные кузнечные и сверлильные станки, паровые машины.

Развитие промышленности во Франции заметно ускорилось после буржуазной революции 1789-1794 гг., когда возникли крупные промышленные предприятия, возрос объем производства, нашли применение многие изобретения (химический метод беления и крашения тканей, искусственное изготовление селитры и др.).

Под влиянием технического развития Англии и Франции со второй четверти XIX в. промышленный переворот охватил Германию, Австрию и Венгрию. В Германии переход от ремесла к крупному машинно-фабричному производству включал в себя промежуточный этап – этап домашней промышленности, опиравшейся на мелкое, свободное или арендаторское земледелие. Поэтому промышленная революция в Германии затронула не только городское, но и сельское население и распространилась на гораздо большую территорию страны, чем это было в Англии и Франции.

Технический переворот или промышленная революция в США проходили под непосредственным влиянием английской промышленной революции. Вместе с тем для США характерно большое число собственных изобретений и быстрое внедрение их в производство. Хотя первые текстильные машины были вывезены из Англии, они почти сразу подверглись улучшению, кроме того, были сконструированы новые, более совершенные образцы.

Первые рабочие машины появились в США в 1787 г. Это были прядильные машины "Дженни" и кардные машины, которыми стали оснащать текстильные предприятия. Уже в 1789 г. была построена прядильная машина с водяным приводом. В 1791 г. был применен механический ткацкий станок. В 1793 г. американец Эли Уитни изобрел машину для очистки хлопка, получившую широкое распространение в Америке и в Европе. К числу технических усовершенствований на американских текстильных предприятиях в 20-х годах XIX в. относится приводимая водяным двигателем цилиндрическая машина для механической набойки тканей; конденсатор Гоулдинга, механизировавший кардный процесс; механическая передача полуфабриката от машины к машине и др.

Начало технической революции в России относится к 20-м годам XIX в. В это время технически переоборудовали многие текстильные и металлообрабатывающие предприятия России, отечественные изобретатели разрабатывали и строили различные машины и паровые двигатели, из Англии ввозили рабочие машины. Число только механических ткацких станков в России в 1860 г. составляло 13 131.

С начала XIX в. в России начинает развиваться машиностроение, с 20-х годов во многих производствах применяют паровые машины, с 30-х годов происходит переход от кричного процесса к пудлингованию и вскоре был выплавлен первый чугун на коксе. Все эти данные свидетельствуют о техническом перевороте в производстве.

Техническая революция, происходившая в России в 20-50-х годах XIX столетия, стала перерастать в промышленную лишь после реформы 1861 г., знаменовавшей собой начало нового периода капиталистического развития России.

Технологические особенности капиталистического машинно-фабричного производства

Техническую основу машинно-фабричного производства составляет система машин, в которой от одного центрального (или группового) двигателя (паровой машины) механическая энергия передается обычно через гибкую передачу на главный трансмиссионный вал, с которого через ременные передачи она поступает на рабочие машины. В зависимости от отрасли промышленности (машиностроение, текстильное производство и др.) или от технологического процесса используют либо однородные машины (например, швейные), либо разнородные (токарные, сверлильные, фрезерные и др.).

Особенностью машинно-фабричного производства является совершенно новое взаимодействие между производителем и рабочей машиной. Если при мануфактуре рабочий, приводя орудие труда в движение и воздействуя им на предмет труда, сам заставляет орудие служить себе, то теперь, при системе машин, рабочий должен следовать за движением орудий труда, т.е. он уже служит машине, а не она ему. Поскольку машина существует независимо от производителя, она подчиняет себе рабочего. Отсюда следует, во-первых, что рабочий должен усвоить самые простые и однообразные приемы, а это сделало труд непривлекательным; во-вторых, сократились издержки на рабочего до минимума; в-третьих, соз-

далась возможность повышать ритм работы машин, к которому и вынужден приспосабливаться каждый рабочий; и, наконец, в-четвертых, увеличилось количество труда, которое отдает каждый и все рабочие предприниматели.

Применение машин возможно в том случае, когда производство в большей степени начинает специализироваться не только по отдельным отраслям промышленности, но и внутри каждой отрасли и даже каждого предприятия. Эта специализация допускает и вызывает производство массового продукта, повышает производительность человеческого труда, позволяет выработать наиболее рациональную организацию труда и производства.

Система машин крупной капиталистической промышленности по своей технологической сущности требует и позволяет разлагать всякий процесс производства на его основные элементы. Поэтому возникли возможность и необходимость применение науки в производстве.

Машинно-фабричное капиталистическое производство дало гигантский толчок развитию производительных сил, было способно обеспечить производство средств производства, что составляло одну из особенностей крупной индустрии. Действительно, во всех странах, ставших на капиталистический путь, шло неуклонное увеличение добычи угля и руд, выплавки чугуна и стали, выпуска продукции химической промышленности, машин.

В результате технической и промышленной революции производительные силы настолько увеличились, что позволило во много раз поднять производительность общественного труда. Так, например, в 1840 г. за день изготовлялось товаров в 27 раз больше, чем в 1770 г., т.е. в начале перехода этой страны к образованию машинно-фабричной системы. Следует заметить, что производительная сила людей развивалась за это время относительно медленно (возросла только в 2 раза). Производительность общественного труда росла главным образом вследствие качественного изменения мтериально-технической базы производства, т.е. увеличения производительной силы технических средств (увеличение более чем в 54 раза).

15. ПЕРВЫЕ РАБОЧИЕ МАШИНЫ В ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Предпосылки создания рабочих машин

Технический переворот и промышленная революция конца XVIII – начала XIX в. явились двумя ступенями исторического процесса перехода от мануфактуры к крупной машинной индустрии.

Исключительное значение рабочих машин обусловлено тем, что они были первыми устройствами, заменившими руку человека и впоследствии получившими широкое распространение в промышленности. И тот и другой механизмы созданы в конце XVIII в. в Англии, стране, в которой началась техническая и зародилась промышленная революция. В середине XVIII в. Англия вышла победительницей в многовековой борьбе за колониальное господство, что привело к активному развитию ее колониальной торговли, росту плантаторского хозяйства и к колоссальному увеличению спроса на промышленные товары. Потребность в этих товарах возрастала настолько быстро, что мануфактурное производство, несмотря на весьма существенное увеличение его масштабов, не в состоянии было ее удовлетворить. Дальнейшее расширение производства столкнулось с трудностями, состоящими в том, что в Англии почти до начала XIX в. основная доля промышленной индустрии падала не на средства производства – основу машинной индустрии, а на продукты потребления – одежду, ткани, обувь, утварь и т.п.

В конце XVIII в. наиболее развитой отраслью европейского производства была текстильная промышленность. В Англии, бывшей в то время технически передовой индустриальной державой, это положение проявлялось наиболее сильно, поэтому именно в текстильной промышленности прежде всего отразилось все обострявшееся несоответствие между возраставшей потребностью в тканях и возможностью удовлетворения этой потребности методами ручного мануфактурного производства. Кроме того, ведущая роль хлопчатобумажной промышленности была обусловлена от-

сутствием тех исторически сложившихся традиций ремесленного производства, которые мешали созданию принципиально новых способов производства машин в других отраслях. Поэтому не случайно, что именно в текстильной промышленности наиболее наглядно стали проявляется элементы перехода от ручного труда к машинному. Этому способствовало принятие специального закона, согласно которому ввоз индийских хлопчатобумажных тканей, составлявших большую часть этого товара на английском рынке, был запрещен, что весьма благотворно отразилось на развитии производства хлопчатобумажных тканей в самой Англии.

Однако техника текстильного производства в первой трети XVIII в. все еще оставалась на уровне мануфактурного периода. Основные технологические процессы текстильного производства – прядение и ткачество – осуществлялись непосредственно руками человека без применения специальных орудий или инструментов.

Чтобы более отчетливо представить себе революционные сдвиги в текстильном производстве, обратимся к истории. Процесс передачи рабочих функций от человека к машине при прядении начался с совершенствования основного рабочего движения, связанного с заменой функции правой руки. Для этого вначале было создано веретено-волчок, затем применена веревочная передача. При использовании веретена попытки увеличить производительность труда тормозились утомляемостью руки прядильщицы, выполнявшей функцию двигателя, и малой скоростью веретена. Значительный толчок в развитии процесса прядения произошел с изобретением ручной прялки. В этом случае веретено приводилось в движение от колеса, вращаемого человеком с помощью рукоятки или ножной педали.

Затем была создана самопрялка, имевшая свободную катушку и рогульчатое веретено, приводимое в движение от колеса, вращаемого пряхой. В процессе производства ленточка с катушкой направлялась в отверстие канала, по выходе из которого поступала на рогульку, закрепленную на веретене. Благодаря разнице в скоростях вращения веретена и катушки выработанная пряжа наматывалась на катушку. Таким образом, процесс прядения на само-

прялках слагается из вытягивания пальцами тонкой ленточки, кручения этой ленточки, превращения ее в пряжу и наматывания готовой пряжи на катушку. Основное отличие от прялки заключалось здесь в том, что все три операции процесса прядения протекали одновременно и непременно, что повысило производительность самопрялки. Первые самопрялки, появившиеся еще во второй четверти XIV в., вследствие использования ножного привода позволили освободить руку прядильщицы для выполнения рабочего процесса. Вспомогательные функции (кручение и наматывание пряжи) стали осуществляться механически и непрерывно без непосредственного участия человека.

С того времени как человек научился пользоваться первыми орудиями труда, им было создано множество самых различных устройств и открыты законы, обеспечивавшие господство над окружающей его природой. Некоторые из этих открытий носили революционный характер, коренным образом изменяя производительные силы человеческого общества. К числу таких изобретений относится и вытяжной прибор в прядильной машине. Именно эта часть машины определила начало промышленной революции, исходным пунктом которой явилась машина-орудие.

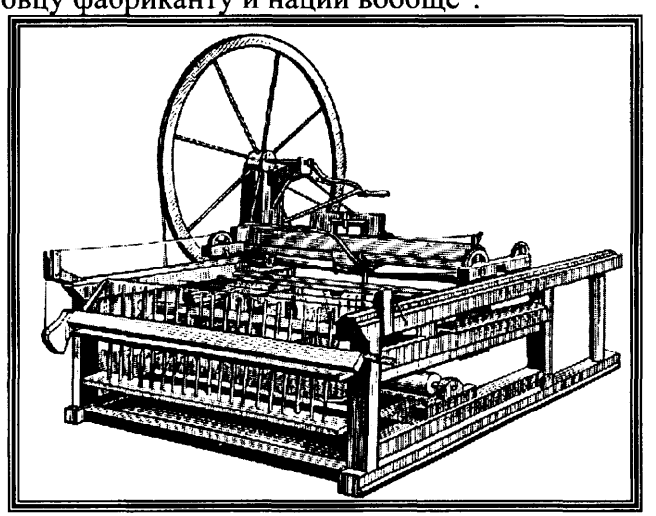
Прядильные машины

Машина для того, "чтобы прясть без помощи пальцев",– так говорилось в программе Джона Уайетта. Не имея средств для реализации своего изобретения, английский механик Уайетт передал право на его эксплуатацию мелкому предпринимателю Люису Паулю, который в 1738 г. взял на эту машину патент. В нем указывалось, что конец расчеканенной ленты хлопка помещают между двумя валиками или цилиндрами, которые своим вращательным движением захватывают хлопок или шерсть. В то время как они проходят между обоими цилиндрами, последовательный ряд других цилиндров, вращающихся со все большей скоростью, вытягивает их в нить любой тонкости. К сожалению, о конструкции этой машины сведений почти не сохранилось. Кроме того,

попытки внедрения ее в производство не увенчалась особым успехом, но тем не менее именно эта машина определила начало технического переворота, так как здесь впервые была выпрядена хлопчатобумажная нить без непосредственного участия человека.

Продолжая работать над усовершенствованием своей машины, Уайетт и Пауль берут новый патент на усовершенствованную машину и организуют небольшую прядильню в Бирмингеме. В дальнейшем родственник Пауля, которому он передает право на эксплуатацию изобретения Уайета, организует довольно обширное предприятие. Таким образом начинают зарождаться первые текстильные фабрики, послужившие прообразом для создания машинно-фабричного производства в самых различных областях промышленности.

Существенным фактором, интенсифицировавшим дальнейшее развитие технических средств прядения, был так называемый прядильный голод, вызванный усовершенствованием ткацкого станка. В 1761 г. "Общество поощрения ремесел и мануфактур" объявило о назначении двух премий за создание машины, способной повысить производительность труда настолько, чтобы ликвидировать острый недостаток пряжи и происходящий отсюда " великий ущерб торговцу фабриканту и нации вообще".



Машина Харгривса «Дженни» (1768 г.)

Прядильная машина, получившая в дальнейшем довольно широкое промышленное применение, была создана английским механиком Джеймсом Харгривсом в 1768 г. и названа им в честь дочери "Дженни". Машина Харгривса представляла собой ручную самопрялку с вытяжным аппаратом. Расчесанные ленты хлопка наматывались на специальные катушки и соединялись с веретенами. Между катушками и веретенами помещался зажим, при помощи которого вытягивалась ровница, которая затем скручивалась и благодаря разнице в числах оборотов веретен и катушек наматывалась на катушки. Основная конструктивная особенность этой машины в том, что вытяжные валики Уайетта заменены особым подвижным зажимом, состоящим из двух брусков дерева, расположенных на каретке. Рабочий одной рукой двигал каретку с вытяжным прессом, вытягивая нить, а другой вращал колесо, приводившее в движение веретена, которые эту нить закручивали. Работа на машине, по существу, сводилась к трем основным движениям: к вращению приводного колеса, к прямолинейным движениям каретки взад и вперед и к нагибанию проволоки, с помощью которой нити располагались так, чтобы они попали в положение наматывания. Таким образом, вытяжной пресс Харгривса заменил руку рабочего. Главное достоинство машины Харгривса – возможность одному рабочему работать на нескольких веретенах (вначале их было 8, затем 16). В дальнейшем стали использовать 80 и более веретен.

В 1772 г. механик Вуд создает машину, где вытяжной прибор неподвижен, а передвигаются веретена, т.е. происходит процесс, обратный тому, который имеет место в машине Харгривса. Здесь лента, являющаяся предметом труда, занимает пассивное положение, а веретено (рабочий инструмент) в значительной мере активизируется. Вытяжной пресс, оставаясь неподвижным, закрывается и открывается, а веретена не только вращаются, но и перемещаются.

Дальнейшее развитие прядильных машин связано с именем англичанина Ричарда Аркрайта. Машина Аркрайта, запатентованная им в 1769 г., была довольно удачным соединением вытяжного

механизма Уайетта с крутильно-наматывающим аппаратом самопрялки. Прядильные машины обычно работали на основе "автоматического двигателя" – водяного колеса. Свое название "ватер-машина" она получила благодаря непрерывности действия.

Машина Аркрайта обладала двумя неоспоримыми достоинствами принципиального характера. Во-первых, в отличие от машины Харгривса она с самого начала была рассчитана на механическую движущую силу, и, во-вторых, здесь уже был осуществлен принцип непрерывности работы.

В процессе производства ватер-машина давала толстую и крепкую нить, машина Харгривса – тонкую, но очень слабую. Соединить достоинства этих машин и одновременно устранить многие недостатки удалось английскому ткачу Самюэлю Кромптону. Вместо прибора, используемого в машинах Харгривса, он применил вытяжные валки ватер-машины и ввел каретку, двигающуюся взад и вперед, на которой помещались веретена. При отходе каретки от валиков веретена еще сильнее вытягивали и закручивали нить. При приближении каретки к валикам нитка закручивалась и наматывалась на веретено. Благодаря такой конструкции машина давала крепкую и тонкую пряжу. Однако в машине Кромптона приходилось вручную управлять чередованием ее рабочих действий: движением и остановкой вытяжных валиков или каретки, подниманием или опусканием надниточника и подниточника. В дальнейшем не раз делались попытки полностью механизировать работу таких машин, но успеха добился только английский механик Ричард Робертс, получивший в 1825 г. первый, а в 1830 г. второй патент на автоматическую прядильную машину периодического действия. В результате была создана мюль-машина, или сельфактор.

Наряду с достоинствами мюль-машины обладали весьма существенным недостатком, заключавшимся в том, что в процессе работы отдельные операции чередуются, тогда как в ватер-машинах все процессы осуществляются непрерывно. Поэтому при одинаковой скорости вращение веретена производительность ватер-машин была выше производительности мюль-машины. Кроме того, мюль-

машина сложнее, требует более высокой квалификации рабочих и т.п. Все это заставило заняться совершенствованием ватермашины, в результате чего был предложен кольцевой ватер, где вместо веретенной рогульки было применено металлическое кольцо, концентрически насаженное вокруг веретена.

В результате всех этих усовершенствований машина приобретает основные черты автоматической, работающей без непосредственного участия человека.

Механическое ткачество

Коренное усовершенствование в ткацкий станок внес в 1733 г. английский механик и ткач Джон Кей, создавший конструкцию с самолетным челноком. Машина обеспечивала продевание челнока между нитями основы. Но челнок был не самодвижущийся: его перемещал рабочий с помощью рукоятки, соединенной с блоками шнуром и приводящей их в движение. Блоки постоянно оттягивались пружиной от середины станка к краям. Перемещаясь по направляющим, тот или иной блок ударял по челноку. В процессе дальнейшего развития этих станков выдающуюся роль сыграл англичанин Эдмунд Картрайт. В 1785 г. он создал первую, а в 1792 г. вторую конструкцию ткацкого станка, обеспечивающего механизацию всех основных операций ручного ткачества: прокидку челнока, подъем ремизного аппарата, пробой бердом уточной нити, сматывание запасных нитей основы, удаление готовой ткани и шлихтование основы. Крупное достижение Картрайта – применение для работы ткацкого станка парового двигателя.

Значительным достижением в развитии текстильного производства и крупным событием в совершенствовании рабочих машин явилось изобретение французом Жаккаром в 1804 г. станка для узорчатого тканья. Жаккар изобрел принципиально новый способ изготовления тканей со сложным крупноузорным многоцветным рисунком, применив для этого специальный прибор. Здесь каждая из нитей основы проходит через глазки, выполненные в так назы-

ваемых лицах. Вверху лицы привязаны к вертикальным крючкам, внизу расположены грузики. С каждым крючком соединена горизонтальная игла, и все они проходят через специальную коробку периодически совершающую возвратно-поступательные движения. С другой стороны прибора расположена призма, укрепленная на качающемся рычаге. На призму одевается цепь из перфорированных картонных карт, число которых равно числу разноперепленных нитей в узоре и подчас измеряется тысячами. В соответствии с вырабатываемым узором в картах проделаны отверстия, через которые проходят иглы при очередном ходе коробки, в результате чего связанные с ними крючки занимают вертикальное положение, либо остаются отклоненными.

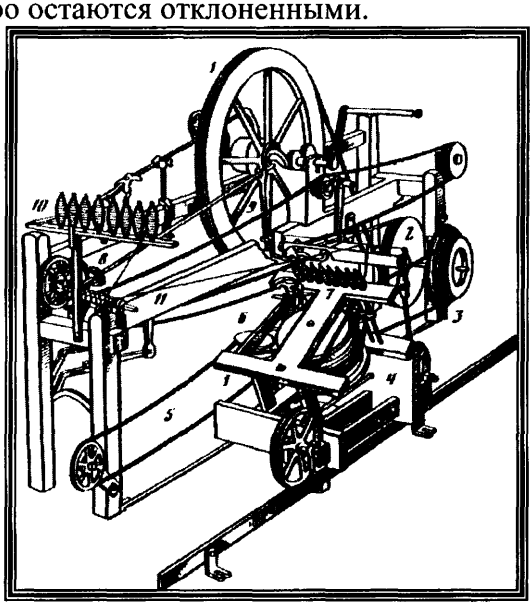


Схема устройства прядильной машины Кромптона (1774 – 1779 гг.): 1 – ведущий шкив; 2,3 – ведомые шкивы; 4 – каретка; 5 – система канатов и блоков; 6 – барабан; 7 – веретена; 8 – валик; 9 – рычаг; 10 – катушки; 11 – нить

Машина Жаккара обеспечивала тканье разноцветными нитками, автоматически выполняя различные узоры. От ткача совершенно

не требовалось виртуозного мастерства и все его умение должно должно было заключаться в том, чтобы при выработке ткани с новым узором сменить программирующую карту. Станок работал с такой скоростью, которая совершенно не была доступной ткачу, работающему вручную.

Существенное усовершенствование ткацкого станка, ведущее к его автоматизации, принадлежит англичанину Джеймсу Нартропу. В короткий срок ему удалось создать приспособление, обеспечивающее автоматическую замену пустого челнока полным при остановке машины и на ходу. Станок Нартропа имел специальный магазин челноков, подобный магазину патронов в винтовке. Опорожненный челнок автоматически выбрасывался и заменялся новым.

Начавшийся в области текстильного производства технический переворот быстро распространился и на остальные области, где не только произошли коренные изменения в технологическом процессе и оборудовании, но и были созданы новые рабочие машины: трепальные – превращающие кипы хлопка в холсты, расщепляющие и чистящие хлопок, укладывающие параллельно одно к другому волокна и вытягивающие их; чесальные – превращающие холст в ленту; ленточные – обеспечивающие более однородный состав лент и т.п.

В начале XIX в. широко распространились специальные машины для прядения шелка, льна, джута. Создаются машины для вязания, для плетения кружев. Большую популярность завоевал чулочно-вязальный станок, выполнявший до 1500 петель в минуту, тогда как самая проворная прядильщица делала ранее не более ста петель. В 80-90-х годах XVIII в. конструируются станки для основного вязания. Создают тюлевую и швейную машины. Наибольшую известность получили швейные машины Зингера.

Переворот в способе изготовления тканей повлек развитие таких смежных с текстильной промышленностью отраслей, как белильное, ситцепечатное и красильное производство, что, в свою очередь, заставило обратить внимание на создание более совершенных красителей и веществ для отбелки тканей. В 1785 г. К.Л. Бертолле предлагает способ беления тканей хлором. Англий-

ский химик Смитсон Теннант открывает новый способ приготовления белильной извести. Под непосредственным влиянием технологии обработки тканей развилось производство соды, серной и соляной кислоты. Таким образом, техника давала науке определенный заказ и стимулировала ее развитие. Однако, касаясь взаимодействия науки и техники периода промышленной революции, следует подчеркнуть, что характерной чертой промышленной революции конца XVIII – начала XIX в. явилась сравнительно незначительная связь с наукой. Это была революция в технике, революция, происходившая на основе практических исследований. Уайетт, Харгривс, Кромптон были ремесленниками, поэтому главные революционные события в текстильной промышленности произошли без особого воздействия науки. Важнейшим следствием машинизации текстильного производства было создание принципиально новой машинно-фабричной системы, вскоре ставшей господствующей формой организации труда, резко изменившей его характер, а также положение трудящихся.

Создание машинно-фабричной системы в текстильной промышленности

Одной из первых фабрик, в собственном смысле этого слова, была прядильная фабрика, организованная Аркрайтом в Крамфорде. По размерам она значительно превосходила все существовавшие предприятия такого типа. Энергию этой фабрике давало мощное водяное колесо, установленное на незамерзающей реке. Затем Аркрайт организует подобные предприятия по всему Ланкаширу и вскоре фабричная система распространяется по стране, переходя на другие области производства.

Главная особенность техники фабричного производства заключалась в использовании машин с рабочим механизмом, выполняющим соответствующие операции без непосредственного участия рабочего. Обычно эти машины приводились в действие одним центральным двигателем – паровой машиной, от которой движение, как правило, через трансмиссию, передавалось на рабо-

чую машину. Следовательно, функции энергетические и функции осуществления непосредственного рабочего процесса оказались переданными машине. На долю человека остались лишь транспортные операции, а также функции, сопровождающие основной рабочий процесс. Таким образом, человек оказался непосредственно связанным с машиной, выполняя отнюдь не самую творческую часть работы.

В 1844 г. лорд Эшли заявил в палате общин, что машина заменила мускулы рабочих, но в то же время увеличила труд людей, подчиненных ее ужасному движению. Он писал, что "труд, заключающийся в том, чтобы в течение 12 часов следовать за двумя мюль-машинами, составлял при прядении пряжи № 40 в 1815 г. 8 миль ходьбы". В 1832 г. дистанция, которую в течение 12 часов приходилось пройти при двух мюль-машинах рабочему, составляла уже 20 миль и даже более.

Таким образом, капиталистическое применение машин не только лишало труд рабочего всякого содержания, но и оставляло значительное число рабочих вообще без работы. Особенно ужасным оказалось положение ткачей. Выброшенные за ворота фабрики, они нигде не могли найти работы, так как вытеснившие их станки быстро распространялись, найдя всеобщее признание промышленников и повсеместное применение. "Всемирная история не знает более ужасающего зрелища, чем постепенная, затянувшаяся на десятилетия и завершившаяся наконец в 1838 году гибель английских ручных хлопчатобумажных ткачей. Многие из них умерли голодной смертью, многие долго влачили существование со своими семьями на 21/2 пенса в день". Последствия использования хлопчатобумажных машин очень скоро перешагнули границы метрополии, и генерал-губернатор Ост-Индии в 1834-1835 гг. констатировал: "Бедствию этому едва ли найдется аналогия в истории торговли. Равнины Индии белеют костями хлопкоткачей".

Таким образом, значение создания машинно-фабричного производства, не ограничившись изменениями в самом производстве, оказало весьма существенное влияние на развитие общества в целом.

16. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

Научные и практические предпосылки создания паровой машины

В период становления капиталистической мануфактуры назрела настоятельная потребность в мощном двигателе для приведения в действие машин, употребляемых вначале спорадически, а затем все более широко, "особенно при некоторых простых подготовительных процессах, требующих большого количества людей и большей затраты силы".

Энергетической основой капиталистической мануфактуры стало водяное колесо, нашедшее применение еще до нашей эры. Оно вполне оправдывало свое назначение, пока работало лишь на мельничные поставы, и потребность в энергии сочеталась с возможностями ее получения. Само водяное колесо создавало предпосылки для обслуживания все более трудоемких и разнообразных процессов и для увеличения размеров всего комплекса машин на заводах и шахтах XVI-XVIII вв.: молотов, воротов, "бревнотасок", дробилок, воздуходувных мехов, а также расточных и сверлильных станков (при изготовлении пушек), лесопильных рам, токарных станков с ручным суппортом и т.п. При таком разнообразном использовании водяного двигателя, универсального по техническому применению, обнаружился его главный недостаток – привязанность к естественным водным потокам.

Затруднения прежде всего начались в металлургии и горном деле. Металлургические заводы и шахты возникали в местах залегания руды и угля, и зависимость от водной энергии стесняла развивающиеся отрасли промышленности. Для выплавки металла, например, уже было недостаточно ручного воздуходувного меха, для снабжения воздухом кузнечных горнов и передельных печей и домен понадобилась громоздкая машина, требующая для привода мощного двигателя. Потребность в таком двигателе остро ощущалась и при устройстве водоснабжения быстро растущих городов, и при откачке воды из шахт.

Именно необходимость в создании насосов для откачки воды из шахт дала главный толчок к поискам нового двигателя. Работы в этой области проводились на рудниках ряда европейских стран.

Всасывающие насосы, действующие за счет атмосферного давления, вошли в практику задолго до того, как было открыто явление давления атмосферного воздуха на поверхность Земли. Галилео Галилей, опираясь на опыт флорентийских водопроводчиков, знал, что вода не может быть поднята насосом на высоту более десяти метров. Он считал, что сила "боязни пустоты" – понятие, входившее в физические концепции Аристотеля, – ограничена и не может превышать веса указанного столба воды. Галилей предложил и другой способ определения этой силы: ко дну выточенной трубы плотно пригоняли поршень; показателем силы сопротивления возникновению пустоты служил вес груза, отрывавший поршень от дна.

Ученик Галилея Э. Торричелли, продолжая эти исследования в 1643 г., заменил водяной столб ртутью: в трубе образовалась пустота, и высота ртутного столба оказалась меньше высоты водяного столба примерно в 14 раз. Повторяя свои опыты, Торричелли убедился в том, что высота ртутного столба колебалась в зависимости от весового давления воздуха. Таким образом он пришел к замечательным результатам: доказал возможность получения "пустоты" и существование атмосферного давления.

Опыты Торричелли вызвали широкий резонанс. "Пустота" стала предметом глубокого изучения. Результаты исследований известных физиков Паскаля, Мариотта, Бойля, Галлея привели к более полному пониманию природы разрежения и атмосферного давления.

В пятидесятых годах XVII в. Отто фон Герике из Магдебурга изобрел воздушный насос для создания нужного разрежения и с его помощью продемонстрировал силу атмосферного давления. В одном из опытов с помощью разрежения в небольшом сосуде, состоявшем из двух плотно пригнанных полушарий, были созданы такие силы, преодолеть которые не могла восьмерка лошадей, оттягивавшая полушария в разные стороны. Этот опыт обратил вни-

мание ученых и изобретателей XVII в. на "громадную силу" атмосферного давления: 1 кг на 1 $см^2$ по сравнению с граммами или десятками граммов усилий, приходящихся на 1 $см^2$ поверхности ветровых или водяных колес. Поскольку эта "сила" имелась везде, то могло возникнуть предположение о возможности создания атмосферных двигателей, что означало бы освобождение энергетики от местных условий. Задача состояла в создании вакуума или избыточного давления для образования разности энергетических потенциалов давления, дающей возможность произвести работу. Но для этого требовалась предварительная затрата энергии. В опытах Герике для образования вакуума использовали отсасывающий насос, который приводился в движение двигателем. Для производственных целей необходим был источник энергии, позволявший получить вакуум без затраты механической работы. Ученые обратились к тепловым явлениям.

Давно было известно тепловое расширение твердых тел. В XVII в. было обнаружено расширение при нагревании жидких тел и газов и особое место занимали представления о свойствах водяного пара. Однако эти представления не отличались точностью. Многие ученые даже в XVIII в. считали пар воздухом, выделяющимся из воды при ее нагревании.

Способность пара производить механическую работу известна человеку издавна. Герон Александрийский применил для движения шара реакцию паровой струи, выпускаемой из резервуара с кипящей водой по специальным трубам – так почти за две тысячи лет до изобретения паровой машины был создан прообраз турбины.

Первые опыты использования пароатмосферного цикла

Первая задача состояла в том, чтобы заставить "работать" атмосферу, затратив предварительно работу на получение вакуума. Многие изобретатели приобщились к разработке этой проблемы и независимо друг от друга пришли к правильному решению: получить вакуум конденсацией пара при охлаждении в замкнутом пространстве.

В решении этого вопроса заметную роль сыграли труды физика Дени Папена, француза по происхождению, много лет проработавшего в Англии и Германии. Он оценил важность явления конденсации пара, в 1690 г. впервые правильно описал замкнутый термодинамический цикл и создал устройство, в котором пар образовывался при нагревании воды в цилиндре под поршнем, поднимавшемся вверх под давлением пара; когда поршень достигал наивысшего положения и задерживался специальным упором, цилиндр снимали с огня (или убирали огонь) и поливали сверху холодной водой. В результате пар конденсировался и создавалось "бездушное" пространство. При освобождении поршня от упора он опускался вниз под действием атмосферного давления и поднимал связанный с ним груз.

Папен не смог создать работоспособной конструкции, так как пытался осуществить все процессы цикла: парообразование, расширение пара и его конденсацию в полости одного и того же цилиндра. Первая практически действующая водоподъемная паровая установка была создана английским инженером, капитаном саперных войск Томасом Севери. Описание опубликовано в 1696 г., в 1698 г. взят патент.

В водоподъемнике Севери в паровой котел через кран подавалась вода; пар из котла через открытый кран поступал в камеру насоса и вытеснял из нее воду через нагнетательных клапан при закрытом всасывающем клапане в верхний резервуар. Затем кран закрывали, а камеру поливали холодной водой. Пар в камере конденсировался, давление снижалось и через всасывающий клапан вода поступала в камеру. Затем цикл повторялся.

Машина Севери – собственно еще не машина. В ней не было движущихся частей, кроме клапанов. Это был паровой насос (точнее, камерный нагнетательно-всасывающий насос) единственного назначения: поднимать воду. Однако Севери предвидел возможность замены ветрового и водяного колеса паровым насосом в "производстве движущей силы для фабрик всех видов". Таким образом, потребность в универсальном двигателе ощущалась значительно раньше, чем сложились специфические условия начала промышленной революции в 80-х годах XVIII в.

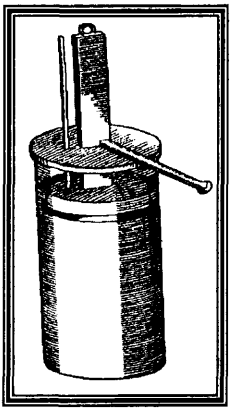


Схема пароатмосферной машины Папена (1690 г.)

Пароатмосферная машина Ньюкомена

Более практичной, чем машина Севери, оказалась конструкция английского изобретателя Томаса Ньюкомена, кузнеца по профессии. Он приступил к постройке своей машины в 1705-1706 гг. в сотрудничестве со стеклоделом Джоном Коули. Остается неизвестным, в какой мере Ньюкомен знал о "двигателе" Папена и других опытах с поршнем, цилиндром и разрежением, но в своем двигателе он удачно совместил достижения Севери и идеи Папена.

Принцип действия пароатмосферной поршневой машины Ньюкомена заключался в следующем: внутри цилиндра двигался поршень, связанный с одним концом балансира. Другой конец балансира соединялся со штангами водоотливного насоса. Пар поступал в цилиндр из котла при открытом кране и поднимал поршень, который уравновешивался весом насосной штанги и добавочного груза. При достижении поршнем верхнего положения кран закрывался. Пар конденсировался вначале благодаря охлаждению цилиндра водой извне, а в более поздних образцах вследствие впрыскивания в цилиндр холодной воды из резервуара через кран. Движение поршня вниз обеспечивалось атмосферным давлением; при этом поднимались насосные штанги и вода откачивалась. Ох-

лаждающая вода и сконденсировавшийся пар удалялись из цилиндра по трубе – излишний пар выпускался из котла через предохранительный клапан. Затем цилиндр с котлом снова сообщались, и пар помогал противовесу вернуть поршень в исходное положение. В этой конструкции паровой двигатель был органически соединен с насосом.

Первая машина Ньюкомена была построена и пущена в работу по откачке воды из рудника в 1712 г. Ее мощность составляла 8 л.с., она обеспечивала подъем воды с глубины 80 м. Так как рабочий цилиндр оставался одновременно и конденсатором, т.е. нагрев и охлаждение цилиндра чередовались, то для работы паросиловой установки Ньюкомена все еще требовалось чрезвычайно большое количество топлива: около 25 кг угля в час на 1 л.с. И тем не менее это был настоящий успех: новая машина позволяла разрабатывать копи на глубину вдвое большую, чем раньше. Уже в 20-е годы XVIII в. машины Ньюкомена работали во многих странах Европы: в Англии, Австрии, Бельгии, Франции, Венгрии, Швеции; в Англии они широко использовались на корнуэлльских оловянных рудниках, в Ньюкаслском угольном бассейне и других местах. Их применяли на рудниках, в системе водоснабжения и в гидротехнических сооружениях. Лондонская машина 1720 г., предназначенная для снабжения города водой Темзы, имела объем котла около 17 куб.м, цилиндр – диаметром более 80 см и высотой 3 м.

Но, несмотря на продолжительную службу машины Ньюкомена, ее применение никакого промышленного переворота не совершило. Ее введение не решало вопроса полностью – машина не была универсальной. Прерывистый характер работы и невозможность действия двигателя вне связи с насосом определяли ее использование только для подъема воды. Об этих машинах не без основания говорили, что для их изготовления нужен железный рудник (конструкция оставалась громоздкой), а для обслуживания – угольная копь.

Вместе с тем предшествующий опыт с пароатмосферными машинами подготовил значительный материал для последующих

изобретателей. Перед ними возникло много конкретных вопросов, главным из которых было создание нового экономичного двигателя.

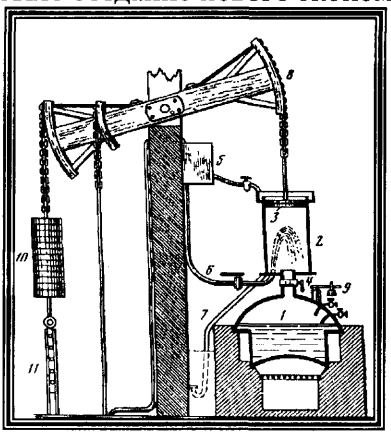


Схема пароатмосферной машины Ньюкомена:
1 – котёл; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – кран; 5 – резервуар; 6 – кран;
7 – труба; 8 – балансир; 9 – предохранительный клапан;
10 – добавочный груз; 11 – водоотливной насос

Машина для заводских нужд И.И. Ползунова

В начале XVIII в. задача создания универсального двигателя еще не созрела, но мысль о таком двигателе уже проявилась в ряде конкретных предложений. Наиболее рациональное из них представлялось тогда в объединении положительных особенностей водяного колеса и паровой машины.

В таких комбинированных теплогидравлических установках паровой насос подавал воду на водяное колесо, которое могло быть использовано для непрерывной отдачи работы в форме вращательного движения. Водяное колесо играло роль передаточного механизма. Подобные установки были запатентованы еще в начале XVIII в., но преимущественное распространение получили в середине, в конце столетия и действовали даже в начале XIX в., когда нужда в универсальном двигателе проявилась особенно остро.

Неуклонное повышение мощности рабочих машин требовало тщательного сравнительного анализа влияния всех факторов на

устройство и мощность приводов. Наступил момент, когда одних эмпирических способов оказалось недостаточно.

Идею создания теплового двигателя, свободного от гидравлического колеса, со всею определенностью высказал и осуществил в своем проекте "огнедействующей машины" русский механик Иван Иванович Ползунов. Он получил техническое образование в горнозаводской школе в Екатеринбурге (ныне Свердловск), а затем прошел практику на заводах Урала и Алтая, занимаясь в свободное время физикой и механикой. Есть основания предполагать, что, работая в Барнауле, Ползунов ознакомился с наиболее фундаментальными для того времени сочинениями Леупольда и Белидора по прикладной механике, а также с книгой "Наставление по рудному делу" И.А. Шлаттера, президента Берг-коллегии, в которой описывались водоподъемные паровые машины. В 1763 г. Ползунов, будучи тогда шихтмейстером Колывано-Воскресенских заводов, представил расчеты и детальный проект парового двигателя (мощностью 1,8 л.с.), в котором предлагал "сложением огненной машины водяное руководство пресечь" и создать двигатель, который мог бы "по воле нашей, что будет потребно, исправлять".

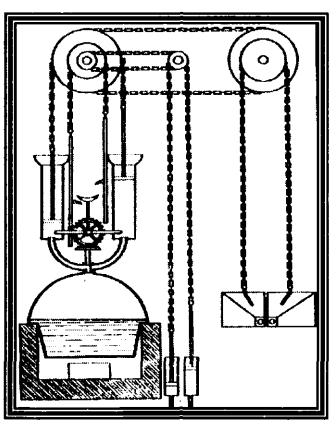


Схема заводской паросиловой установки И.И. Ползунова (1763 г.)

Машина Ползунова отличалась от известных в его время паровых двигателей прежде всего тем, что предназначалась не исключительно для подъема воды, а для привода заводских машин – воздуходувных мехов, и кроме того, в отличие от ньюкоменовского насоса, в котором рабочий ход сменялся холостым, представляла собой машину непрерывного действия. Непрерывность передачи работы достигалась применением двух цилиндров вместо одного: поршни цилиндров двигались навстречу один другому и действовали поочередно на общий вал, т.е. Ползунов предложил и осуществил метод суммирования, нашедший позднее самое широкое распространение в тепловых поршневых двигателях.

По проекту Ползунова пар из котла подавался в один из двух цилиндров и поднимал поршень до крайнего верхнего положения, после чего из резервуара и цилиндр впрыскивалась холодная вода, что приводило к конденсации пара. Под давлением атмосферы на поршень он опускался, в то время как в другом цилиндре в результате давления пара поршень поднимался. С помощью специального устройства осуществлялись автоматическое поступление холодной воды. Система шкивов передавала движение от поршней насосом, нагнетавшим воду в резервуар, и воздуходувным мехам.

В 1764 г. по решению Канцелярии Колывано-Воскресенских заводов Ползунов с помощью учеников приступил к постройке своей огнедействующей машины, и весной 1766 г. она была почти закончена, несмотря на ограниченность отпущенных средств. Но дожить до пуска машины Ползунову не удалось: в мае 1766 г. он умер от скоротечной чахотки. Уже тяжело больной в апреле 1766 г. Ползунов писал в Петербург о готовности двигателя и просил дальнейшие работы над его установкой поручить лучшим мастерам Д. Левзину и И. Черницыну. Испытания и работа по устранению недостатков начались неделю спустя после кончины Ползунова. Обнаружились дефекты двигателя, явившиеся следствием недостаточно высокого уровня машиностроительного производства на Барнаульском заводе: неточная обработка поверхностей цилиндров, наличие в металлических деталях раковин, неплотность воздуходувных мехов и т.п. Сказалось также отсутствие сведений

о теплоте конденсации, без которых невозможно было рассчитать необходимое количество охлаждающей воды.

В июне 1766 г. была успешно испытана установка с мехами, после чего началось строительство печей. В августе того же года установка была пущена в действие. Но в ноябре 1766 г. была обнаружена течь в котле (Ползунов считал этот котел пригодным лишь для пробного пуска), и машину остановили. Был заказан новый котел, но руководители канцелярии все еще сомневались в работоспособности установки и особенно в том, под силу ли постройка мощных паросиловых агрегатов Барнаульскому заводу. Установку забросили, несмотря на благоприятные показатели ее работы в течение 43 дней (была получена прибыль 12 418 р. при использовании всего трех печей), и в 1780 г. совсем разобрали. Модель двигателя, переданная после смерти Ползунова Академии наук, исчезла.

На судьбе изобретателя И.И. Ползунова со всей очевидностью сказались условия феодально-крепостнической России, еще не готовой для перехода к крупному машинному производству.

Паровая машина двойного действия Дж.Уатта

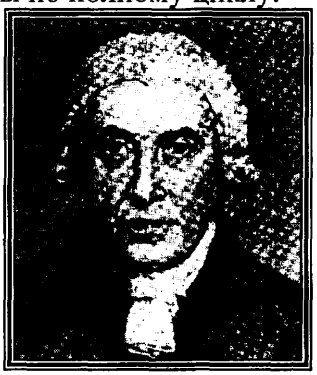
Бурное развитие основных видов промышленности в Англии в первой половине XVIII в. и массовое внедрение в производство рабочих машин, ознаменовавшее собой начало промышленной революции, сделало необходимой революцию в паровой машине. Эта революция означала переход от двигателя частного назначения к универсальному двигателю – основе знергетической базы крупной фабричной промышленности.

Нужда в двигателе, способном приводить в действие любые рабочие машины, особенно остро сказывавшаяся в 1760-180 гг., ярко выразилась в словах английского предпринимателя Меттью Болтона: "В Лондоне, Манчестере, Бирмингеме люди сходят с ума по паровой мельнице". Требовалась такая "мельница", которая бы передавала работу не только непрерывно, но в форме вращатель-

ного однонаправленного равномерного движения и была достаточно экономичной. Универсальный паровой двигатель, пригодный для практической эксплуатации, был создан шотландским изобретателем Джеймсом Уаттом. Уатт, еще в детстве мастеривший модели машин, выбрал профессию механика. Пройдя курс обучения в Глазго и Лондоне, он с 1757 г. стал работать в качестве механика в университете в Глазго и тогда же открыл мастерскую для изготовления и ремонта математических и физических приборов. Уатт близко познакомился со многими учеными, в том числе и с физиком Джозефом Блеком, изучавшим скрытую теплоту испарения водяного пара, и Джоном Робинсоном – тогда еще студентом, а впоследствии профессором физики. Робинсон посоветовал Уатту изучить имевшуюся в то время литературу по механике паровых машин: сочинения Дезагюлье, Леупольда и Белидора. Уатт проводит опыты над свойствами водяного пара и определяет зависимость температуры насыщенного пара от давления. Построенные им кривые близко совпадают с современными данными. Непосредственно работу над паровыми машинами Уатт начал в 1763 г. с починки модели действующей паронасосной установки Ньюкомена. Однако модель была почти неработоспособной, так как будучи геометрически подобной своему промышленному образцу, она отличалась от него протекающими в ней механическими и теплвыми процессами. Установка требовала большого непроизводительного расхода пара, а следовательно, и топлива. После пяти лет упорной работы над моделью Уатт сделал громадный шаг в деле совершенствования паровых двигателей и повышение их экономичности.

Первоначально он пришел к выводу, что хорошая работа пароатмосферной машины зависит от выполнения двух условий: во-первых, получения сильного разрежения под поршнем за счет более полной конденсации пара (для этого нужно было как можно больше охладить цилиндр); во-вторых, поддержания цилиндра в горячем состоянии, чтобы избежать непроизводительных потерь пара при выпуске его из парового котла. Выполнение этих условий одновременно в одном цилиндре новое решение: заключить цилиндр в

паровую рубашку, поддерживая его постоянно в нагретом состоянии, а конденсацию пара осуществлять в отдельном конденсаторе, снабженном насосом для откачивания конденсата и воздуха. В 1765 г. была построена модель нового двигателя, но только в 1769 г. удалось добиться его работы по полному циклу.



Джеймс Уатт (1736 – 1819 гг.)

Первая машина с отдельным конденсатором была создана в 1774 г. Интересной представляется конструкция 1777 г., получившая название "Вельзевул", в которой Уатт применил отсечку и расширение пара с целью увеличения экономичности. К 1780 г. получил распространение тип машин Уатта простого действия, служивших для откачивания воды. Самым надежным потребителем двигателя стали рудники Конуэлла: в 1778 г. в этом графстве насчитывалось свыше 70 установок Ньюкомена, а в 1790 г. все они, кроме одной, были заменены машинами Болтона-Уатта. Большое их число изготовлялось также для медных рудников в Корнваллисе.

В 1778 г. Уатт по предложению своего компаньона Болтона приступил к усовершенствованию парового двигателя. Он детально исследовал процесс расширения пара в цилиндре, сконструировав для этой цели специальный индикатор – прибор, замеряющий давление пара в процессе расширения. Определив практически выгодную степень расширения пара для превращения тепла в работу, Уатт предложил в 1782 г. паровой двигатель с расширением

и получил на него английский патент. Прийдя к мысли использовать вторую половину цилиндра, он создал тек называемый двигатель двойного действия, в котором был существенно снижен удельный расход пара. Это была уже непрерывно действующая машина, в которой источником силы служил пар.

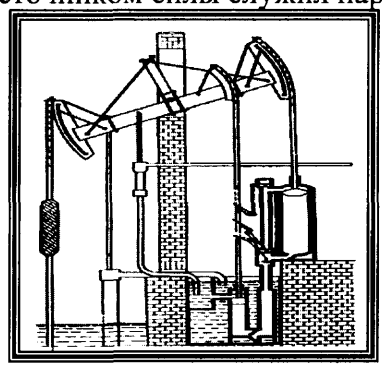


Схема паровой машины Д.Уатта (1775 г.)

Уатту пришлось также решить задачу преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное; он запатентовал пять устройств, с помощью которых была решена эта задача, в их числе нашедшая применение планетарная передача.

Вопрос о преобразовании качательного движения балансира в непрерывное круговое движение вала занимало многих изобретателей еще до Уатта. Папен, например, предлагал передачу через зубчатую рейку и зубчатое колесо. Д. Гулль в 1736 г. разработал комбинацию шкивов с канатной передачей применительно к судам, однако эти (так же как и многие другие) попытки успеха не имели. Наконец, в 1779 г. М. Васбру и в 1780 г. Дж. Пикар запатентовали в Англии кривошипно-шатунные механизмы применительно к паровой машине. Многие механики того времени и в их числе уже упоминавшийся крупный инженер Смитон считали такое сочетание недопустимым: длина хода поршня в цилиндрах тогдашних паровых машин была переменной, и конструкторам казалось, что прямая передача движения с другого конца балансира непосредственно на вал при помощи шатуна и кривошипа невозможна.

Очевидно, в плену этих заблуждений до определенного времени находился и Уатт. После же выдачи патента Васбру и Пикару ему пришлось искать иные пути преобразования формы движения. Он применил планетарную зубчатую передачу для соединения с одним концом балансира, а другой конец балансира соединил со штоком двигателя при помощи изобретенного им механизма, получившего название параллелограмма Уатта – это был плоский шарнирный механизм, часть звеньев (рычагов) которого образовывала параллелограмм. Простое на первый взгляд решение потребовало большого труда изобретателя. Знаменитый параллелограмм стал предметом позднейших исследований французского ученого М.Р. Прони и русского ученого П.Л. Чебышева и послужил материалом для его сочинения "Теория механизмов, известных под названием параллелограммов" (1854 г.). Сам Уатт высоко ценил это свое изобретение и позднее писал сыну: "...хотя не особенно забочусь о своей славе, однако горжусь изобретением параллелограмма более, чем каким-либо из изобретений, которые я сделал". Гениальное изобретение, как его справедливо называют, свидетельствующее о необыкновенно ясной геометрической интуиции Уатта, оказалось лишь временным, переходящим явлением. Впоследствии параллелограмм Уатта был заменен обычным кривошипно-шатунным механизмом.

При создании машины с непрерывным вращательным движением перед Уаттом кроме кинематической задачи встали и чисто динамические проблемы: введение работы пара с двух сторон поршня, применение махового колеса и регулятора, действующего на паровпускной клапан. Для подачи пара в разные полости цилиндра изобретатель использовал автоматически действующее устройство – золотник; для уменьшения колебаний скорости вращения – маховое колесо, а для автоматического поддержания скорости вращения двигателя – центробежный регулятор.

Все предложенные усовершенствования, большинство которых закреплялось патентом 1784 г., позволили Уатту в ближайшие годы выработать тип машины двойного действия с непрерывным вращательным движением, который в течение долгого времени

оставался неизменным и подвергался лишь частичным доработкам.

Почти в течение всего XIX в. паровая машина занимала господствующее положение в энергетике крупной промышленности и транспорта. В результате постепенных усовершенствований, сделанных многими изобретателями ее мощность возросла с 20-30 л.с. в 1830 г. до 1000 л.с. к 1870 г., а коэффициент полезного действия удвоился (с 5 до 10%) за тот же срок. Для такого успеха потребовалась мобилизация всех практических и научных знаний.

Развитие теплотехники явилось ярким примером использования практических знаний при все большем привлечении достижений науки. На первом этапе это выразилось в накоплении большого фактического материала по конструированию и эксплуатации паровых машин и в установлении некоторых эмпирических правил и расчетных формул. Следующий шаг состоял в обращении к исследованиям рабочего тела (водяного пара).

Изобретение Уатта как бы венчало многовековую работу ученых, инженеров и механиков разных стран, приобщившихся так или иначе к решению задачи использования силы пара. Шаг за шагом, под влиянием практических потребностей, а иногда стимулируемые логикой развития самого научного знания, часто интуитивно, подходили они к освоению нового вида энергии. "Паровая машина была первым действительно интернациональным изобретением...".

17. ПРОИЗВОДСТВО МАШИН МАШИНАМИ

Изобретение рабочих машин в текстильном и других отраслях производства и создание универсального парового двигателя потребовали перевооружения машиностроения. В течение многих столетий, вплоть до промышленной революции конца XVIII – начала XIX в., изготовление машин базировалось на использовании ручных орудий труда, инструментов и немногочисленных станков, применявшихся в цеховом и мануфактурном производстве.

Ручное изготовление машин приводило к их дороговизне, машины выпускали в небольших количествах, а сам процесс их производства был крайне медленным. Кроме того, такое производство не в состоянии было обеспечить решение все возрастающих технических задач, связанных с усложнением машин, увеличением их габаритов, веса, мощностей, скоростей, повышением надежности и точности изготовления механизмов. Увеличение размеров машин-двигателей, передаточных механизмов и рабочих машин, рост числа их типов, усложнение и необходимость строго выдерживать размеры сочленяющихся частей вызвали необходимость искать и применять новые конструкционные материалы. Вместо дерева стали использовать металл, прежде всего железо. В свою очередь, это поставило задачу совершенствования металлообрабатывающих станков в производстве, привело к выпуску новых типов станков.

Однако дело не сводилось только к необходимости увеличить масштабы выпуска металлообрабатывающего оборудования. Создание текстильных и прядильных станков, паровых машин и т. п., их быстрое распространение выдвинуло ряд новых специфических требований к металлообрабатывающему оборудованию, в частности, к его точности.

Высокие технические требования к машиностроению предъявляло производство паровых машин. В первое время изготовление универсальных паровых двигателей тормозилось, например, из-за неумения изготавливать хорошо обработанные паровые цилиндры. Старыми техническими средствами было очень трудно создать

минимальный зазор между внутренним диаметром цилиндра и поршнем, а это необходимо, чтобы обеспечить надежную и экономическую работу парового двигателя.

Изготавливать все эти сложные для своего времени изделия на том же предприятии, где их должны были использовать, как это бывало раньше, становилось все более затруднительно. Это приводило к тому, что производство машин постепенно выделялось в отдельную отрасль промышленности. Так Дж. Уатт заказывал цилиндры для своей паровой машины на заводе Вилкинсона, который, кстати, из-за боязни конкуренции держал методы их производства в тайне.

Постоянный рост номенклатуры машин, увеличивающиеся размеры машин и оборудования привели к необходимости обработки большого количества металла. Машиностроение, первоначально зарождавшееся на старой технической основе, нуждалось в более совершенном оборудовании. Использовавшиеся ранее ручные станки не могли удовлетворять возросшие технические требования. Следовательно, не только нужны были металлообрабатывающие станки в других количествах и других размеров, но требовались станки, находящиеся на принципиально новом техническом уровне, обеспечивающие резко возросшую точность изготовления конечного продукта. Обеспечить выпуск таких станков в рамках формирующегося машиностроения могла специальная отрасль промышленности – станкостроение.

Революционизирующую роль при этом должны были сыграть те изобретения, которые позволяли переместить инструмент из рук рабочего в сам станок, сделать его неотъемлемой частью этого станка, превратить сложное орудие в собственно машину. Только это могло должным образом повысить производительность и обеспечить массовый выпуск необходимых машиностроению деталей.

Важнейшая особенность развития машиностроения в конце XVIII – начале XIX в. состояла в том, что глубокие преобразования происходили во всех звеньях этой уже весьма широко раз-

ветвленной и многопрофильной отрасли промышленности. В системе развивающегося машиностроения огромное значение приобрели машины для обработки металлов давлением – ковочные молоты, прокатные станы, прессы, волочильные станы, с помощью которых стали решать технические задачи, связанные с получением металлических заготовок, полуфабрикатов и деталей для производства технологический и энергетических машин, а также элементов строительных конструкций и сооружений.

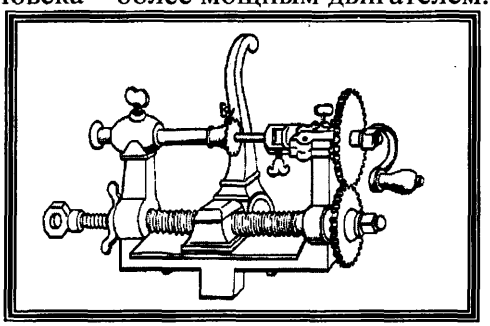
В результате разработки технологии горячей прокатки и ее применение для получения толстых железных и стальных листов стало возможным разрешить проблему создания паровых котлов повышенного давления. Они пришли на смену паровым котлам, изготовлявшимся ранее из небольших медных или железных клепаных листов, ограничивавших мощность паровых двигателей. В свою очередь, постоянно возраставшие мощности паросиловых установок стимулировали прогресс в технике прокатного производства, давшего возможность поставлять для машиностроения широкий ассортимент продукции из железа и стали: листы, швеллеры, рельсы, полосы, различные профили и прутки.

Однако, учитывая, что основным способом формообразования деталей являлось тогда резание металла, прогресс в совершенствовании металлорежущих станков имел очень большое значение. Процесс передачи технологических функций, выполнявшихся ранее человеком, машине отчетливо иллюстрируется на примере токарного оборудования.

Первые попытки создания станков с суппортом

Конец XVIII – начало XIX в. был переломным периодом в процессе совершенствования различных видов металлообрабатывающего оборудования. Распространение металла в качестве основного конструкционного материала потребовало существенной модернизации металлообрабатывающих станков. Привод существовавших тогда станков оказывался слишком маломощным для обработки металла, а усилие руки, держащей резец,– не достаточное,

чтобы снимать большую стружку с заготовки. В результате этого обработка металла оказывалась малоэффективной. Необходимо было заменить руку рабочего специальным механизмом, а мускульную силу человека – более мощным двигателем.

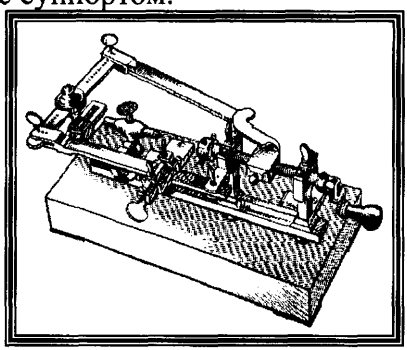


Токарный (фузейный) станок (1771 г.)

Создание механического суппорта положило начало широкому применению станков. Для работы на немеханизированном токарном станке, несмотря на его простоту, необходимо было, помимо чисто профессионального умения, обладать недюжинной силой, чтобы удержать в руках резец при обработке металла. Любое неожиданное отклонение от требуемой формы в результате случайностей, какого-то толчка и т.п. зачастую приводило к необходимости перетачивать деталь по всей длине.

К идее механизированного передвижения резца машиностроители шли долго. Впервые эта идея возникла при решении таких технических задач, как нанесение резьбы, сложных узоров на предметы роскоши, изготовление зубчатых колес и т.д. Для получения резьбы на валу, например, необходимо было сначала произвести разметку; этого обычно достигали, навивая на вал бумажную ленту нужной ширины, по краям которой на вал наносили контур будущей резьбы. После разметки вала опиливали по контуру вручную напильником. Это длительный, сложный и трудоемкий процесс; кроме того, получаемое качество далеко не всегда бывало удовлетворительным, так как абсолютное соответствие размеров и форм зубьев резьбы труднодостижимо.

В середине XVIII в. идея механизированного передвижения резца была воплощена в различных конструкциях станков часовых мастеров. Однако все эти станки имели тот недостаток, что они были специализированными и их использование в ведущих отраслях формировавшейся тогда промышленности было затруднительно. Эта техническая проблема могла быть решена созданием универсального станка с суппортом.

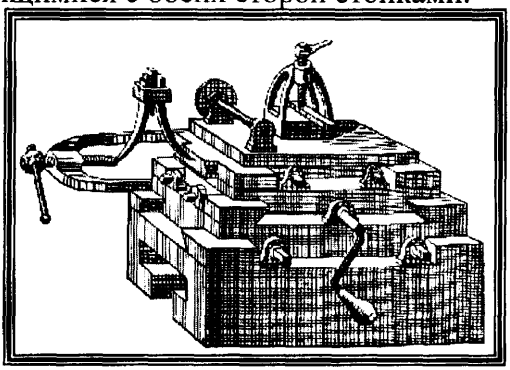


Токарный станок французских часовых мастеров (1741 г.)

Вторая половина XVIII в. ознаменовалась резким увеличением сферы применения металлорежущих станков и поисками удовлетворительной схемы универсального токарного станка, который мог использоваться в различных целях и позволял решать целый комплекс технических задач. Подобно тому, как на базе более ранних пароатмосферных машин Дж. Уатт создал свой универсальный двигатель, универсальный токарный станок строился на опыте эксплуатации первых станков с механизированным передвижным суппортом.

В 1751 г. Ж. Вокансон во Франции построил очень интересный станок, который по своим техническим данным уже походил на универсальный. Он был выполнен из металла, имел мощную станину, два металлических центра, две направляющие V-образной формы, механизированное перемещение медного суппорта в продольном и поперечном направлениях. В то же время в этом станке отсутствовала система зажима заготовки в патроне, несмотря на то, что это устройство уже существовало в более ранних конст-

рукциях станков французских часовых мастеров. Заготовка на станке Вокансона крепилась в центрах, доступ к которым был затруднен находящимися с обеих сторон стойками.



Суппорт орнаментального станка

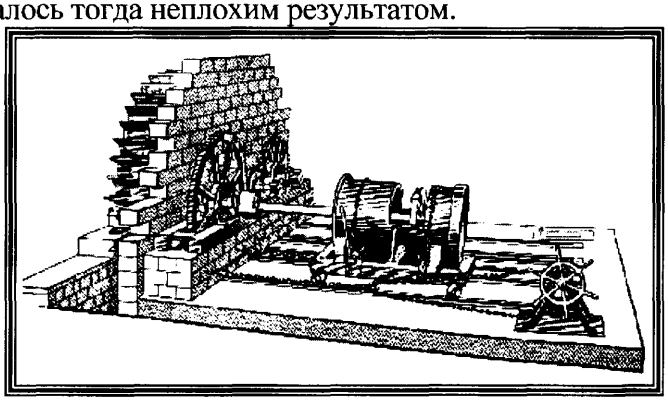
В 1778 г. англичанин Д. Рамсден предложил два типа станков для нарезания резьб. В первом станке вдоль вращаемой детали по параллельным направляющим передвигался алмазный режущий инструмент, перемещение которого задавалось вращением эталонного винта. Станок позволял при одном эталоне получать гамму резью за счет смены шестерен. Второй станок давал возможность изготовлять резьбу с различным шагом на детали большей длины, чем длина самого эталона. Резец продвигался вдоль заготовки с помощью струны, накручивавшейся на центральную шпонку. Эти станки уже включали элементы универсального токарного станка, но все же они не могли использоваться как универсальные.

На процесс создания таких станков влияли опыт изготовления и эксплуатация других видов металлообрабатывающего оборудования. К ним относятся сверлильные и расточные станки. До середины XVIII в. использовались довольно простые типы станков, которые применялись главным образом в оружейных мастерских.

Традиционные методы рассверловки заготовок удовлетворяли промышленность до тех пор, пока отверстия были относительно малы (до 180 мм), но для больших диаметров потребовались дру-

гие станки. Необходимость таких работ была связана прежде всего с созданием паровых машин. Уже первые машины Ньюкомена имели диаметр цилиндра 500 мм при значительной длине (около 3 м). Более поздние модели паровых машин имели еще более значительные размеры. Несовершенство тогдашних расточных станков вынудило Дж. Уатта изготавливать цилиндр для своей первой паровой машины кованным. Для обработки деталей типа цилиндров паровых машин английский инженер Д. Смитон создал в 1769 г. станок, в котором борштанга была закреплена с двух сторон. Однако опорная тележка, поддерживающая борштангу, не обеспечивала достаточную точность (максимальная точность 3/8 дюйма, т.е. 10 мм) и параллельность по всей длине, так как передвигалась внутри обрабатываемого цилиндра.

Полностью решить проблему расточки цилиндров практически любых размеров удалось только английскому механику Д. Вилкинсону в 1775 г., когда он построил на Бершемском заводе станок, в котором борштанга закреплялась с двух сторон в жестко закрепленных подшипниках скольжения и передвигалась вдоль цилиндра с помощью винтовой передачи. Станок Вилкинсона полностью удовлетворял Уатта, так как на нем растачивались детали диаметром более 1 м, причем зазор между цилиндром и поршнем "не превышал толщины шестипенсовой монеты" (примерно 1,5 мм). Это считалось тогда неплохим результатом.



Расточной станок Д. Смитона (1769 г. Англия)

Создание станков промышленного назначения

Задача механизации процесса резания металла была решена к концу XVIII в. До того на разных видах оборудования применяли отдельные элементы: подвижных суппорт, перемещаемый ходовым винтом, сменные шестерни для получения различных величин подач при одном эталонном ходовом винте, несколько видов задних бабок с центрами, системы крепления детали в патроне и т.д. Для создания универсального токарного станка необходимо было удачно объединить эти элементы в единое целое.

Такое решение было предложено Генри Модсли, который, совершенствуя предыдущие образцы, создал универсальный токарный станок. Он явился родоначальником школы машиностроителей. Им и его последователями на основе универсального токарного станка был создан ряд станков различного назначения, сыгравших большую роль в развитии английского машиностроения.

Г. Модсли был выходцем из небогатой семьи и не получил систематического образования. Работая на различных промышленных предприятиях, включая известный тогда Вулвичский арсенал, он ознакомился со многими видами станков и стал кузнецом, токарем, механиком, а позже и чертежником. Начало его творческой деятельности связано с работой на заводе Дж. Брамы, где изготавливались различные металлические изделия, в том числе весьма совершенные замки конструкции Брамы.

Работая у Брамы, Модсли создал в 1794 г. конструкцию подвижного суппорта. Конструкция этого суппорта (каретки) сначала была несовершенна. Позже модернизированная каретка представляла собой резцедержатель, который закреплялся на одной из направляющих в любом месте зоны обработки и мог перемещаться с помощью двух винтов в продольном и поперечном направлениях на ограниченное расстояние.

Уйдя от Брамы, Модсли основал собственную мастерскую и в 1798 г. создал суппорт токарного станка, значительно улучшив первый вариант. Этот станок явился важной вехой в развитии стан-

костроения. Направляющие станка были V-образной формы. Чтобы изменить величину подачи для нарезания резьбы, заменяли ходовой винт, помещенный на одной из направляющих; подвижной люнет и задний центр располагались на второй направляющей.

В 1800 г. Г. Модсли усовершенствовал этот станок, добавив сменные шестерни (их было 28 с числом зубьев от 15 до 50), станина стала более мощной, направляющие – плоскими, ходовой винт помещался между направляющими и был закреплен в подшипниках на станине. Чтобы получить идеальную плоскость направляющих, Модсли притирал одну к другой 3-4 плоские поверхности. Точность притирки была такой высокой, что разнять поверхности можно было только сдвиганием.

В третьем станке Г. Модсли комбинировал плоскую направляющую в V-образной. Внешний вид этих станков был совершенно схож с современными (только шпиндель у них был помещен справа, а не слева, как на станках более ранних и всех последующих типов). На этих станках могли обрабатываться детали от 3 дюймов до 3 футов, так как задняя бабка могла передвигаться. Использовались станки в основном для нарезания резьб.

Одним из учеников и продолжателей дела Г. Модсли был Р. Робертс. Сначала он работал на заводе Вилкинсона, потом токарем и механиком у Модсли в течение двух лет, а затем основал свое дело в Манчестере. Робертс улучшил токарный станок, расположил ходовой винт перед станиной (как и сейчас), добавил зубчатый перебор, ручки управления вынес на переднюю часть станка таким образом, что включение передачи, переключение и реверсирование осуществлялись очень просто. Станок использовали не только для нанесения резьб, но и для точения. Этот станок работал до 1909 г., на нем могли обрабатываться детали до 6 футов и до 19 дюймов диаметром.

В 1817 г. Р. Робертс построил продольно-строгальный станок с ручным приводом. Заметим, кстати, что в довольно большом цехе Робертса в 1821 г., в котором было около дюжины станков, не было никакого двигателя и он нанимал трех человек, чтобы они приводили станки в движение вручную.

Другой выдающийся механик Д. Клемент, работавший около года у Брамы, после его смерти перешел к Модсли руководителем чертежников, а в 1817 г. тоже основал собственное дело. Продолжая принцип стандартизации резьб в нитках на дюйм, который начал проводить в жизнь Модсли, Клемент усовершенствовал метчик, нарезав на нем желобы на специальном приспособлении своей конструкции. В таком виде метчики используются до настоящего времени.

В 1830 г. Д. Фокс, чтобы не снижать точность ходового винта вследствие срабатывания его в процессе точения, ввел в конструкцию токарного станка рейку для подачи суппорта, сохранив ходовой винт, который теперь использовали только при нарезании резьбы. Длина станка была 22 футаб на нем могли обрабатываться детали до 27 дюймов диаметром. Станки Фокса экспортировались в Германию, Францию, Польшу.

История металлорежущих станков показывает, что многие из них создавались на основе заимствования опыта изготовления усовершенствованного токарного станка.

Наиболее наглядно это можно показать на примере группы фрезерных станков. Первые их прототипы использовались французскими часовыми мастерами с конца XVII в. Описание станка дано в работе французского инженера и космографа Н. Биона, опубликованной в 1709 г. Описания несколько более совершенных вариантов подобного станка встречаются и позднее – в упомянутой книге Ф. Берту (1763 г.), у Я. Леупольда (1724 г.), А.К. Нартова (1742 г.). В 1782 г. Вокансон использовал фрезерный станок, фреза которого походила на круглый напильник. Однако эти типы станков не получили распространения.

Наиболее примечательны фрезерные станки, появившиеся в первых десятилетиях XIX в. Изобретение этого станка приписывают нескольким лицам, по-видимому, пришедшим к одной идее самостоятельно. Первые типы фрезерных станков (Э. Уитни, 1820 г.; Д. Несмит, 1830 г.) являлись специализированными токарными станками с несколько измененной схемой обработки: режущий инструмент (фреза) вставлялся в патрон, а детали крепились на

месте каретки. Оба станка имели только поперечную подачу. Станок Несмита был более совершенным – деталь крепилась на оправке с приспособлением для поворота ее на 60 град, фреза охлаждалась водой.

Изобретение нескольких важных типов металлообрабатывающих машин связано с именем одного из последователей Г. Модсли, Д. Несмита. В отличие от других учеников Модсли он получил хорошее образование и стал известен не только своими изобретениями, но и работой по популяризации технических знаний. В частности, он написал вступление к исправленной и дополненной книге Р. Буханана, вышедшей в первой десятилетии XIX в. и выдержавшей пять изданий. Эта книга-справочник долгое время являлась основным учебником по металлообработке. Наиболее крупной работой Д. Несмита было создание парового молота.

Предпосылки создания автоматического оборудования

Автоматический токарный станок был создан в США, где развитие механики обработки металла началось позже, чем в европейской. Первые металлорежущие станки, изготовленные в этой стране, были весьма несовершенны по сравнению со станками Г. Модсли и его учеников.

В первой половине XIX в. станины американских станков были деревянными, с укрепленными на них железными направляющими. Отсутствие опытных станкостроителей и необходимость использования металлорежущих станков на предприятиях, выпускающих продукцию с взаимозаменяемыми деталями (прежде всего на оружейных заводах), приводили к внедрению простых станков и приспособлений, предназначавшихся специально для выполнения отдельной конкретной операции.

Качество американских станков во второй половине XIX в. было уже достаточно высоким. Станки выпускались серийно, причем вводилась полная взаимозаменяемость деталей и блоков станков одной фирмы. Движущиеся части подгонялись не одна к одной, а к специальным шаблонам, обеспечивавшим их идентичность. При поломке деталей достаточно было выписать с завода аналогичную

и заменить ее без малейшей подгонки. Чтобы сократить ручной труд (при невозможности ликвидировать его совсем), детали предварительно обрабатывали на станках. Например, на заводах "Пратт энд Винти" плоскости для суппорта токарных станков сначала фрезеровали, затем строгали и потом "прискабливали" к шаблонам.

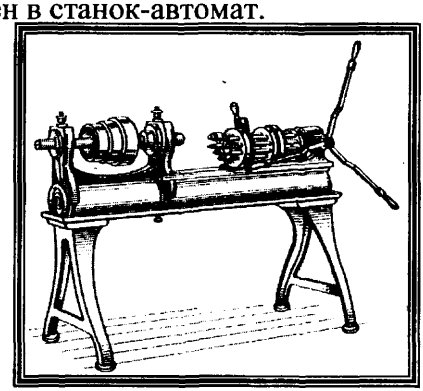
Во второй половине XIX в. были введены элементы, обеспечивающие полную механизацию обработки – блок автоматической подачи по обеим координатам, совершенную систему крепления резца и детали. Режимы резания и подач изменялись быстро и без значительных усилий. В токарных станках имелись элементы автоматики – автоматический останов станка при достижении определенного размера, система автоматического регулирования скорости лобового точения и т.д.

Однако основной причиной ускорения прогресса американского станкостроения было не развитие традиционного токарного станка, который вообще принципиально улучшен быть уже не мог, а создание его модификации – револьверного станка.

Потребность в создании такого станка была связана с переходом в конце первой половины XIX в. от кремневых ружей к ударному капсюльному оружию. Для него требовалось большое количество винтов, и для их производства С. Фитч, взявший у правительства контракт на выпуск 30 тыс. пистолетов, спроектировал и построил в 1845 г. револьверный станок с 8 режущими инструментами в револьверной головке. В 1858 г. Г. Стоун предложил другую схему револьверного станка. Отметим, что это оборудование позволяло обходиться небольшим числом опытных наладчиков и использовать неквалифицированную рабочую силу при сохранении высокой производительности.

Основным преимуществом револьверных станков явилось резкое уменьшение времени, необходимого для смены режущего инструмента. Револьверные станки XIX в. имели обычно два суппорта – один отрезной, имевший одну только поперечную подачу, а второй – проходной, имевший только продольную подачу. На втором крепился револьверный патрон, несущий (в то время) до 10 инструментов. После одной операции резания и отвода резца в исходной положение патрон необходимо было повернуть для ввo-

да в действие нового резца. В общем случае в функцию рабочего входит поворот резцового патрона, подача и крепление материала и режущего инструмента. Передвижение продольного суппорта обычно ограничивалось упорами и поэтому не требовало высокой квалификации рабочего. Все технологические операции здесь несложны и легко могли быть замененны автоматизированными узлами. Следовательно, револьверный станок относительно легко мог быть превращен в станок-автомат.



Револьверный токарный станок

Тенденции автоматизации металлорежущего оборудования в США стимулировались рядом факторов. Среди них экономические факторы занимали главенствующее место. Простота управления этими станками позволяла использовать неквалифицированную и дешевую рабочую силу – женщин и подростков, которые могли обслуживать несколько станков одновременно. Немаловажным было также то, что в период гражданской войны 1861-1865 гг. возрос спрос на огнестрельное оружие, а нехватка квалифицированных рабочих сдерживала рост его производства. Выходом из этого положения было создание станков-автоматов. Успехи автоматизации отдельных элементов металлообрабатывающих токарных и револьверных станков позволяли надеяться на успешное решение этой проблемы, особенно если учесть, что в 40-х годах XIX в. были спроектированы и успешно применялись деревообрабатывающие автоматы (К. Виппль, 1842 г.; Т. Слоан, 1846 г.).

Первый универсальный токарный автомат был изобретен Хр. Спенсером в 1873 г. Он был конструктивно прост, главной его особенностью был кулачковый вал. Х. Спенсер – автор еще нескольких более совершенных типов автоматов.

Изобретение и серийный выпуск токарных автоматов различных типов означал, что станкостроение достигло высокого уровня развития и что можно было ожидать выпуска автоматов других технологических типов металлорежущего оборудования. Таким образом, станкостроение вступало в новый этап своего развития – этап совершенствования автоматических металлорежущих станков.

Образование машиностроения как отрасли крупной промышленности

Уровень технической оснащенности промышленности в Англии в тот период значительно превысил уровень других стран, она была "мастерской мира", но несовершенство форм организации ее промышленности тормозило дальнейшее развитие. Несмотря на то, что в английском машиностроении были некоторые элементы стандартизации и унификации отдельных видов деталей они не имели еще широкого распространения.

Для дальнейшего прогресса необходимо было перестраивать все производство, прежде всего связанное с выпуском промышленного оборудования. Успешное освоение машин в ткацком производстве и других отраслях промышленности, развитие металлообрабатывающих станков положили начало формированию новой отрасли промышленности – машиностроения.

Распространение паровых и текстильных машин и связанное с этим увеличение количества железа и других металлов в производстве машин приводили к расширению сферы применения металлорежущих станков. Однако выпуск металлических машин и необходимость выдержать определенную точность изготовления отдельных деталей вступало в конфликт с ручными методами производства.

К середине XIX в. машиностроение начинает складываться в особую отрасль промышленности. В промышленно развитых странах, прежде всего в Англии, происходят сдвиги в укладе хозяйства и, следовательно, в структуре занятости рабочей силы. В 1850 г. в Англии в сельскохозяйственном производстве было занято только 26% мужского самодеятельного населения (старше 20 лет). В 1860 г. машиностроение США (третьей по промышленному развитию державы в мире в тот период) было занято 41 223 человека, а выпущенная продукция оценивалась суммой в 52 010 376 долларов. В тот период машиностроение США выпускало разнообразное оборудование для хлопчатобумажного производства, лесоразработок, производства одежды и обуви, мукомольной и пищевой промышленности, сталелитейной промышленности, общего машиностроения, производства экипажей, телег, вагонов и т.д.

Необходимым условием прогресса промышленности на этапе формировавшегося машиностроения было внедрение системы полной взаимозаменяемости деталей, что экономически эффективно только при массовом производстве основных промышленных изделий.

В конце XVIII в. в Англии Брюнель приступает к машинному производству корабельных блоков со взаимозаменяемыми частями. В 1785 г. француз Ле Бланк выпускает огнестрельное оружие на принципе взаимозаменяемости. В то время многие из этих работ не получили логического завершения и распространения, но метод Ле Бланка, оказал значительное влияние на техническое развитие США. В 1785 г. Т. Джефферсон (бывший послом во Франции), посетил Ле Бланка и ознакомился с производством оружия. Джефферсон сообщил о работах Ле Бланка в Америку. Можно предположить, что позднейшие американские работы в этом направлении базировались на его опыте.

Система полной взаимозаменяемости не снижала стоимости единицы оружия (хотя сборка его обходилась дешево) из-за возросших требований к точности производства отдельных деталей. Однако такой тип оружия оказался очень удобным и выгодным из-

за простоты ремонта, поэтому правительство США в 1815 г. ввело в производство систему полной взаимозаменяемости одного типа огнестрельного оружия. В 1824 г. проводилась проверка 100 однотипных ружей разных заводов, причем была установлена полная их идентичность. Позже на аналогичных принципах организуется производство пистолетов Кольта, Смита и Вессона, причем первый привлекает к работе в 1848 г. Элишу Рута для проектирования специального оборудования. На заводах Кольта установили 1400 станков, многие из которых были спроектированы Рутом.

В целом к последней четверти XIX в. уровень технической оснащенности и форм организации промышленного производства (фабрика) отличались от того положения, которое существовало в начале XIX в. Машиностроение было в состоянии создать уникальные по своим размерам или по своим точностным характеристикам изделия и производить в массовом количестве такие относительно сложные системы, как огнестрельное оружие. Происходило постепенное накопление опыта организации выпуска машин на основе полной взаимозаменяемости деталей, но этот метод производства еще не стал главенствующим. Дальнейшее развитие массового производства сдерживалось недостаточно высоким уровнем потребности в продукции машиностроения.

18. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Развитие техники горного дела

Под влиянием промышленного подъема, охватившего со второй половины XVIII в. основные страны Европы, резко возрос спрос на полезные ископаемые. Значительно увеличилась разработка железных руд, так как спрос на железо быстро повышался. Особенно большое значение в железорудном деле и в черной металлургии приобрели страны, богатые не только запасами железной руды, но и лесом, необходимым для получения древесного угля, на котором проводился в то время доменный процесс.

С конца XVIII и особенно в первой половине XIX в. техническая революция началась в области горного дела.

Большое влияние на развитие горного дела, на прогресс горной техники оказала паровая машина. В частности, ее влияние сказалось на конструкциях бурильных машин, перфораторов, компрессоров, вентиляторов и других, в которых, так же как и в поршневой паровой машине, использовался принцип возвратно-поступательного движения. Под влиянием прогресса паровой энергетики создавались благоприятные предпосылки развития каменноугольной промышленности – одной из основных отраслей горного дела.

Таким образом, в результате большого спроса на продукты горнодобывающей промышленности горное дело быстро превращалось в крупнейшую отрасль капиталистического хозяйства. В 60-х годах XIX в. среднегодовая мировая добыча всей продукции горного дела достигала 225,3 млн. т против 17,3 млн. в первые два десятилетия XIX в.

Среди развитых в промышленном отношении стран Англия в начале XIX в. занимала ведущее положение в добыче каменного угля. На ее долю приходилось 87% мировой добычи. Однако уже с середины XIX в. заметными темпами начала развиваться горнодобывающая промышленность в Германии, США и Франции, и в 60-х

годах на Англию приходилось только 52% мировой добычи каменного угля.

Наряду с каменным углем в этот период росла добыча цветных и благородных металлов. В XIX в. были открыты богатейшие россыпи золота, а также рудные месторождения в Калифорнии (1848 г.), Австралии (1851 г.) и на Аляске (1898 г.).

Несмотря на отсталость горнодобывающей промышленности в целом в России, по добыче цветных металлов она занимала одно из первых мест (в первой половине XIX в. она вышла на первое место по добыче золота и платины). Так, с 1814 г. начались разработки россыпного золота на Урале (Березовский прииск), а с 1830 г. – в Западной и Восточной Сибири. В первые годы разработок (1814-1820 гг.) было добыто 184 пуда золота, а за период 1831-1840 гг. добыча золота в России составила 4328 пудов. В повышении добычи золота в России немаловажную роль сыграло изобретение русским инженером Л.И. Брусницыным способа промывки золотоносных песков.

Рост добычи полезных ископаемых основывался на появлении новых технических средств, многих изобретений в области горной техники, которые в корне меняли отдельные трудовые процессы. Но, несмотря на известный прогресс в развитии техники горного дела, самые трудоемкие, основные процессы при добыче полезного ископаемого: зарубка, отбойка и навалка в забое – еще не были механизированы, там применялся в основном ручной труд. Появившиеся в угольной промышленности зарубные (врубовые) машины находились только в стадии опробования. Дальнейшее развитие горной и металлургической промышленности всецело зависело от освоения новых месторождений полезных ископаемых. В связи с этим необходимо было усовершенствовать методы разведки и, прежде всего, бурение.

Появившееся в середине XVIII в. ударно-штанговое бурение позволило решить две проблемы: бурить породы значительной крепости и проходить скважины до 100 м и более. Однако этот способ бурения имел свои недостатки, выразившиеся в том, что в штангах, соединенных в одну систему, при работе возникало

большое напряжение. Приводившее к их сгибанию и скручиванию. В целях ликвидации этих недостатков были внесены некоторые усовершенствования в технические средства, использовавшиеся в то время при ударно-штанговом бурении. Так, в 1834 г. в Германии инженер Эйгаузен изобрел "раздвижные ножницы", которые помещались между ударником (ударная штанга с долотом) и системой штанг, расположенной выше. Это изобретение позволило увеличить срок службы штанг и бурить скважины большей глубины.

Быстрый рост горной промышленности создавал благоприятные предпосылки для совершенствования горной техники. С вводом в строй новых шахт и рудников возникла задача совершенствования методов проходки вертикальных (стволов) и горизонтальных (штолен, штреков. квершлагов и др.) горных выработок. Шахтные стволы в устойчивых породах с малым притоком воды проходили при помощи буровзрывных работ, выработанное пространство крепили венцовой крепью. Там, где встречались плывуны, а также в условиях трещиноватых пород с большим притоком воды буровзрывной способ проходки был не пригоден. В этих условиях крепление шахтных стволов велось забивной деревянной крепью, а в некоторых странах (например, в Германии) в 60-х годах XIX в. начала впервые применять металлическую забивную крепь.

Начиная со второй половины XIX в. с помощью ударно-штангового бурения уже проходили шахтные стволы диаметром 4,5 м в мягких породах с большим притоком воды. Поскольку предварительно воду не откачивали, это создавало известные трудности при бурении и креплении выработки. Поэтому наибольший успех имела проходка при использовании ударно-штангового бурения с опускной крепью. Этот метод расценивался как значительное достижение в развитии техники горного дела.

Рост добычи полезных ископаемых находился в прямой зависимости от скорости проходки горизонтальных горных выработок (штолен, штреков, квершлагов и др.), которые вели в основном буровзрывным способом. С течением времени буровзрывные работы претерпели большие изменения: изыскивались новые виды

взрывчатых веществ и усовершенствовались способы взрывания, кроме того, изобретались эффективные средства бурения шпуров.

Еще в 1751 г. американец В. Франклин высказал мысль о возможности воспламенения пороха при помощи электрической искры. Несколько раньше, в 1744 г., в Германии начали воспламенять серный эфир с помощью электрической искры. Использовав этот опыт, в Австрии в 1804 г. провели эксперименты электрического взрывания пороховых зарядов.

Опыты электрического взрывания пороха велись до 1831 г., когда У. Бикфордом в Англии был изобретен безопасный шнур (бикфордов шнур) для взрывания зарядов. Этот шнур длительное время применяли при ведении взрывных работ в шахтах и рудниках, пока на смену ему не пришел электрический способ. Ускорение темпов ведения взрывных работ в большой степени зависит от способа бурения шпуров и крепости пород. Первоначально шпуры бурили вручную, применяя бур, молоток и чищалку. Ручная техника бурения и вследствие этого низкая производительность вели к увеличению эксплуатационных расходов до весьма значительных размеров. Все это заставляло инженеров изыскивать способы, позволяющие заменить мускульную силу человека механической силой.

Буровые или бурильные машины, приводившиеся в движение вручную и предназначавшиеся для бурения горизонтальных скважин, существовали уже в XVII в. Так, в 1683 г. подобная машина появилась в г. Гарце в Германии. Разумеется, это были лишь первые шаги в механизации бурильных работ, сами машины обладали серьезными недостатками, поэтому применение их было единичным.

К началу XIX в. относятся попытки изобретения перфораторов (бурильных молотков), приводимых в действие вручную. Первым из таких устройств был ударный перфоратор Иордана, предназначавшийся для бурения шпуров в твердых породах. Принцип действия его довольно прост. Ударная штанга, скрепленная с поршнем и маховым колесом, под действием рабочей пружины и собственного веса совершала удары по забою шпура, разрушая его.

В конце 40-х годов XIX в. были созданы перфораторы, приводимые в действие паром и водой. В них использовались элементы поршневой машины, и конструктивно они были довольно гро-

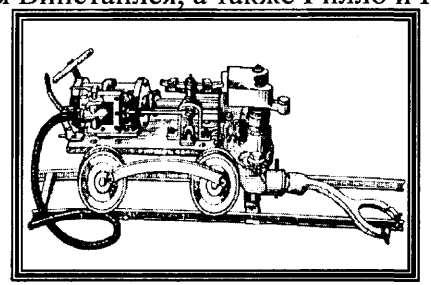
моздки. Поэтому их можно было применять лишь при проходке выработок большого сечения, например железнодорожных тоннелей. Серьезным недостатком применения паровых перфораторов явилась сложность проветривания проходимых выработок, в результате чего их начали заменять пневматическими перфораторами, более легкими и удобными в отношении вентиляции.

Хотя развитие горнодобывающей промышленности и базировалось на ее техническом перевооружении, следует сказать о том, что в XIX в. основной процесс добычи – выемка – осуществлялся вручную с помощью кайлы и обушка или буровзрывным способом. Попытки механизировать эту наиболее трудоемкую операцию делались еще в XVIII в. В частности, в 1761 г. англичанин М. Мензис первым получил патент о приспособлении для производства механического вруба. Тяжелая стальная кайла совершала возвратно-поступательное движение, ударяя по углю и делая горизонтальный вруб. Для привода машины использовали механическую энергию большого числа рычагов, цепей и штанг. Создавалось очень сложное сооружение, затруднявшее работу машин.

Развитие ударных пневматических перфораторов натолкнуло техническую мысль на создание ударных врубовых машин для проведения подготовительных выработок по углю. Такая машина была сконструирована впервые в 1861 г. Вильямом Фиртом, а в 1862 г. началось практическое применение ее в руднике Вест Ардслей около г. Лидза (Англия). Машина действовала при помощи сжатого воздуха и представляла род механической кайлы, производившей одни только горизонтальные врубы. В 1867 г. машина Фирта была представлена на Всемирной Парижской выставке. К тому же времени относится создание в Англии различных типов ударных врубовых машин, действующих с помощью сжатого воздуха, углеотбойной машины с гидравлическим прессом и клином для отбойки.

Особого внимания заслуживают дисковые врубовые машины, которые довольно эффективно работали на угольных шахтах в 60-70-х годах XIX в. Первая дисковая врубовая машина была предложена еще в 1852 г. англичанином С.Х. Воринго. Исполнительный орган машины представлял собой плоское горизонтально

расположенное колесо с вмонтированными четырьмя двойными резцами. Превращение колеса (при помощи двух рукояток через кривошип и систему конических шестерен) производился вруб. Дисковые врубовые машины были освоены сначала в Англии (1862 г.), а затем и в других странах. Наибольшее распространение получили машины Винстанлея, а также Гилло и Коплея.



Ударно врубовая машина В. Фирта. XIX в.

Однако, несмотря на все эти достижения 70-х годов XIX в., не были решены вопросы механизации подземной добычи угля.

Большие усилия были направлены на разработку и применение машин для вентиляции рудников и шахт, подъема полезного ископаемого на поверхность, подземного транспорта и рудничного водоотлива.

Развитие металлургии. Изменения в технике черной и цветной металлургии

Создание машиностроения и других отраслей крупной индустрии потребовало технического перевооружения металлургии. Значение металлов и сплавов быстро возрастало, что вызвало необходимость увеличить выплавку чугуна, железа, стали и специальных сплавов на основе железа, а также цветных металлов (меди, олова, цинка и их сплавов, некоторых редких металлов). Известные ранее способы получения железа, применявшиеся в мануфактуре, уже не могли удовлетворить требований производства ни в количественном, ни в качественном отношении.

Возраставший спрос на железо привел к крупным изменениям в доменном производстве. Развитие черной металлургии базировалось главным образом на двустадийном производстве железа: выплавке в доменной печи чугуна, с последующим переделом его в железо в кричном горне. Усовершенствованная доменная печь, оборудованная соответствующими техническими устройствами, была рассчитана не непрерывность действия; в то же время передел чугуна в железо был процессом периодическим. Выплавленный в доменной печи чугун был жидким, а крица в кричном горне – пористой, тестообразной, твердое железо в ней было перемешано с жидким шлагом.

Со второй половины XVIII и до 70-х годов XIX в. в доменном деле произошли крупнейшие технические сдвиги: возросли высота и объем доменных печей, улучшился коэффициент использования их полезного объема, интенсифицировался сам процесс. Этому способствовали перевод домен на горячее дутье воздухом, нагреваемым в специальных аппаратах – кауперах, переход на минеральное топливо, использование новых средств подачи воздуха.

Доменные печи мануфактурного периода работали исключительно на древесном угле, потребность в котором возрастала соответственно увеличению темпов производства металла. Это привело к уничтожению лесов на огромных территориях ряда западноевропейских стран.

Идея замены древесного угля в доменном процессе другим видом топлива высказывалась в Англии еще в XVII в. Однако, попытки использовать минеральное топливо в металлургическом производстве долгие годы не давали положительных результатов, так как в то время еще не были изучены физико-химические процессы, происходящие в печи, и условия коксования каменного угля. Практически проблему использования минерального топлива в доменном производстве осуществил в 1735 г. английский инженер-металлург, владелец железоделательного завода в Колбрукдейле Авраам Дерби-сын. Он использовал опыт своих предшественников, но применил для доменной плавки не обычный каменный уголь, а специально переработанный продукт – кокс. Осуществить на прак-

тике идею плавки в доменной печи на минеральном топливе было труднее, чем думал Дерби, поэтому ему пришлось изучать физико-химические и технологические факторы, влиявшие на процесс получения кокса. Он испытывал различные новые марки углей, изменял температуру, режимы коксования, подбирал подходящие флюсы для ошлаковывания примесей. Разрешить проблему доменной плавки удалось лишь после того, как Дерби перешел от применения каменного угля, содержащего большое количество золы и других примесей, преимущественно серы, к использованию кокса. Нововведение, предложенное Дерби, ряд лет не выходило за рамки его собственного производства. Только с 1747 г. кокс стали применять на других металлургических заводах Англии.

В России первые попытки применить каменный уголь в качестве минерального топлива для доменного процесса были предприняты в 1795 г. на Луганском чугунолитейном заводе Донбасса.

Рост эффективности и повышение производительности отмечается после изобретения специального аппарата для подогрева воздуха, подаваемого в домну в результате утилизации тепла отходящих газов. В 1857 г. англичанин Э. Каупер предложил использовать тепло отходящих газов доменной печи для подогрева специального воздухонагревательного устройства – каупера. Использование кауперов сыграло огромную роль в развитии доменного производства. Оно повлекло важные изменения в конструкции доменных печей и технологии доменного процесса: увеличились размеры и возросла производительность домен.

Прогресс в области доменного производства наглядно иллюстрируется ростом емкости доменных печей. Так, объем доменных печей, едва достигавший в начале XIX в. 50 $м^3$, увеличился к 1864 г. до 450 $м^3$, а в 1870 г. превысил 1160 $м^3$. Выплавка чугуна резко повысилась. Например, Англия, выплавлявшая в 1780 г. 400 тыс. т чугуна, довела его выпуск в 1856 г. уже до 3,5 млн. т, т.е. за 76 лет выплавка чугуна возросла в этой стране в 87,5 раза.

Характерной особенностью развития металлургии был переход от кричного процесса передела чугуна в железо – к пудлингованию. Процесс пудлингования возник как крупное техническое

новшество в 60-х годах XVIII в. При создании конструкций пудлинговых печей был использован опыт применения в XVII в. пламенно-отражательных печей, которые использовались для производства литых изделий из бронзы. В таких печах во Франции, России и других странах плавили металл для отливки колоколов и статуй. В XVIII в. подобные печи применяли в Швеции и Англии для плавки чугуна.

Общее устройство пудлинговой печи конца XVIII в. для пудлингования каменного угля состояло в следующем. В топке сжигается топливо. Продукты горения через пламенный порог попадают в рабочее пространство печи, где на поду находится загруженный чугун с железистыми шлаками. Шлаки под действием пламени переходят в тестообразное состояние и частично расплавляются. С повышением температуры чугун начинает плавиться, и примеси его выгорают за счет кислорода, заключенного в шлаках. Таким образом, чугун обезуглероживается, т.е. превращается в крицу губчатого железа. В рассматриваемой печи предусмотрены две трубы, одна из которых находится над топкой, а вторая расположена в конце печи. Дополнительный дымоход над топкой открывается в тот момент, когда требуется снизить температуру ванны, после чего происходит тщательное перемешивание металла и шлаков.

Пудлинговая печь конца XVIII в. для пудлингования на каменном угле:
1 – топка; 2 – пламенный порог; 3 – под печи;
4 – рабочее пространство печи; 5 и 6 – трубы

Наряду с производством сварочного железа (кричного и пудлингового) в рассматриваемый период развивался тигельный способ получения литой стали. Идея и первые опыты получения однородной литой стали путем растворения железа в расплавленном чугуне принадлежат известному французскому ученому Р.А. Реомюру.

Однако наибольшую известность получили работы Б. Гентсмана (Англия), осуществившего в 30-х годах XVIII в. ряд успешных попыток добиться однородной стали расплавлением в тигле стали, полученной цементированием. Из этой стали Б. Гентсман изготовлял часовые пружины. В 1740 г. недалеко от Шеффильда он пустил сталелитейный завод для производства различных изделий и инструмента из тигельной стали.

Тигельную сталь весьма широко применяли в машиностроении в XIX в. На заводе Круппа в Эссене (Германия) в 1811 г. начали отливать пушки из тигельной стали, получаемой по способу Б. Гентсмана. Однако процесс выплавки тигельной стали, продолжал совершенствоваться в разных странах вплоть до 50-60-х годов XIX в.

Тигельная сталь сыграла огромную роль в развитии высококачественной артиллерии. Когда в 50-х годах XIX в. в военном деле появились нарезные орудия, для их изготовления потребовалось высокосортная однородная по составу сталь, которую можно было получить в значительных объемах, только используя известный тогда тигельный процесс. В этом производстве крупных успехов добились заводы Круппа, державшие, однако, в строжайшем секрете способы отливки однородных по составу стальных заготовок для орудийных стволов.

Бурное развитие железнодорожного строительства, завершение перехода морского транспорта от деревянных парусных судов к металлическим, возросший спрос на железо сталь военной промышленности и машиностроения стимулировали расширение производства железа и стали, выдвинули повышенные требования к качеству металла.

Однако существовавшие в то время два вида производства сварочного железа (кричный и пудлинговый) и тигельный способ

получения литой стали уже не могли отвечать возросшим требованиям тяжелой промышленности. Производство сварочного железа в кричных и пудлинговых печах отличалось продолжительность процесса и трудоемкостью. Что же касается тигельного способа получения стали, то он был дорогим и имел весьма ограниченное применение. Назрела необходимость в коренных изменениях железо- и сталеделательного производств.

Проблема массового получения литой стали разрешена в 1856 г. английским изобретателем Г. Бессемером, который предложил передел жидкого чугуна в литую сталь с помощью продувания через него воздуха в конвертере. Чугун превращается в сталь в результате окисления содержащихся в нем кремния, марганца и углерода. При этом выделяется значительное количество тепла, достаточное для поддержания металла в жидком состоянии. Процесс бессемерования отличается высокой производительностью: для переработки в конверторе 10 т чугуна требовалось не более 10-20 мин, в то время как для передела такого же количества чугуна в кричном горне затрачивалось 3 недели, а в пудлинговой печи 3 дня. Однако внедрение бессемеровского способа получения литой стали тормозилось, во-первых, необходимостью его технического усовершенствования; во-вторых, недостаточным спросом на литой металл, и, в-третьих, необходимостью крупных капиталовложений, на что капиталистические фирмы, уже вложив большие средства в пудлинговые производства, шли неохотно. Кроме того, внедрение бессемеровского процесса тормозилось охранным патентом, выданным Г. Бессемеру. Потребовалось около 20 лет упорного труда металлургов, инженеров и ученых, чтобы бессемеровский процесс стал широко распространенным.

Эту задачу удалось успешно разрешить в 1864 г. французскому металлургу П. Мартену, предложившему новый способ получения стали в регенеративных пламенных печах. П. Мартен использовал разработанный незадолго до этого (1856 г.) немецким инженером Ф. Сименсом принцип регенерации тепла продуктов горения, применив его для подогрева воздуха и газа. В результате изобретателю удалось получить в печи температуру, достаточную для вы-

плавки стали. В мартеновской печи плавка чугуна и лома (скрапа) сопровождается химическим взаимодействием металла, шлака и газа. Первая регенеративная пламенная печь, построенная П. Мартеном во Франции (1864 г.), имела емкость 1,5 т. В 1870 г. мартеновское производство было введено в России после создания инженером А.А. Износковым первой мартеновской печи (с загрузкой 2,5 т) на Сормовском заводе. Мартеновское производство развивалось весьма интенсивно, увеличивалась емкость печей и возрастала выплавка мартеновской стали.

Создание и развитие новых способов получения литой стали (бессемеровский, мартеновский и томасовский) были в рассматриваемый период крупнейшим техническим достижением, революционизировавшим несколько позже железо- и сталеделательное производство.

В развитии цветной металлургии с рассматриваемого периода необходимо отметить две особенности: первая – непрерывный рост выплавки и совершенствование способов производства ранее известных цветных и благородных металлов (меди, олова, свинца, цинка, ртути, сурьмы, золота, серебра), вторая – открытие и разработка методов получения новых металлов.

Производство меди (второго после железа металла), ранее широко используемой в виде сплавов с оловом (бронзы) в декоративно-художественных работах и для отливки пушек и колоколов, ко второй половине XVIII в. и особенно после промышленной революции конца XVIII – начала XIX в. стало заметно расти в связи с применением меди в новых отраслях техники. Мировая выплавка меди, составлявшая в 1800 г. 20 тыс. т, возросла к концу XIX в. до 500 тыс. т.

Возросший спрос на медь и ее сплавы вызвал увеличение производства олова и цинка, входящих в состав бронз и латуней. Кроме того, цинк и олово нашли новые области применения, в частности в технологии горячего покрытия других металлов с целью защиты их от коррозии.

С середины XVII в. в Германии началось промышленное производство белой жести, для чего железные листы погружали в рас-

плавленное олово, в XVIII в. это производство было организовано в Англии и в XIX в. в России.

Цинк почти до конца XVIII в. был еще большой редкостью в Европе. Правда, в 40-х годах XVIII в. был построен первый цинковый завод в Бристоле (Англия). В 1798 г. началось производство цинки в Силезии, а в 1807 г. – в Бельгии. Создание промышленного производства цинка способствовало использованию этого металла в качестве защитного покрытия железа.

На протяжении XVIII и XIX вв. быстро росла добыча благородных металлов, что было связано не только с открытием многочисленных богатых месторождений, но и с непрерывным совершенствованием техники добычи и извлечения рудного золота.

Ниже приведены данные о ежегодном росте (в среднем) мировой добычи золота с 1800 по 1870 гг.:

Годы	т.
1801 - 1820	14,6
1821 - 1840	17,2
1841 - 1850	54,8
1851 - 1860	201,3
1861 - 1870	190,3

В 1843 г. русский ученый П.Р. Банратион открыл способ извлечения золота из руд с помощью цианистых щелочей, заложив основы современного металлургического процесса – цианирования. Это направление в дальнейшем развили английские металлурги Дж.С. Мак-Артур и братья Р. и В. Форесст (1887-1888 гг.), после чего цианирование прочно вошло в практику мировой золотопромышленности.

Качественные сдвиги в металлургии в рассматриваемый период характеризуются открытием и получением в свободном состоянии большого числа новых металлов. Достаточно отметить, что за период с 50-х годов XVIII в. до 70-х годов XIX в. усилиями ученых разных стран было получено 28 ранее неизвестных металлов. Среди них цветные, благородные и редкие металлы: никель (1751 г.),

марганец (1774 г.), молибден (1781 г.),вольфрам (1783 г.), родий, палладий, осмий, иридий (1803-1804 гг.), калий (1807 г.), стронций (1807 г.), магний, кальций (1808 г.), кадмий (1817 г.), литий (1818 г.), цирконий (1824 г.), титан (1825 г.), алюминий (1825 г.), иттрий (1828 г.), бериллий (1829 г.), уран (1841 г.), рубидий (1863 г.), индий (1867 г.), ванадий (1869 г.) и др.

Однако большинство открытый и полученных впервые металлов в рассматриваемый период не нашли широкого промышленного использования ввиду их дороговизны, связанной с несовершенством технологии.

Примером длительного освоения некоторых металлов может служить история алюминия. Датский физик Г.Х. Эрстед впервые получил его в 1825 г. в виде небольших металлических комочков, восстанавливая хлористый алюминий амальгамой калия.

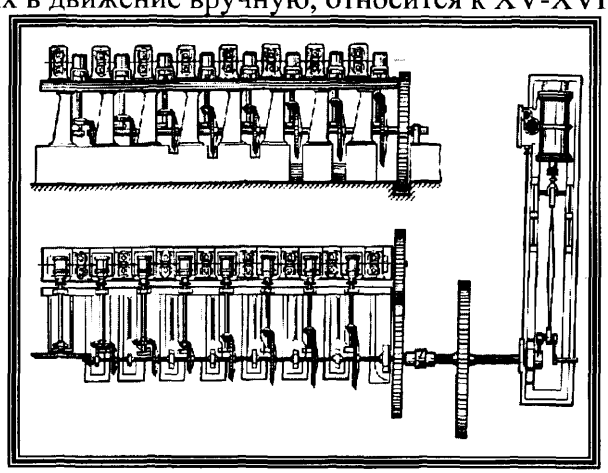
В 1827 г. немецкий химик Ф. Велер извлек небольшие количества порошкообразного алюминия, применив в качестве восстановителя парообразный металлический калий. Работая в области исследования алюминия в общей сложности 17 лет, Ф. Велер с достаточной точностью определил основные его свойства, но вплоть до 1845 г. смог получать металл лишь в виде зерен величиной с булавочную головку. Через девять лет, в 1854 г. Сент-Клер Девиль, продолжая работы Ф. Велера, разработал способ получения металлического алюминия, положенный в основу первого промышленного его производства. Вместо калия в качестве восстановителя он применил более дешевый натрий, а также установил оптимальные температурные режимы процесса восстановления хлористого алюминия. На Всемирной Парижской выставке в 1855 г. алюминий фигурировал уже как промышленный продукт, однако производство его было тогда ничтожно: в 1854-1885 гг. изготовили всего 25 кг.

Совершенствование технологии обработки металлов давлением

Прогресс в получении металлов и сплавов, особенно в металлургии железа, стимулировал развитие процессов обработки металлов давлением – прокатки, волочение, прессование, ковки и чеканки.

На технику прокатки оказало огромное влияние распространение пудлингования. Лишь после изобретения пудлингования, когда вместо малопроизводительной техники ковки крицы пудлингового железа была введена обработка металлов в калиброванных валках, прокатка как металлургический процесс стала характерной для заводов черной металлургии.

Техника прокатки металлов, в том числе прокатка в калиброванных валках, прошла длительный и сложный путь развития. Ранние сведения о прокатных станках, состоящих из пары валков, приводимых в движение вручную, относится к XV-XVI вв.



Непрерывный прокатный стан Дж. Бедсона (1862 г.)

Эволюция прокатного стана с калиброванными валками неразрывно связана с появлением так называемых резательных станков, хорошо известных уже в XVII в. Резательные станки представляли

пару валков, снабженных пазами с острыми кромками и применявшимися для получения пруткового железа из листа. В 1728 г. появляются работы Флюера (Франция), прокатывавшего прутки в валках с ручьями (калибрами). Для этого он отковывал заготовки овального профиля, пропускал их попеременно через валки с ромбическими и овальными ручьями и получал прутки диаметром 6,3 мм. Как считают, Флюер был первым, кто понял, что прокатные валки с ручьями овально-ромбической формы наиболее рациональны для обеспечения быстрого обжатия обрабатываемого металла и повышение производительности. Не случайно, что использование овально-ромбических валков легло в основу дальнейшего развития техники сортовой прокатки.

На протяжении всего XVIII в. техника прокатки металлов продолжала непрерывно совершенствоваться, в результате прокатные станы все более распространялись в железоделательном производстве. С помощью стальных прокатных валков, приводимых в действие гидравлическими двигателями, изготовляли не только полосовое и шинное железо, но также и железные листы.

Прокатка как самостоятельный процесс металлургического производства утвердилась к концу XVIII – началу XIX в., что было неразрывно связано с общим развитием машиностроения и использованием для привода прокатных станов паровых двигателей. На протяжении XIX в. появились разнообразные прокатные станы, которые можно подразделить на три основные группы: обжимные, листовые и сортовые. В 30-40-е годы XIX в. в промышленно развитых странах начинается прокатка рельсов. В 50-х годах в Германии появились первые прокатные станы, предназначенные для прокатки крупных балок, бандажных полос для колес железнодорожного транспорта.

В период 40-70-х годов XIX в. были разработаны и получили промышленное использование многие типы современных прокатных станов. В 1856 г. в Швеции О.Е. Карлсунд построил и пустил в г.Мотола первый трубопрокатный стан, позволяющий непрерывно пропускать обрабатываемую заготовку в валки без их реверсирования. Правда, идею создания такого станка высказывал

ранее известный шведский инженер Х. Полем. В Англии трубопрокатный стан ввел в 1862 г. на заводе в Бирмингеме бельгийских инженер Б. Лаут. В 1857 г. Дж.Фриц (США) построил мощный трехвалковый стан для прокатки рельсов. В 1859 г. мастер В.С. Пятов (Россия) построил первый прокатный стан для изготовления корабельной брони.

Большим достижением в области прокатки явилось создание и практическое использование в 60-х годах XIX в. непрерывных прокатных станов. Идея непрерывного прокатного стана для производства железных полос впервые была высказана в 1775 г. в России нижнетагильским мастером Е.Г. Кузнецовым. Однако из-за отсутствия в то время достаточно мощных двигателей и необходимых конструкционных материалов осуществить на практике свою идею изобретателю не удалось.

Лишь в 60-х годах XIX в. это удалось реализовать английскому механику из Манчестера Дж. Бедсону и Ч. Уайлю. В 1862 г. Дж. Бедсон построил непрерывный проволочно-прокатный стан, отличающийся большой производительностью благодаря автоматической подаче металла от одной пары валков к другой и большой скорости их вращения. Непрерывный стан Бедсона имел 16 пар попеременно расположенных один за другим горизонтальных и вертикальных валков.

Наряду с техникой прокатки весьма интенсивно развивался процесс волочения металлов. До 70-х годов XIX в. проволоку получали на машинах однократного действия, отличающихся низкой скоростью и производительностью. В 1871 г. был запатентован первый непрерывный проволочно-волочильный стан, изобретателями которого были братья Дж. и И. Вуудз (Англия). Непрерывные станы резко повысили скорости волочения, производительность увеличилась в 10 раз.

Крупные изменения претерпела техника ковки. С развитием прокатных станов, как было показано выше, использование ковки несколько сократилось. Однако процесс ковки продолжал совершенствоваться, находя новые области применения в различных

отраслях металлургической и особенно машиностроительной промышленности. На более высокий уровень поднялась практика конструирования кузнечного оборудования, возросли его мощности. Маломощные и тихоходные вододействующие молоты (хвостовой, лобовой и среднебойный) в условиях быстро прогрессировавшего пудлингового производства железа и связанного с ним увеличение веса и размера поковок для крупногабаритных деталей и частей машин уже не соответствовали возросшим требованиям промышленности. На смену вододействующим пришли паровые молоты, обладающие большой мощностью и производительностью.

В 1884 г. Дж. Уатт, сразу же после получения патента на свой универсальный паровой двигатель, запатентовал и молот с приводом от балансира паровой машины. Однако коренной переворот в технике ковки наступил лишь с 1839 г., когда английский ученый Дж. Несмит предложил паровой молот, в котором подвижные части с рабочим бойком поднимались между двумя направляющими, а для перемещения рабочего органа был использован поршневой цилиндр паровой машины. Молот Несмита выгодно отличался от применявшихся до того рычажных молотов большой высотой подъема бойка и высокой мощностью, позволяющими обрабатывать крупные поковки металла.

В 70-х годах XIX в. в промышленности использовали паровые молоты с весом падающих частей от 50-100 т и более. Так, на заводе Круппа в Эссене (Германия) был изготовлен 75-тонный паровой молот. В 1873 г. на Всемирной выставке в Вене экспонировалась модель установленного на Пермском пушечном заводе 50-тонного молота – самого мощного в то время в мире парового молота двойного действия. В Европе наиболее мощный тогда 35-тонный паровой молот двойного действия находился в Вульвичском арсенале (Англия).

Однако развитие крупных паровых молотов выявило ряд их недостатков, заставивших инженеров и конструкторов работать над созданием кузнечных машин нового типа – гидравлических прес-

сов. Недостатки паровых молотов проявились, прежде всего, в сильных ударах, сотрясающих почву в окрестностях цехов и заводов, что стало опасным для окружающих построек и сооружений. Кроме того, эти сотрясения могли разрушить сами молоты, эксплуатация которых была весьма сложна и дорога.

Прессы оказались свободными от указанных недостатков, в результате чего они быстро вытеснили паровые молоты, особенно большой мощности.

Начало развития гидравлических прессов связано с именем английского инженера-механика Дж. Брамы. В 1797 г. он выдвинул идею создания гидравлического пресса для прессования свинцовых труб путем продавливания металла через кольцевое отверстие матрицы. В 1820 г. Т. Бурр построил первый практически пригодный гидравлический пресс.

С созданием гидравлических прессов наметились два основных направления их использования: в технологии прессования (выдавливания) металла через отверстие матрицы и в ковочно-штамповочных производствах (ковка, объемная и листовая штамповка). К 60-м годам XIX в. относится применение первых гидравлических прессов для волочения крупногабаритных труб и профилей, для испытания материалов и др.

Итак, металлургическая промышленность была технически перевооружена и превратилась в 70-м годам XIX в. в одну из основных отраслей крупной капиталистической индустрии. Мировая выплавка чугуна увеличилась с 278 тыс. т в 1790 г. до 12 млн. т в 1870 г.

19. УСПЕХИ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Влияние достижений химии на развитие химической технологии

Промышленный переворот второй половины XVIII – XIX в., приведший к интенсивному развитию машинной техники и росту крупных предприятий, вызвал в ряде европейских стран большой спрос на химическую продукцию, стимулировал создание химических заводов. Это, в свою очередь, способствовало развитию химической науки. Химия и физика с середины XVIII в. хотя еще и робко, но все же начинают влиять на практику в отличие от предыдущего периода, когда наука только собирала и обобщала данные практики.

Важнейшей проблемой в химии являлось развитие атомно-молекулярного учения, неразрывно связанное с утверждением основных научных понятий химии: атома, молекулы, валентности – и открытием важнейших законов.

В начале XIX в. выдающиеся ученые Д. Дальтон, А. Авогардо, И.Я. Берцелиус, М. Фарадей, Г.И. Гесс и другие внесли в химию и физику новую живительную струю.

Английскому ученому Д. Дальтону принадлежат основополагающие работы по химической атомистике. Руководствуясь атомной гипотезой, Дальтон вывел (1803 г.) один из основных законов, доказав его правомерность в опытном порядке на примере углеводородов. На основе этого закона он составил таблицу "атомных весов" атомов элементов и "сложных атомов" соединений.

В 1811 г. итальянский ученый А. Авогардо выдвинул гипотезу, согласно которой молекулы простых газов состоят из одного или нескольких атомов. А. Авогардо представил молекулу как наименьшую частицу простого или сложного вещества, вступающую в химическое взаимодействие. На основе своей гипотезы ученый дал формулировку одного из основных законов идеальных газов. Согласно закону Авогардо в равных объемах различных газов при

одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое количество молекул. Закон Авогардо позволил определить молекулярный вес любого вещества. Зная молекулярных вес и химический состав соединений, можно было вычислить атомный веса элементов.

Окончательное разграничение понятия атома и молекулы принадлежит итальянскому химику С. Канниццаро, который на основе закона П.Л. Дюлонга и А. Пти (1819 г.) уточнил значение атомных весов некоторых элементов и показал всеобщую применимость закона Авогардо для определения молекулярных весов простых и сложных веществ в парообразном состоянии.

Развитию химии в первой половине XIX в. способствовала деятельность шведского химика и минералога И.Я, Берцелиуса, экспериментально обосновавшего атомистическое учение. Признавая реальность атомов и возможность познать природу химических соединений, ученый своими трудами много способствовал утверждению атомистики и ее внедрению в химии. В 1810-1816 гг. И.Я. Берцелиус дал новые доказательства закона кратных отношений – основного закона химии, открытого Д. Дальтоном еще в 1803 г. В 1814 г. Берцелиус по результатам своих исследований составил таблицу атомных весов 41 элемента, заменив (1811 г.) дальтоновские знаки атомов элементов начальными (одной или двумя) буквами их латинских и греческих названий.

Расширение знаний об электричестве и применение электрического тока для разложения сложных химических веществ привели в начале XIX в. к новым открытиям в области химии. В 1800 г. английские химики В. Никольсон и А. Карнейль построили вольтов столб из 17 гальванических элементов и разложили воду на водород и кислород. Затем Г. Дэви (Англия) открыл элементы – калий, натрий, кальций, барий, стронций и магний, разлагая электрическим током их соединения.

В 1834 г. английский физик М. Фарадей открыл закон электролиза, в соответствии с которым количество вещества, выделившегося при электролизе, прямо пропорционально количеству электричества, прошедшего через электролит. Открытие этого закона,

а также другие работы М. Фарадея по электролизу заложили основы электрохимии, предложенная им терминология сохранилась до наших дней.

В 1852 г. английский ученый Э. Франкленд предложил понятие валентности, внесшее упорядоченность в представление о химических соединениях. Развитие учения о валентности вскоре нашло отражение в трудах химиков-органиков Ф.А. Кекуле (Германия), А.С. Купера (Шотландия) и некоторых других. Однако все они не видели связи между строением молекулы и свойствами вещества.

Эту задачу блестяще осуществил русский химик А.М. Бутлеров, труды которого (1861 г.) легли в основу классической теории химического строения. Бутлеров впервые объяснил явление изомерии, характеризующееся существованием веществ в одинаковым элементарным составом и молекулярным весом, но отличающихся по химическому строению, а также химическим и физическим свойствам.

Следует отметить, что к проблеме синтеза органических соединений было привлечено внимание ученых еще в первой половине XIX в. Начало было положено работами немецкого химика Ф. Вёлера, впервые синтезировавшего в 1824-1828 гг. из неорганических веществ органическое соединение, напоминающее мочевину. В 1842 г. русский химик Н.Н. Зинин синтезировал анилин и ряд других веществ.

Крупнейшим достижением химии начала второй половины XIX в. явилось открытие в 1869 г. Д.И. Менделеевым периодического закона химических элементов. Этим фундаментальным законом было установлено периодическое изменение свойств химических элементов, образуемых ими "простых и сложных тел", находящихся в периодической зависимости от их атомного веса. Периодический закон позволил обнаружить закономерности свойств химических соединений различных элементов. Периодический закон и созданная на его основе периодическая система элементов Д.И. Менделеева сыграли важнейшую роль в дальнейшем изучении структуры атома, радиоактивности, в открытии изотопии. Появилась

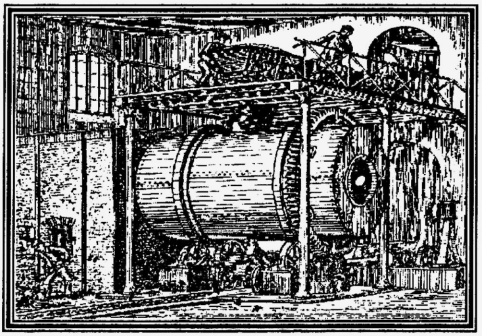
возможность рассматривать все элементы в их взаимной связи и прогнозировать свойства неизвестных элементов.

Как видим, рассматриваемый период оказался исключительно плодотворным в развитии химии, достижения которой все более и более влияли на технологию химического производства.

Прогресс в области технологии содового производства

Разработка производства соды во Франции по методу Н. Леблана оказала исключительно большое влияние на развитие химической промышленности многих стран. К проблеме получения соды искусственным путем научная мысль обращалась и до Леблана, однако, попытки поставить ее производство на промышленную основу были безрезультатными. Потребность различных производств в соде быстро возрастала. Издавна соду добывали, сжигая щелочесодержащие растения. Производство растительной соды особенно сильно развивалось на средиземноморском побережье Испании, а также во Франции и в меньших размерах в Шотландии. Испанская сода значительно превосходила по качеству растительную соду Франции и Шотландии.

Особенно ценилась аликантская сода, иначе называемая "бариллой". Бариллу получали из специально разводимого на побережье Средиземного моря растения "Solsola soda", зола которого содержит значительные количества соединений натрия, в отличие от других растений, более богатых соединениями калия (поташ). Поле, на котором сеяли это растение, вспахивали три раза в году, а после всходов несколько раз поливали морской водой. Через пять месяцев, когда растения созревали, их извлекали из земли и складывали на землю для просушки, затем загружали в яму в 4 фута шириной и 3 фута глубиной. Здесь проводили сжигание, продолжавшееся около суток. В результате получали сухой, почти стекловидный остаток, который делили на большие куски и транспортировали тюками весом до 400-500 фунтов.



Общий вид механической содовой печи с вращающимся барабаном

Над проблемой искусственного получения соды Н. Леблан работал с 1787 по 1789 г. В результате ему удалось разработать первый промышленный способ производства соды из поваренной соли. В основу процесса было положено взаимодействие поваренной соли с серной кислотой. Получаемый продукт – сернокислый натрий (глауберова соль) – затем обрабатывали в специальных печах с углем и углекислым кальцием. В 1791 г. Н. Леблан получил патент на свой способ, и в том же году во Франции начал работать первый завод по его схеме.

Со второй половины XIX в. и в последующие десятилетия содовое производство по способу Леблана широко распространяется во всех экономически передовых странах Европы, претерпевая техническое усовершенствования и достигая больших успехов в расширении ассортимента выпускаемых продуктов.

Производство соды по схеме Леблана на несколько десятилетий стало ведущим в химической промышленности технически передовых стран мира. Содовые заводы, работавшие по лебланoвскому процессу, постепенно разрастались в крупные комбинаты. Однако это производство было сопряжено с рядом трудностей эксплуатационного характера: способ требовал многих видов сырья и давал сравнительно дорогую продукцию. В результате развернулись поиски новых, более экономических способов получения соды.

Задачу получения соды на новой, аммиачной технологической схеме удалось успешно разрешить в 1863 г. бельгийскому инженеру Э. Сольве. В основу его процесса была положена ставшая известной еще в первых десятилетиях XIX в. схема, исходившая из реакции обменного разложения хлористого натрия и бикарбоната аммония. Получаемый в результате химической реакции бикарбонат натрия последующим прокаливанием переводили в карбонат натрия (соду); другой продукт этой реакции – хлористый аммоний – сначала при помощи извести перерабатывали в аммиак, а затем углекислым газом снова переводили в бикарбонат аммония; в отходах оставался хлористый кальций.

Э. Сольве, которому принадлежит приоритет в создании промышленного производства соды на основе аммиачно-содового процесса, начал разрабатывать его в 1861 г. В 1863 г. он получил первый патент и построил в том же году небольшой завод в Куйе (Бельгия). Этот завод вступил в эксплуатацию в 1865 г. Через два года (1867 г.) Сольве экспонировал образцы соды на Всемирной выставке в Париже. Работая над совершенствованием своего процесса, Э. Сольве взял в 1872 г. второй патент, в котором дал описание карбонизационной колонны. Введя в технологическую схему карбонизационную колонну и ряд других аппаратов колонного типа для абсорбции и дистилляции, в полной мере использовав положительные стороны аммиачного метода, изобретатель добился непрерывности производственного процесса прямого получения соды из поваренной соли.

Изменения в технологии производства серной кислоты

По мере роста масштабов производства соды и других продуктов содовых заводов соответственно росла их потребность в серной кислоте, которая сделалась важнейшим химическим полупродуктом, необходимым в производстве солей и кислот, удобрений и взрывчатых веществ. Уровень производства серной кислоты как бы стал мерилом технико-промышленного потенциала той или иной страны. Для второй половины XVIII в. и почти всего XIX в.

характерно распространение камерного способа получения серной кислоты. Первое описание получения концентрированной серной кислоты, называемой "купоросным маслом", дано итальянцем В. Биринггуччо в книге "О пиротехнике" (1540 г.). Сведения о "купоросном масле" содержаться также в трудах немецкого алхимика XV в., известного под именем Василия Валентина (изданные в конце XVI – начале XVII в.).

Первому промышленному способу получения серной кислоты, положенному в основу камерного процесса, предшествовали работы французских химиков Н. Лемери и Н. Лефевра, предложивших в 1666 г. (по другим данным – в 1690 г.) окислять серу нагревая ее в смеси с селитрой. Указанный путь получения серной кислоты был впервые реализован в заводском масштабе в Англии в 1740 г. По этому методу смесь серы и селитры сжигали в ковше, подвешенном в стеклянном баллоне, содержащем небольшое количество воды. При сжигании выделялся серный ангидрид, который реагировал с водой с образованием серной кислоты.

Камерная сернокислотная система начала 30-х годов XIX в.: a – паровик; b – серная печь; d, e, f – свинцовые перегородки; g – выпуск газов

В 1746 г. Дж. Робук положил начало камерному способу производства серной кислоты, заменив стеклянные баллоны свинцовыми камерами. В этом процессе серу предварительно смешивали с селитрой, подавали в камеру в небольших железных тележках и сжигали. Первый сернокислотный завод был пущен в 1749 г. Дж. Робуком в Англии. Второй сернокислотный завод был выстроен в Престонпасе (Шотландия). Этот завод насчитывал в 1813 г.

не менее 108 небольших свинцовых камер. Один из английских заводов даже был оборудован 360 камерами. Серная кислота, изготовлявшаяся по камерному способу, стала поступать на международный рынок и получила название английской.

В течение второй половины XVIII в. в Англии возникли новые сернокислотные заводы. Около Глазго работало 6-8 заводов, 8 предприятий было построено в Бирмингаме и его окрестностях. Появление такого числа новый заводов вызывалось постоянно увеличивающимся спросом на серную кислоту в основном текстильным производством. Еще с 1750 г. доктор Хом в Эдинбурге установил, что серную кислоту можно с успехом применять вместо кислого молока для подкисления отбеливаемых льняных и хлопчатобумажных тканей; в результате продолжительность этой операции сократилась с 2-3 недель до до 12 час. Потребность в серной кислоте еще больше возросла, когда был введен процесс отбелки хлором. В 1815 г. потребление серной кислоты в Англии составило около 3 тыс.т.

Важным достижением в области технологии сернокислотного производства явилось изобретение (1827 г.) французским химиком Ж. Гей-Люссаком башни для улавливания окислов азота – так называемой холодной башни, наполненной кусками кокса, в которой навстречу отходящим из свинцовых камер газам течет серная кислота. Эти башни впервые были применены в 1842 г. Введение этого принципа, а также начавшаяся в 30-х годах XIX в. замена исходной серы колчеданами значительно снизили стоимость серной кислоты

Дальнейшим шагом в усовершенствовании сернокислотного производства явилось создание (1859 г.) английским технологом Дж. Гловером так называемой горячей башни, в которой нагретый сернистый газ, образующийся при обжиге сернистых руд, поступает навстречу кислоте, содержащей окислы азота в связанном виде (нитрозилсерная кислота). Часть сернистого газа окисляется в башне Гловера до серного ангидрида, который поглощается серной кислотой. Выделяющиеся из нитрозилсерной кислоты (из-

вестной ранее как "камерные кристаллы") окислы азота и газы, еще содержащие сернистый газ, поступают последовательно в ряд камер, в которые одновременно впускают пар. В камерах сернистый газ окисляется до серного ангидрида и, соединяясь с водой, образует серную кислоту. Отработанные окислы азота поступают из камер в одну или несколько башен Гей-Люссака, где поглощаются стекающей вниз серной кислотой с образованием нитрозилсерной кислоты, вновь идущей в производство.

Прогресс в производстве серной кислоты способствовал созданию удобрений для сельского хозяйства. 30-40-е годы XIX в. ознаменовались повышенным интересом ученых к проблеме агрохимии. В 1840 г. немецкий ученый Ю. Либих доказал, что растения питаются не перегноем, как тогда считали, а минеральными солями. Он предложил простой технологический путь производства суперфосфата. Через несколько десятилетий минеральные удобрения получили признания в ведущих странах, чему во многом способствовали открытия месторождений фосфатного сырья в Северной Африке и в других странах, позволивших начать широкое строительство суперфосфатных заводов.

Крупные достижения в области химии и химической технологии характеризуют качественно новый уровень, которого достигло химическое производство после промышленной революции конца XVIII - начала XIX в.

20. РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Рассматриваемый период характеризуется крупными достижениями в области строительной техники. Развитие машинно-фабричного производства и в первую очередь таких отраслей капиталистического хозяйства, как металлургия, машиностроение, текстильная и химическая промышленность, открыло широкий простор для прогресса техники промышленного строительства. Большое влияние на строительную технику оказал бурный рост железнодорожного транспорта, превратившегося во второй половине XIX в. в одно из ведущих средств сухопутного сообщения. С развитием железнодорожного транспорта, а также со строительства новых каналов возросли требования к мостостроению, прокладке тоннелей, различным гидротехническим сооружениям. Интенсификация морских и речных перевозок, вызванная появлением в начале XIX в. парового флота, обусловила реконструкцию старых и строительства новых портов и доков.

За период со второй половины XVIII до 70-х годов XIX в. в строительстве был сделан гигантский качественный и количественный скачок, оно превратилось в крупнейшую отрасль капиталистической промышленности. Многие выдающиеся достижения строительной техники XIX в. неразрывно связаны с формированием строительной науки, опирающейся на фундаментальные и прикладные исследования в области механики, сопротивления материалов, математики, физики и ряда других наук.

Промышленное строительство. Одной из первых отраслей, повлиявших на развитие техники строительства в конце XVIII - начале XIX в., была текстильная промышленность. В это время в Англии были уже построены достаточно крупные фабрики с числом рабочих от 150 до 600 человек. Представления о зданиях машинных фабрик дает оставленное Даниэлем Дефо описание шелкопрядильни Джона Ломба, построенной еще в 1717 г. Кирпичное сооружение длиной 166 м и высотой в 6 этажей насчитывало 460 окон и производило впечатление огромной военной казармы.

Принципиально новые решения потребовались от строительного дела в связи с введением паровой энергетики. Для парового котла с давлением, достигшим к началу XIX в. 6 атм., с почти круглосуточно работающей топкой потребовалось отдельное помещение, кубатура которого в 27 раз превышала объем котла. Огнестойкие кирпичные стены и каменный пол, дымовая труба не ниже 20 м, обеспечивающая хорошую тягу в топке, стали непременными атрибутами такого помещения.

Собственно двигательная часть паровой машины, мощность которой вскоре возросла до 20 л.с., нуждалась в фундаменте, выдерживающем статистическую нагрузку в 700 кгс на каждую единицу мощности и динамическую нагрузку от вращения трехтонного маховика со скоростью 25 об/мин. Одним из первых предприятий, перешедших с водяного двигателя на паровой была прядильня Аркрайта.

Транспортное строительство. Под влиянием развития капиталистического производства произошли большие качественные сдвиги в технике строительного дела. Запросы транспорта обусловили проведение ряда важнейших строительных работ. Среди них необходимо отметить сооружение в 1755 г. англичанином Джоном Смитоном Эдистонского маяка и прокладку затем его соотечественником Джеймсон Бриндли судоходного канала. Это потребовало применения гидравлических, твердеющих в воде вяжущих материалов.

Серьезное внимание уделяли мостостроению. При этом стремились увеличить длину пролетов мостов, которые при каменных арках не превышали 60 м, а при деревянных фермах 105 м. В 1776 г. Лондонское Королевское общество объявило Международный конкурс на 274-метровый мост, который "состоял бы из одной дуги или сводов без свай и опирался бы своими концами только на берега реки". Сооруженный в 1738 г. Большой лондонский мост через Темзу, которая имеет здесь ширину 283 м, потребовал 9 арок.

С развитием железнодорожного транспорта требования к мостостроению еще более возросли. Там, где раньше передвигались

на небольших скоростях (до 5 км/ч), главным образом четырехконные повозки с грузом до 3 т, предстояло двигаться тяжелым поездам (весившим не менее 1240 т) со скоростью в 8 раз больше. К первым сооружениям, удовлетворяющим этим требованиям, относится возведенный в 1848 г. Робертом Стефенсоном металлический трубчатый мост через Менейский пролив.

Новые строительные материалы. Применение в строительстве сооружений из кирпича и тесаного камня на так называемом кладочном растворе из воздушной извести навело Смитона на мысль использовать известняки с содержанием более 6% глинистых примесей, считавшихся ранее непригодными. Эта твердеющая во влажной среде известь, получившая название гидравлической, повысила активность вяжущего вещества (прочность его на сжатие) с 5 до 50 кгс/см^2. Но изготовленный на ней бетон давал прочность все же не более 32 кгс/см^2. В нашей стране гидравлическая известь была введена в употребление в 1821-1822 гг. и впервые применена при строительстве моста через р. Нарву.

Продолжавший изыскания Смитона его соотечественник Джеймс Паркер в 1796 г. обнаружил, что обожженные известняки с содержанием более 20% глинистых примесей при помоле после обжига дают вяжущее, которое, начав твердеть на воздухе, потом может продолжать этот процесс и под водой. Затем он перешел к изготовлению вяжущего из искусственной смеси чистого известняка и 23-30% глины. Названное изобретателем римским цементом (романцементом), это вяжущее достигло активности 100 кгс/см^2 и, следовательно, повысило, прочность бетона до 66 кгс/см^2. Год спустя сырья для производства естественного романцемента обнаружил на берегах Волхова работавший тогда в Главном управлении путей сообщения французский инженер Б.П. Клапейрон.

В 1823 г. англичанин Джозеф Аспдин, повысив температуру обжига до спекания (1450 °С) и доведя тонкость помола до преобладания в порошке зерен размером 30 мкм и ниже, получил цемент активностью выше 200 кгс/см^2, дающий при твердении в воде

большую прочность, чем на воздухе. Это позволило изготовлять бетон, обеспечивший прочность 180 кгс/см^2. Увеличение впоследствии тонкости помола (зерна мельче 20 мкм), позволило удвоить активность цемента.

Развитие производства пудлингового железа и процесса сортовой прокатки создали благоприятные условия для распространения металла строительстве. Хорошо работающее на растяжение пудлинговое железо составило основу принципиально новых (висячих) конструкций. Одной из первый таких конструкций был сооруженный в 1822-1826 гг. в Англии мост через р. Меней, имевший пролет 165 м.

Более высоким, чем у камня и кирпича, объемный вес железа (7,85 вместо 2,8 и 1,8) подсказал строителям идею использовать разработанные задолго до этого в деревянных сооружениях стержневые конструкции. Но слабое сопротивление тонких стержней продольному изгибу, которое выявилось в раскосах начавших строиться (с 1829 г.) железобетонных мостов (где выполненные из полосового металла раскосы безупречно работали на растяжение, но при сжатии выпучивались), стимулировало замену плоских профилей фасонными (тавровыми и уголковыми), длинных элементов – короткими, решетчатых композиций – висячими.

Рациональность сложного профиля стержней обосновал англичанин И. Ходкинсон в статье "Теоретические и экспериментальные исследования по определению прочности и наилучшие формы железных балок" (1830 г.). В 1840 г. он установил, что для предотвращение продольного изгиба отношение толщины стержня к его длине не должно превышать 1:15. Его соотечественник В. Фейрберн, показав опытным путем, что сварочное железо работает на растяжение на 25% лучше, чем на сжатие, выявил преимущества висячих конструкций из этого материала.

После того, как немецкие инженеры В. и Ф. Сименсы в 1858 г. сконструировали регенеративную газовую отражательную стекольную печь, обеспечивающую температуру до 1400 °С, резко изменилась роль стекла в строительстве. Большое значение имела

здесь замена при изготовлении листового стекла старого, так называемого богемского способа простого выдувания "халяв" французским методом, состоявшим в удлинении стеклянного пузыря при его раскачивании. В результате была открыта возможность производства листов длиной до 2 м, и стекло широко распространилось в строительстве.

21. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

История развития капитализма связана с вооруженными конфликтами и войнами, среди которых в первую очередь следует отметить захватнические войны государств и коалиций государств за гегемонию (например, семилетняя война 1756-1763 гг.) или войны колониальные за порабощение народов Азии, Африки, Америки и Океании.

Утверждение капитализма в передовых странах Европы сопровождалось наращиванием и совершенствованием военной техники и развитием отраслей промышленности, непосредственно или косвенно связанных с производством вооружения. Изобретение и распространение универсального парового двигателя, изменение базы машиностроения и переход к производству машин с помощью машин, развитие металлургии, химической технологии и транспорта – все это способствовало бурному развитию производства вооружения.

Технический прогресс в сфере материального производства охватил практически все области военной техники – стрелковое вооружение, артиллерию, военно-морской флот и фортификацию. Крупные достижения были сделаны во второй половине XIX в. в области получения и использования в военной технике новых взрывчатых веществ. Под влиянием развития военной техники на новый уровень поднялось военное искусство, которое в рассматриваемый период сформировалось в военную науку.

В арсенале стрелкового вооружения длительное время главную роль играли гладкоствольные кремневые ружья. Их широко применяли в армиях многих государств в конце XVIII - начале XIX в. и даже до 60-х годов XIX в., когда на смену им пришли ружья с винтовой нарезкой канала ствола. Кремневые гладкоствольные ружья заряжались с дула и имели небольшую скорострельность: 1 выстрел в минуту. Калибр этих ружей (русских образцов) колебался от 17,5 до 21,5 мм, дальность стрельбы немногим превышала 140 м; ружья весили 4-5,6 кг.

В совершенствовании кремневого ружья большое значение имело введение винтовой нарезки в канале ствола, придавшей пуле вращательное движение, в результате чего увеличилась дальность (до 800 м), повысилась точность, возросла мощность стрельбы. Однако эти ружья ввиду трудности их заряжания с дульной части обладали небольшой скорострельностью (один выстрел в пять минут). Изобретательная мысль непрерывно работала над проблемой усовершенствования способов заряжания и конструкции ружей с винтовой нарезкой, получивших впоследствии название винтовок.

Для повышения скорострельности ружья решающее значение имело изобретение унитарного патрона, сначала с бумажной, затем с металлической гильзой, капсюлем-воспламенителем, пороховым зарядом и пулей и усовершенствование системы заряжания с казенной части с помощью специального затвора. Капсюль-воспламенитель создал в 1818 г. английский изобретатель И. Эгг. В качестве ударного состава (инициирующее вещество) была применена гремучая ртуть, открытая в 1799 г. английским химиком Э. Хауардом.

Первые ружья такого типа назывались игольчатыми. Затор ружья был снабжен тонкой длинной иглой. В момент выстрела игла с силой сжатия спиральной пружины прокалывала бумажный патрон и своим концом воспламеняла ударный состав, находящийся у дна пули. Игольчатые ружья появились в 1818 г. и с этого времени стали быстро распространяться в армиях многих стран (ружья системы Поли, Дрейзе, Шасспо и др.). В конце 60-х, начале 70-х годов игольчатые ружья уступили место более совершенным винтовкам с унитарным металлическим патроном.

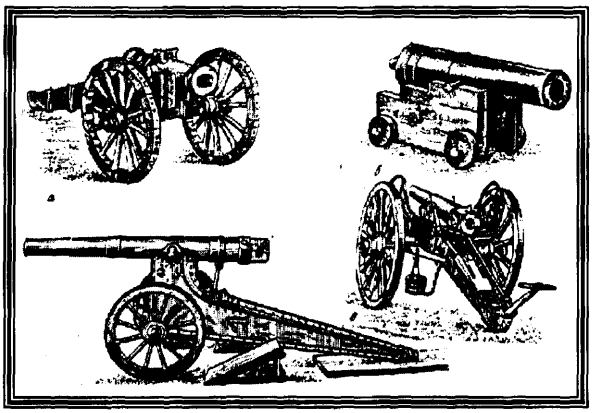
Стремление повысить скорострельность стрелкового оружия стимулировало создание автоматически действующей винтовки. В 1854 г. известный английский металлург Г. Бессемер запатентовал изобретение автоматического оружия, а в 1866 г. в Америке был изготовлен первый опытный образец автоматической винтовки. Однако практического применения автоматическая винтовка в рассматриваемый период не получила (работы по производству

автоматической винтовки широко развернулись лишь после русско-японской войны 1904-1905 гг.).

В развитии артиллерийской техники рассматриваемого периода можно видеть три направления: 1) совершенствование гладкоствольной артиллерии; 2) развитие нарезной артиллерии; 3) совершенствование боевых ракет.

Совершенствование гладкоствольной артиллерии во второй половине XVIII в. и особенно на протяжении первой половины XIX в. приняло в Европе широчайший размах. Несмотря на то, что нарезные орудия были известны еще с 60-х годов XVII в. гладкоствольная артиллерия многие годы занимала главенствующее положение в армиях всех стран. Это обусловливалось более простой технологией изготовления стволов с гладкой поверхностью, не требующих дополнительной трудоемкой работы и специальных сложных станков и механизмов для нарезания пазов. Начавшаяся еще в XVII в. отливка орудий из чугуна, введение в XVIII в. в России и ряде стран Западной Европы строгого порядка артиллерийской техники по чертежам и учреждение калибров (разные страны имели свои собственные калибры) получили дальнейшее развитие и в рассматриваемый период. С середины XVIII в. во всех передовых армиях Европы большое внимание уделялось маневренности артиллерии, достигаемой благодаря конструктивным усовершенствованиям и особенно уменьшению веса орудий. Велись работы по увеличению дальности стрельбы.

Повышению боевой мощи артиллерии способствовало изобретение Шрапнели, названной так по имени английского офицера Х. Шрапнеля, предложившего в 1803 г. этот новый вид артиллерийского снаряда. Шрапнель представляла разрывную гранату, состоящую из прочного стального стакана, внутри которого помещались пули и вышибной разрывной заряд. В верхней части стакана привинчена головка для дистанционной трубки, при помощи которой шрапнель разрывается в воздухе на определенном расстоянии от орудия. Впервые шрапнель была применена англичанами в битве против французов в 1808 г. К 30-м годам XIX в. шрапнель использовалась почти всеми европейскими армиями.



Образцы русской артиллерии:
а – секретная гаубица Шувалова; б – корабельное орудие 1855 г.;
в – полевая пушка 1877 г.; г – осадное (152 мм) орудие 1877 г.

После завершения наполеоновских войн в процессе дальнейшего развития техники все заметнее стали ощущаться недостаки в гладкоствольной артиллерии. В войнах с середины XIX в. во всех армиях начало широко распространяться ручное нарезное оружие, в силу чего гладкоствольная артиллерия, обладающая меньшей дальностью стрельбы, оказалась неприспособленной для борьбы с пехотой кавалерией.

Преимущество нарезной артиллерии по сравнению с гладкоствольными отчетливо выявилось во время австро-прусской войны 1866 г., франко-прусской войны 1870-1871 гг. и русско-турецкой войны 1877-1878 гг.

Применение нарезных орудий позволило увеличить дальность стрельбы с 1,5-2 до 4 тыс. м при значительном повышении кучности боя и меткости попадания. Чтобы наладить производство нарезной артиллерии, потребовалось разрешить множество весьма сложных вопросов – найти наиболее выгодную форму и крутизну нарезов, вес снаряда, заряда, форму выступов и т.п.

Замена бронзовых и чугунных орудий стальными позволила значительно увеличить их огневую мощь. Введение стальной артиллерии было ответом на качественные изменения в военной

технике, вызванные переходом от железной брони к стальной и постоянным утолщениям обшивки военных судов (броненосцы), что потребовало увеличения разрушительного действия снаряда. Об эффективности стальных орудий свидетельствуют данные об огневой мощи легкой полевой стальной пушки образца 1877 г. (калибр 3,42 дюйма), которая по своей дальности более чем в 4 раза превзошла гладкоствольную пушку, в 2,5 раза – бронзовую пушку, заряжающуюся с дула, и почти в 2 раза – бронзовое казнозарядное орудие того же калибра. Стальная пушка образца 1877 г. получившая название дальнобойной, обеспечивала дальность стрельбы до 6400 м. С 70-х годов XIX в. началось интенсивное перевооружение армий всех государств мира стальной дальнобойной артиллерии.

К концу первой четверти XIX уже довольно четко обозначились две системы ракет, различающиеся по конструкции и по характеру действия движущей силы: ракеты с боковым хвостом (боковым стабилизирующим стержнем) и ракеты с центральным стабилизирующим стержнем. Первые были наиболее распространены в Австрии и поэтому нередко назывались ракетами австрийской системы. Ракеты с центральным стабилизирующим стержнем были предложены в первой половине 10-х годов XIX в. и назывались ракетами английской системы. Ракеты австрийской системы применяли для стрельбы на небольшие расстояния (до 400-500 м); ракеты английской системы имели преимущества при стрельбе на расстояние 1000 м и более. В середине XIX в. ракетное оружие наиболее широко распространилось в европейских странах. В эти годы боевые ракеты изготавливали в большом количестве. Их применяли в боевых действиях, во многих армиях были созданы специальные ракетные подразделения, боевыми ракетами стали вооружать морские суда.

Наибольших успехов в производстве и применении ракет достигли в это время Англия, Россия и Франция. В результате усовершенствования ракет несколько повысилась точность стрельбы ракетами, максимальная дальность их полета достигла 5-8 км. Однако основную задачу, стоявшую в середине XIX в. перед специа-

листами, работавшими в области ракетной техники, – сделать боевые ракеты сопоставимыми с артиллерийскими снарядами – решить в этот период так и не удалось. В последней трети XIX в. ракеты утратили свое боевое значение и постепенно были сняты с вооружения практически во всех странах.

Развитие капитализма оказало сильное влияние на мировое судоходство и особенно на развитие военного флота. В XVIII в. были значительно улучшены конструкции корпусов военных кораблей, их парусное и артиллерийское вооружение. Водоизмещение крупных кораблей увеличилось с 1-2 до 3-4 тыс. т. Резко возросло число орудий, достигшее на линейных кораблях 120-135.

В результате вооружения военных судов так называемыми бомбическими пушками, стрелявшими разрывными бомбами и вызывавшими разрушение борта и сильные пожары на кораблях, а также прогресса нарезной артиллерии началось создание бронированных кораблей. Их необходимость со всей очевидностью появилась на опыте Крымской войны (1853-1856 гг.), когда все страны начали создавать паровой броненосный флот, оборудованный мощной стальной броней, достигавшей в отдельных случаях толщины 610 мм.

Военная техника в своем развитии испытывала постоянное, все возраставшее влияние технических достижений в области ведущих отраслей капиталистического хозяйства, она "впитывала" все новинки науки и техники.

22. РЕВОЛЮЦИЯ В СРЕДСТВАХ ТРАНСПОРТА

Система транспорта до конца XVIII - начала XIX в.

Феодализм оставил в наследство развивающемуся капитализму очень плохие средства и пути сообщения. Низкий уровень производства и, следовательно, торговли не стимулировал их развитие, мешала этому и государственная раздробленность. Усиление централизации государственной власти сопровождалось улучшением путей сообщения, что наряду с ликвидацией внутренних пошлин стимулировало торговлю. Тем не менее трудности в передвижении на суше из-за недостатка хороших дорог, постоянных грабежей, военных конфликтов и т.п. делали наиболее выгодным морские передвижения. Огромное преимущество имели приморские города и государства с морскими границами, получавшие значительные выгоды, тем более что значительная часть товарооборота в тот период приходилась на колонии.

В последней четверти XVIII в. во Франции получили распространение дороги системы Пьера Трезаге. Он обращал внимание на профилирование поверхности грунтового основания, поскольку это, по его мнению, наряду с тщательным подбором материала и соответствующими способами укладки камня и щебня позволяло существенно удешевить и увеличить сроки эксплуатации дороги. Дороги системы Трезаге получили в дальнейшем распространение не только во Франции, но и в других странах Европы. Впоследствии были разработаны конструкции более совершенных дорог. Так, например, британцы Т. Тельфорд и Д. Мак-Адам значительно усовершенствовали профиль и покрытие дорог.

В России приводить в порядок дороги начал Петр I. Он даже учредил специальную должность "земских комиссаров", ответственных за сохранность дорог, но после его смерти эту должность упразднили. Внимание к дорогам проявилось вновь почти через столетие: в 1809 г. было учреждено Главное управление путей сообщения.

Аналогичная картина наблюдалась и в других европейских странах. В Австрии, например, транспортные наценки почти равнялись цене самого товара, а в Германии кареты сопровождали слуги с кирками и лопатами, так как дороги были трудно проходимыми.

Большую роль в улучшении методов дорожного строительства сыграли английские инженеры-дорожники. Среди них особенно выделялся Д. Миткалф. Это был исключительно даровитый и волевой человек. Несмотря на полную слепоту, он принял участие в военной кампании 1745 г., а затем совершенно самостоятельно вел дела. Сперва он занялся торговлей лошадьми, а затем – извозом. Эти занятия требовали непрерывных путешествий. Миткалф понял значение хороших дорог. Поэтому вскоре он стал изыскателем, проектировщиком и строителем дорог. Никто не мог понять и сам он не мог объяснить, как удавалось ему все это: без помощи зрячих он отправлялся со своим посохом слепца на изыскания. Очевидцев его деятельности поражала точность, с которой этот человек определял требуемое направление каждого участка дороги, виды почв на всех участках и многое другое.

Улучшение дорог сказалось на развитии пассажирского транспорта и почтового обслуживания. Скорость передвижения значительно увеличилась. Так, например, когда в 1755 г. будущий изобретатель паровой машины Д. Уатт направился из Глазго в учение в Лондон, ему потребовалось 12 дней, чтобы совершить это путешествие верхом. Через 40 лет регулярные почтовые кареты проделывали этот же путь за 63 ч. Но важно не только то, что существенно возросла скорость перевозок. Не менее важно возникновение совершенно новой формы организации перевозок – в первую очередь регулярное пассажирское и почтовое сообщение.

В решении проблемы усовершенствования внутренних водных путей большую роль играло строительство судоходных шлюзов. Широкое распространение каналы, в том числе со шлюзами, в Европе получили в XVII в. Во Франции, например, первый канал был построен в 1605 г., он соединял Сену и Луару, а к XIX в. там было около 1000 км искусственных водных путей.

В отличие от сухопутного и внутреннего транспорта положение в морском транспорте было совершенно иным. Колониальные завоевания и заморская торговля связали страны Старого Света с Африкой, Индией, странами Дальнего Востока, с Америкой, с Австралией. К середине XVIII в. уже существовали достаточно хорошие географические карты, были подробно изучены морские пути. Мореходство стало более безопасным и скорым с внедрением морского хронометра, позволявшего определять географическую долготу. Хронометр создал английский механик Д. Харрисон на основе работ, длившихся с 1728 по 1759 г. Развитию мореходства способствовало также то, что все крупные морские державы: Россия, Великобритания, Франция, Испания, Голландия, США и другие – строили порты, маяки, регулярно снаряжали морские исследовательские экспедиции.

До начала XIX в. в кораблестроении принципиально новых технических решений не было. Шло постепенное усовершенствование основных мореходных качеств парусных судов. Наиболее крупные транспортные суда имели водоизмещение до 1500 т. Их надводная часть мало отличалась от надводной части боевых кораблей, к тому же на них имелось весьма мощное вооружение (несколько десятков орудий). Чтобы обеспечить большую грузоподъемность, корпус делали более широким, чем у боевых кораблей, а это существенно снижало скорость. Но все же при хорошем ветре скорость такого судна равнялась 12 узлам (22,2 км/ч), т.е. была достаточно высокой.

Революция в средствах сухопутного транспорта

Транспорт приобретает особое важное значение с развитием крупной машинной индустрии, которая всегда нуждается в расширении как внутреннего, так и внешнего рынков. Создание всемирного рынка, вызванное колоссальным развитием торговли, потребовало массовой и по возможности быстрой переброски сырья и изделий на большие расстояния.

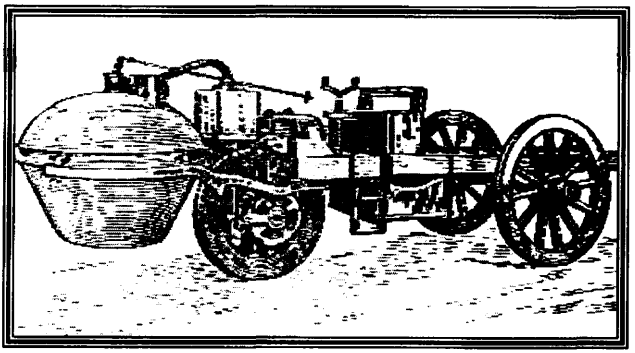
О важности перехода на новые средства транспорта можно судить по динамике внешнеторговых перевозок в период сначала XVIII до начала XIX в. в некоторых странах Европы. Так, например, общий тоннаж кораблей, вышедших из английских портов, составил в 1700 г. 317 тыс. т, в 1751 г. 661 тыс. и в 1800 г. 1924 тыс. т. За десятилетие с 1790 по 1800 г. объем импорта в Великобритании возрос на 73%, а экспорта – на 95%, а тоннаж торгового флота увеличился на 26%.

Начало XIX в. ознаменовалось работами по созданию принципиально новых сухопутных средств передвижения – парового железнодорожного транспорта. К этому времени возникли не только экономические, но и технические условия, которые позволили решить эту сложную проблему. Уже имелся значительный опыт эксплуатации паровой машины Д. Уатта, в многих странах Европы использовали различного типа рельсовые пути, по которым двигались специально спроектированные для них вагонетки.

Эффективность передвижения вагонеток по рельсовым путям была доказана практикой горных предприятий, где сначала использовались различного рода деревянные подкладки под колеса вагонеток, а с середины XVIII в. верх деревянных рельсов стали укреплять металлическими полосами.

Опыт горных предприятий позволил начать работы по созданию конно-чугунных дорог для общего пользования. Первая такая дорога была открыта в Англии в графстве Сэрри, примыкающем к Лондону. Она имела протяжение 40 км. Одна лошадь могла вести по специально построенному чугунному рельсовому пути состав из трех вагонов общим весом в 9,2 т. В России конно-чугунные дороги стали применять в самом начале XIX в. Строителем первых конно-чугунных дорог был П. Фролов. Он в 1810 г. построил Змеиногорскую дорогу на Алтае длиной 2 км. Ее эксплуатация заменяла труд более 500 крестьян, которые до этого на своих лошадях возили грузы для рудников.

Мысль о применении пара для нужд транспорта возникла еще в XVII в. Сначала пытались приспособить паровые двигатели к обыкновенным повозкам или телегам.



Паровая повозка Кюньо (1763 г.)

В 1763 г. французский инженер Н.Ж. Кюньо построил паровую повозку для перевозки артиллерийских снарядов. Машина работала всего 12-15 мин., после чего останавливалась на столько же времени. В 1769 г. (или 1770 г.) Кюньо построил более совершенную повозку, но, когда ее пустили из Парижа, оказалось, что ею невозможно управлять: повозка поехала совсем не по тому направлению, по которому предполагалось, налетела на стену и разрушила ее. В результате дальнейшая работа над ее усовершенствованием была запрещена.

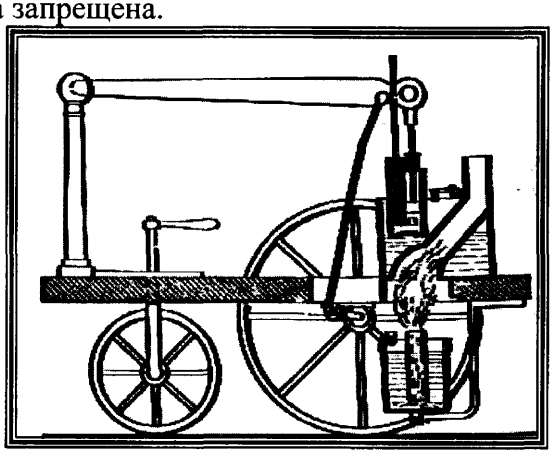


Схема модели паровой повозки Мердока (1786 г.)

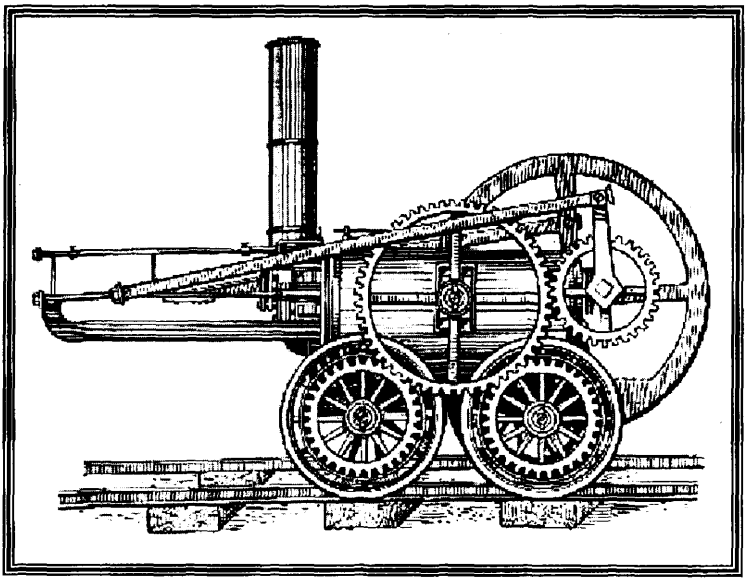


Схема первого паровоза Р.Тревитика (1803 г.)

В 1787 г. американец О. Эванс изобрел нечто вроде локомотива, но столь несовершенного, что он не мог применяться на практике.В 1784 г. Уильям Мердок, ученик и помощник Дж. Уатта, занялся разработкой проекта, а через два года приступил к опытам с паровой повозкой. Он создал действующую модель трехколесной повозки с паровым двигателем, но сделать практически пригодную транспортную машину ему не удалось. Отметим, что опыты создания таких паромобилей продолжались до конца XIX в., причем уже в 30-х годах XIX в. в Англии эксплуатировалось более сотни паровых экипажей конструкции Гурни, Хенкока и др. Однако плохое состояние дорог наряду с другими причинами не позволило им выдержать конкуренцию с паровозами.

Первый вполне успешный опыт по постройке и эксплуатации паровоза провел в 1803-1804 гг. Р. Тревитик. Двигатель паровоза имел один горизонтально расположенный паровой цилиндр, движение поршня блоком шатуна и кривошипом через систему зубчатых колес передавалось ведущим колесам. Испытание паровоза

проводились публично. Машина Тревитика везла около 10 т груза (железа) и до 70 человек пассажиров на расстояние более 9 миль. Скорость перемещения – около 5 миль/ч.

Очень большой вклад в развитие идеи парового транспорта внес Д. Стефенсон. Сын углекопа, он работал помощником кочегара и приобрел свои познания самообразованием. 25 июля 1814 г. Стефенсон испытал свой первый паровоз, который перевозил груз в 30 т со скоростью около 6 км/ч. Этот паровоз не был совершенным, продолжение опытов требовало средств, для получения которых Стефенсон создал и представил на конкурс свой вариант шахтерской лампы. Это принесло ему премию в 1000 фунтов стерлингов и возможность продолжать работу над конструкцией своего паровоза. К 1825 г. Стефенсон построил уже 16 паровозов. В том же году он возглавил строительство Стоктон-Дарлингтонской железной дороги.

Джордж Стефенсон (1781 – 1848 гг.)

Большой авторитет Стефенсона в железнодорожном строительстве и конструировании паровозов привел к тому, что ему было поручено строительство железной дороги Ливерпуль – Манчестер протяженностью 45 км. Строительство было закончено в 1830 г.

В 1831 г. в США начала действовать первая железнодорожная линия Чарльстон – Огеста длиной 64 км. В 1832 г. построена пер-

вая железная дорога во Франции; в 1835 г. – в Бельгии и в Германии; в 1837 г. – в Австрии.

Первый паровоз в России был построен на Нижне-Тагильском заводе на Урале в августе 1834 г. замечательными русскими механиками, крепостными Ефимом Алексеевичем Черепановым и его сыном Мироном Ефимовичем Черепановым. Провоз Черепановых возил состав весом до 3,3 т со скоростью от 13 до 16 км/ч.

В 1834 г. в Россию приехал чешский профессор Ф.А. Герстнир. Он сумел добиться от царя привилегии на строительство железной дороги протяженность 27 км между Петербургом и Царским Селом. Эта дорога была открыта в 1837 г.

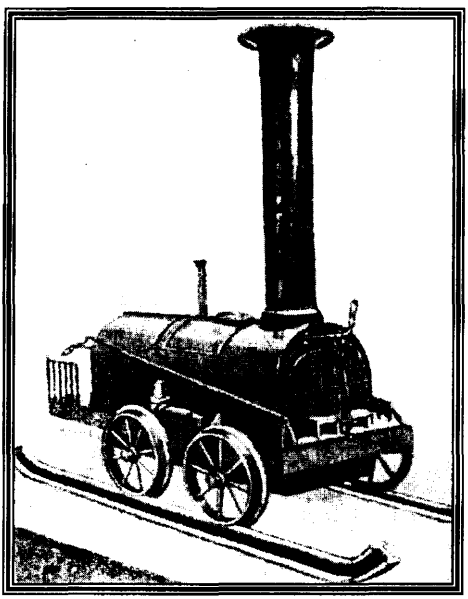
Строительство первой крупной железной дороги в России (из Петербурга в Москву) началось с 1843 г. и велось с двух сторон под руководством инженеров П.П. Мельникова и Н.О. Крафта. Движение было открыто в 1851 г., причем первый поезд проделал все расстояние за 19 ч. По тем временам это была самая протяженная в мире двухпутная дорога.

Мировое строительство железных дорог велось в 50-60-е годы XIX в. весьма интенсивно, причем уже в 1869 г. была построена первая трансконтинентальная железная дорога – от Атлантического океана до Тихого – от Нью-Йорка до Сан-Франциско. Общая протяженность железнодорожной сети во всем мире выросла с 8,6 тыс. км в 1840 г. до 207,9 тыс. км в 1870 г.

Железные дороги стимулировали рост многих важнейших отраслей промышленности, так как для их строительства требовались в больших количествах металл, топливо, продукция машиностроения. Возникла новая отрасль промышленности – транспортное машиностроение. Железны дороги, связав воедино важнейшие промышленные центры, стимулировали рост темпов промышленного производства.

Парусные морские суда весьма долго удерживали свое господство. По существу, строительство большегрузных торговых парусников продолжалось вплоть до конца XIX столетия, а коммерческая эксплуатация некоторых из них длилась до 20-х годов на-

шего столетия. Так еще в 1902 г. в Гамбурге было спущено на воду пятимачтовое судно "Пруссия" с металлическим корпусом, его скорость хода достигала 17 узлов. На судне имелась и паровая машина, но малой мощности, предназначенная для подъема якорей и для привода в действие грузовых лебедок. Эксплуатация знаменитого клиппера "Катти Сарк" продолжалось до сентября 1922 г.



Модель паровоза Е.А. и М.Е. Черепановых (начало XIX в.)

Создание парового водного транспорта

Однако парусный флот не мог удовлетворить потребности крупной машинной индустрии. Необходимы были новые средства передвижения как на морях и океанах, так и на речных водных путях.

Идея использовать силу пара для движения гребных водоходных судов принадлежит французскому ученому Саломону де Ко,

который писал об этом в своей книге "Причины движущих сил" (1615 г.). Известный физик и изобретатель Дени Папен в 1690 г. указал на возможность применения пароатмосферной машины для вращения гребных колес судов. В 1708 г. он представил свой проект Лондонскому Королевскому обществу, действительным членом которого являлся. Однако проект не был осуществлен. Несовершенство двигателей стало основным тормозом на пути к механизации судна.

В конце XVIII в. было предпринято много попыток создать паровой водный транспорт. Первые успешные работы по созданию парового судна были проведены во Франции. С 1778 г. маркиз Клод де Жоффруа д'Аббан проводил серию опытов, завершившихся постройкой парового судна "Пироскаф" (водоизмещением 182 т), которое могло в течение часа подниматься против течения по р. Соне возле Леона.

Однако добиться полного успеха смог только Р. Фултон, который был знаком с работами других изобретателей паровых судов, в частности, он побывал на пароходе "Ш. Дундас", построенном Саймингтоном. Ирландец по национальности, талантливый самоучка Р. Фултон построил во Франции свой работоспособный, хотя и еще не достаточно совершенный пароход (1803 г.). Пароход мог плыть против течения до полутора часов, скорость его при движении по течению равнялась 5 км/ч.

Пароход Фултона был создан как раз в то время, когда нужда в нем во Франции была огромна ввиду английского господства на морях. Он давал возможность со временем оснастить французский флот судами, принципиально более совершенными, чем у противника. Однако Наполеон I не смог отказаться от устаревших представлений о развитии водного транспорта и оценить возможности пароходов. Примечательно, что он не оценил и преимуществ воздушной разведки во время войны (с аэростата), хотя такие примеры уже были, и ликвидировал существовавший до него во французской армии отдел воздухоплавания. Вообще в наполеоновский период никаких принципиальных усовершенствований в военной технике произведено не было. Кстати, в Англии владельцы кана-

лов, несмотря на первые успешные опыты, тоже отказались от услуг Саймингтона в проектировании и постройке пароходов, так как сочли, что волны, образуемые лопастями гребного колеса, могут разрушить берега каналов. Так технический прогресс тормозился людской косностью и невозможностью отказаться от привычных житейских представлений о развитии техники.

Роберт Фултон (1765 – 1815 гг.)

Потерпев неудачу во Франции, Р. Фултон переехал в Америку и, попав в благоприятные условия Соединенных Штатов Америки с их обилием водных путей и недостатком сухопутных дорог с большой территорией и разбросанным на ней населением, смог успешно доработать первый вариант своего парохода. Уже в 1807 г. он построил новый пароход, названный "Клермонт". Успеху способствовало то, что Фултон не стал сам делать двигатель, а заказал его в Бирмингеме у фирмы Болтон и Уатт, которая имела тогда наибольший опыт по созданию паровых двигателей.

Длина судна была равна 43 м, тоннаж 15 т, мощность парового двигателя 20 л.с. Свой первый рейс "Клермонт" совершил по Гудзону из Нью-Йорка в Олбани (278 км) при встречном ветре и течении за 32 ч. при работе только парового двигателя.

Успех пароходостроения в Америке вызвал интерес и в других странах. В Англии в 1811 г. на р. Клайд был построен первый пароход. В 1836 г. в английских портах их насчитывалось более 500.

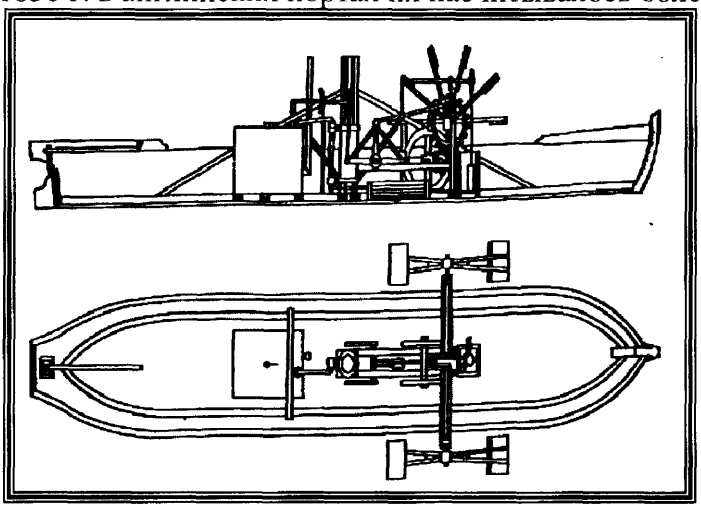


Чертёж парохода, построенного по проекту Р. Фултона

Вслед за изобретением речного парохода делались попытки технически усовершенствовать все виды морского транспорта. Уже в 1819 г. на известной трансатлантической линии из Америки в Европу появился первый пароход "Саванна", доставивший груз хлопка из США в Англию. Пароход находился в пути 26 дней. В том же 1819 г. "Саванна" пришла в Петербургский порт, это был первый иностранный пароход, посетивший Россию. Совершались пароходные рейсы и по другим океанам. В 1825 г. английский пароход "Энтерпрайз" благополучно проплыл из Лондона в Калькутту за 113 дней. В 1829 г. голландский пароход "Кюрасао" за 32 дня прибыл из Голландии в Вест-Индию.

Однако океанское пароходство до 40-х годов XIX в. развивалось сравнительно медленно. Только после коренного изменения конструкции пароходов и двигателей, а также после перехода к новым строительным материалам для морского флота сделались доступными даже самые отдаленные пункты земного шара.

Величайшее значение для усовершенствования морского флота имел переход к строительству железных и стальных корпусов пароходов. Первое судно с металлической обшивкой (баржа "Испытания") появилось в Англии в 1787 г., а в 1822 г. было построено металлическое паровое судно ("Аарон Мэнби"), совершавшее рейсы из Лондона в Гавр. Первые металлические паровые суда обладали, разумеется, определенными недостатками, но внесли свой вклад в опыт такого строительства. Массовое использование металла в судостроении относится к 40-м годам XIX в.

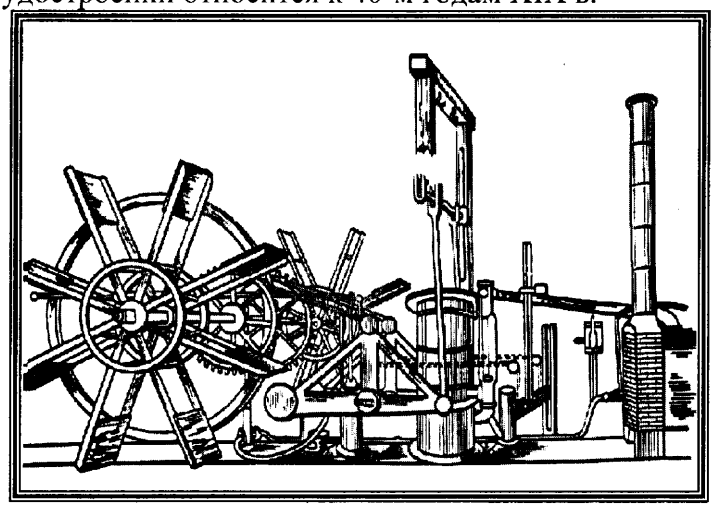


Схема машинной части парахода Р. Фултона «Клермонт»

Гребной винт оказался гораздо экономичнее по сравнению с гребным колесом, которое постоянно работало в различных режимах, связанных с разным уровнем его погружения в воду. Особенно это ощущалось при сильном волнении, но, кроме того, влияла также меняющаяся осадка судна. Гребной винт работает в более благоприятных условиях, стойкость его гораздо выше, что и предопределило постепенный переход к винтовому судостроению. Последний рейс колесного океанского парохода произошел в 1874 г., хотя на внутренних водах такие пароходы сохранились и до наших дней. На первых же порах предпочитали компромиссное решение

– пароход оснащался и винтом, и колесами, и парусами. Например, пароход "Великий Восточный", построенный в Англии в 1858 г., помимо парусной оснастки имел четыре двигателя, был оснащен гребными колесами и винтами, причем скорость корабля при совместной работе винтов и колес поднималась до 15 узлов, а при работе только гребных колес составляла 7,25 узлов. "Великий Восточный" пересекал Атлантику за 11 дней (первый пароход "Саванна" проделал этот путь за 26, а парусник затрачивал свыше 40 дней). Мощность парового двигателя, приводившего в движение гребные винты, составляла 4 888 л.с., колес 3411 л.с. Пароход мог перевозить до четырех тысяч пассажиров и в сутки сжигал около 300 т каменного угля. Для сравнения напомним, что мощность паровой машины на "Клермонте" Фултона была равна всего 20 л.с. Улучшение качества парового котла позволило создать двигатель сначала двойного, а затем тройного расширения. Двойное расширение пара увеличило экономичность котла, так как при одинарном расширении отработавший в цилиндре пар выпускался в атмосферу, теперь же он направлялся во второй цилиндр большего диаметра, где снова расширялся, производя полезную работу. Важным усовершенствованием было введение конденсатора. До этого непрерывное пополнение котлов новой водой, иногда морской, вызывало образование значительной накипи, что ухудшало рабочие характеристики котла. Сконденсированная же из пара вода была дистиллированной, цикл работы пара становился замкнутым, параметры котла – практически стабильными. Появилась возможность дополнительно повысить давление в котлах.

Однако процесс технического перевооружения водного транспорта в рассматриваемый нами период не был закончен. Паровой флот не стал еще полновластным хозяином водных пространств. Наряду с ним существовал и парусный флот, который занимал немалое место в общей системе водного транспорта. В 1871 г. мировой тоннаж парового флота составлял всего 2,4 млн. т, в то время как парусный флот имел тоннаж 15,3 млн. т.

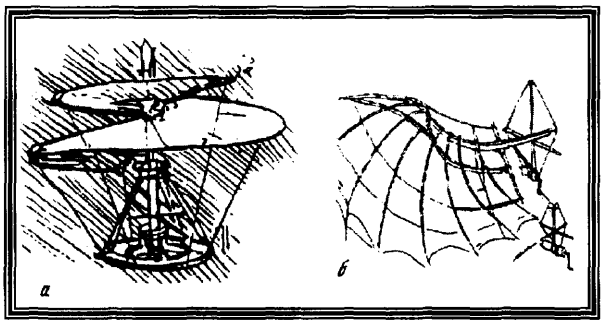
Развитие воздухоплавания

Идея полета зародилась в древнейшие времена на основе, по-видимому, наблюдений за полетом птиц. Мечты человека о полете запечатлены в скифских преданиях, древнеиндийском эпосе, античной мифологии. Известный древнегреческий миф о Дедале и Икаре, очевидно, повлиял на творческую мысль изобретателей эпохи Возрождения. В этом мифе отразилась мечта человека научиться летать и в то же время отмечена трудность ее осуществления.

Одна из ранних попыток полета описана в письменных источниках времен Древнеримской империи. В жизнеописании Нерона (I в.) упоминается о смельчаке, который пытался, по-видимому, спланировать с холма на самодельных крыльях, но лишь "обрызгал императора своей кровью". Описания аналогичных попыток полета встречаются в литературных источниках раннего средневековья (IX-X вв.).

Расцвет средневековья оставил немало документов, связанных с проектами и попытками практического осуществления беспилотных летательных аппаратов различного типа – ракетных (Китай, XIII в.), змейчатых (начало XIV в.) и геликоптерных.

Наиболее глубокие исследования в этот период были проведены Леонардо да Винчи. В трактате "О летании птиц" (1505 г.) он привел результаты своих многолетних наблюдений и размышлений, связанных с природой птичьего полета, в частности о сопротивлении движению воздушной среды. Это было первое научное исследование в истории авиации, намного опередившее научные и технические возможности его времени. Еще раньше Леонардо да Винчи занимался конструированием различных типов летательных аппаратов для полета человека. Широко известен его проект орнитоптера (машущие крылья приводились в движение мускульной силой человека с помощью различных механизмов), а также проекты парашюта и геликоптера. К сожалению, история не располагает данными об испытании этого орнитоптера, да и нет никаких сомнений, что они были бы неудачными, но смелость и прозорливость конструкторской мысли ученого поражает и наших современников.



Летательные аппараты Леонардо да Винчи:
а – проект вертолёта; б – схема машущего крыла для летательного аппарата

Понадобилось около полутора веков, на протяжении которых отмечено еще немало попыток осуществить полет человека подобно птицам – с помощью машущих крыльев, чтобы стала отчетливо понятной неплодотворность этого пути. Первым его понял итальянский ученый Джиованни Борелли, который выявил значительную разницу в относительном весе мышц у птиц и человека и сделал вывод, что полет человека силой мускулов осуществлен быть не может.

К 1670 г. относится первая из известных попыток дать проект летательного аппарата легче воздуха. Итальянский священник и ученый Франческо Лана пришел к мыли, что легкие тонкостенные шары обладают подъемной силой, а следовательно должны всплывать в атмосфере. Пользуясь научными трактатами Галилея и Торричелли, он сделал весовой расчет "летучей барки" (1670 г.) – судна, поднимающегося с помощью четырех медных шаров диаметров 8 м, из которых выкачан воздух. Представления о существовании атмосферного давления не получили еще тогда достаточного распространения, и Лана (да и многие его современники, в частности Лейбниц) не знал, что его тонкостенные шары должны быть сплющены внешним давлением.

5 июня 1783 г. братья Жозеф и Этьен Монгольфье осуществили первый беспилотный пуск аэростата диаметром 11,5 м, выполненного из оклеенного бумагой холста с веревочной сеткой и напол-

ненного горячим воздухом. Таким образом, создание легкой герметичной и устойчивой по форме оболочки позволило реализовать принцип, по которому в сплошной среде тело, обладающее весом меньше вытесненной им массы этой среды, всплывает вверх. 19 сентября в Версале братья Монгольфье запустили первый баллон с животными, а 21 ноября 1783 г. в Париже был осуществлен первый полет людей (Пилатр де Розье и Д'Арланд). Баллон имел диаметр 15 м, вес 675 кг и пробыл в воздухе с двумя пассажирами 20 мин, покрыв расстояние около 9 км.

Уже в XVIII в. многие ученые, предвидя недостаточную эффективность воздухоплавательных летательных аппаратов, искали пути к созданию аппаратов тяжелее воздуха. Так в 1716 г. Эммануэль Сведенборг описал проект самолета, приводимого в движение качающимся жестким крылом. В 1754 г. русский ученый М.В. Ломоносов построил первую действующую модель геликоптера с пружинным моторчиком. Известен также проект самолета М. Бауэра, относящийся к 1764 г. (обнаружен в 1921 г.). На весьма тщательном чертеже этого летательного аппарата видно жесткое несущее крыло и качающиеся (типа байдарочного весла) крыло для создания движущей силы. В 1768 г. возник проект конвертоплана – летательного аппарата с винтами для подъема и горизонтального перемещения, приводимыми во вращение пилотом ("птерофор" Пауктона). В 1784 г. баденский архитектор К. Меервейн пытался построить и испытать рассчитанное им крыло, способное поднять и перемещать в воздухе человека благодаря машущим движениям.

В конце XVIII и в начале XIX в. было предпринято немало других попыток спроектировать и построить летательные аппараты тяжелее воздуха. Однако большая часть их по вполне понятным причинам шла по бесперспективному пути – реализации в машине принципа полета птиц. В то же время воздухоплавание уже в конце XVIII в., сразу же после первых полетов аэростатов братьев Монгольфье и Шарля, развивалась весьма бурно во многих странах. Однако огромный энтузиазм, вызванный, как казалось, долгожданным разрешением проблемы полета, быстро сменился

скепсисом в связи с новой проблемой. Оказалось, что аэростаты совершенно не пригодны для решения транспортных задач – неуправляемые и не имеющие собственного двигателя, они оказались лишь "послушной игрушкой ветров". Назрела необходимость создания средств управления воздухоплавательными летательными аппаратами. Первые проекты управляемых аэростатов появились уже в 1784 г. Сначала Ж. Бланшар в 1784 г. установил на аэростат крыльчатые весла и паруса (он же впервые благополучно сбросил с баллона с парашютом собак, человек на парашюте впервые спустился в 1797 г.).

Затем инженер Менье в 1785 г. предложил использовать для движения аэростата воздушные винты, приводимые во вращение экипажем, а для управления – руль. Он же предложил для уменьшения аэродинамического сопротивления сделать форму аэростата вытянутой, каплевидной. По сути дела, это был первый проект дирижабля. В начале 1785 г. Бланшар впервые пересек на баллоне пролив Ла-Манш, а через несколько лет началось практическое применение аэростатов (сначала привязных) для военных целей – разведки и корректировки артиллерийского огня. Последующее развитие воздухоплавания на протяжении нескольких десятилетий сводилось к поиску средств управления аэростатами, т.е. их возможности летать в нужном направлении с заранее намеченными точками посадки. Известны многие попытки применить на аэростатах машущие крылья, гребные колеса, воздушные винты и т.д. Однако отсутствие мощных источников энергии не позволяло решить эти задачи даже с минимальной эффективностью.

Первые десятилетия XIX в. ознаменовались, как известно, широким распространением паровых машин. Усовершенствование их посредством применения жаротрубных и водотрубных высокого давления (до 5-7 ат), использование перегрева пара, а также теоретические исследовния в области термодинамики (Карно, Джоуль, Клаозиус и др.) привели к повышению их к компактности и уменьшению веса. Это натолкнуло ученых и инженеров, занимающихся воздухоплаванием на возможность применения паровой машины для движения аэростатов.

Первым предложил это сделать английский ученый и изобретатель Джон Кейли в 1816 г. (задача поиска механического двигателя для "воздушного судоходства" была поставлена еще в 1809 г.). В своем проекте Кейли дал расчет конструкции и энергетики аэростата (дирижабля) длиной 90 м с экипажем 7 человек. Паровая машина мощностью 1 л.с. и весом около 100 кг должна была сообщить аэростату скорость около 25 км/ч. Конечно, расчеты эти были ошибочными, что вскоре понял и сам Кейли. Кроме того, Кейли в своем проекте предложил ряд конструктивных идей, также опередивших свое время: разделение баллона на отсеки, жесткая конструкция – с деревянным каркасом или листовой обшивкой и др.

В 60-70-х годах XIX в. развитие аэростатов переживало некоторый кризис, но были достигнуты некоторые успехи в их практическом применении в научных (для высотных исследований – Тиссандье, в 1872 г.) и в военных целях (в том числе – для бомбардировки с воздуха, впервые – а Австрии, 1849 г.). В этот период велись интенсивные работы по созданию летательных аппаратов тяжелее воздуха и интерес к аэростату заметно остыл.

Дирижабль с паровым двигателем конструкции А. Жиффара (1852 г.)

В конце 1870-х годов ученым и специалистам стало ясно, что воздушная среда как сфера перемещения человека может быть достаточно эффективно использована лишь с помощью моторных аппаратов тяжелее воздуха, однако уровень развития науки и техники до самого конца XIX в. был недостаточным для создания работоспособных средств такого рода.

23. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Состояние средств связи до первой четверти XIX в.

Еще в далекой древности у человека возникла необходимость передачи сигналов на расстоянии. Для усиления голоса при подаче сигналов на охоте стали применять простейшие рупоры в виде рогов, раковин и др. Целям подачи сигналов служили тамтамы, барабаны и подобные им устройства, а чуть позже световые средства – факелы, костры. Даже эти примитивные средства световой сигнализации позволили резко увеличить расстояние, на котором людям удавалось поддерживать связь.

С развитием общества возникла необходимость в передаче более разнообразных сигналов, в том числе сигналов, смысл которых не был обусловлен заранее. В книге известного греческого историка Полибия описан способ применения водяных часов, так называемых клепсидр, в устройстве для дальней сигнализации. Клепсидры представляли собой сосуды с водой, на поверхности которой находились поплавки с вертикальными стойками на них. Вода из сосудов вытекала с постоянной скоростью, и длина видимой части стоек была обратно пропорциональна времени. Суть использования клепсидр для сигнализации состояла в том, что их вертикальные стойки имели однотипную разметку: вместо часовых делений на них были написаны в одинаковой последовательности различные слова, команды и т.п. По условному сигналу с передающего пункта обе клепсидры одновременно запускались, а по другому сигналу останавливались в тот момент, когда на стойках была видна надпись, которую нужно было передать. Так как клепсидры были довольно точными часами, то на передающем и на приемном пунктах они показывали один и тот же сигнал. В этом способе связи дальность определялась условиями видимости сигналов, которые могли подаваться любыми другими известными тогда сигнальными средствами. Это был, пожалуй, первый способ связи с использованием технических средств (клепсидр), основанный на применении принципа синхронизации приборов во времени.

Полибий описывает также и второй способ сигнализации, основанный на ином принципе, изобретение которого он связывает с именами Клеоксена и Демоклита из Александрии. По этому способу для сигнализации использовали факелы, которые выставляли на сигнальной стене. При этом существовал определенный код, составленный следующим образом. Греческий алфавит (24 буквы) разделяли на 5 групп таким образом, что каждая буква определялась номером группы и порядковым номером ее в группе. Число факелов в левой части сигнальной стены означало номер группы, а число факелов в правой части стены – номер места в группе. Такой способ, хотя и требовал много времени на передачу каждого сигнала, однако давал возможность передавать буквенным текстом любое сообщение.

Средства связи стали претерпевать заметную эволюцию только XVII-XVIII вв., когда рост продукции и быстрое расширение торговых связей потребовали новых средств для быстрой передачи сообщений. Этому способствовали различные научные открытия и технические достижения. Для дальней связи стали применять системы оптического телеграфирования; в них сигнал передавался на расстояние с помощью светового источника, который затеняли и открывали. Иногда изменяли положение специальных сигнальных предметов, видных на далекое расстояние. Дальность сигнализации определялась прямой видимостью невооруженным глазом сигнальных устройств, а после появления зрительных труб – расстоянием, на котором эти устройства были видны в зрительную трубу.

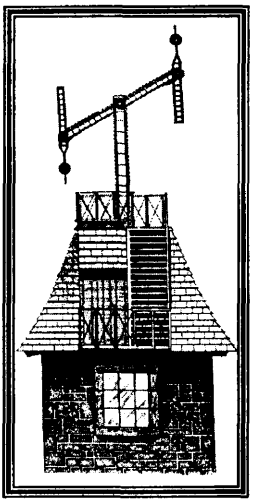
Наибольшую известность оптическое телеграфирование получило после работ французского изобретателя Клода Шаппа, который, кстати сказать, и ввел термин "телеграф", т.е. "дальнописец". Первые опыты Шаппа были повторением упомянутой выше идеи, описанной Полибием для двух синхронных часов. Шапп воспользовался для этого часовым механизмом, имеющим быстрое движение стрелок по круговому циферблату с начертанными на нем простыми сигнальными знаками. Однако эта идея, хоть и позволи-

ла провести ряд успешных опытов, была отвергнута автором. Он построил другой телеграф (1792 г.). В нем сигнализация производилась посредством семафора, состоящего из высокой мачты с подвижной горизонтальной частью (названной регулятором), на концах которой имелось по одному вращающемуся "крылу". Изменение взаимного расположения "регулятора" и "крыльев", которые перемещались с помощью шкивов и ременной передачи, позволяло образовывать в пространстве различные фигуры. Эти фигуры составляли знаковый код. Телеграф Шаппа давал возможность отчетливо различать до 196 фигур, однако для большей надежности было отобрано только 98 фигур, соответствовавших отдельным словам, цифрам и некоторым служебным сигналам.

Простота устройства телеграфа Шаппа давала возможность широко применять его для создания первых линий связи. Отдельные станции телеграфа располагались на ровной местности на расстоянии до 30-40 км одна от другой. В 1798 г. была открыта первая дальняя телеграфная линия Париж – Страсбург – Брест, а затем линии оптического телеграфа стали быстро множиться.

Оптические телеграфы имели существенный недостаток, так как работали безотказно только в дневное время и при хорошей видимости. Ночные условия и плохая погода значительно осложняли и даже останавливали их работу, несмотря на многие попытки усовершенствовать эти системы связи введением искусственного освещения, уменьшением расстояния между соседними пунктами и т.п.

Оптические телеграфы быстро распространились с развитием железных дорог, так как работа железнодорожного транспорта не могла происходить без хорошо налаженной сигнализации. До середины XIX в. единственным средством такой сигнализации были оптические телеграфы, несмотря на их явные недостатки, определявшиеся главным образом зависимостью от ненастной погоды и плохой приспособленностью для работы ночью. Стремясь получить более надежные системы передачи информации, изобретатели обращались к новым научным открытиям и прежде всего – к электричеству.



Оптический телеграфКлода Шаппа (1792 г.)

Изобретение электромагнитных телеграфов

В конце XVIII в. в физике уже были изучены основные свойства электричества и обнаружена его способность с огромной скоростью распространяться по металлическим проводникам. Поэтому внимание экспериментаторов и изобретателей привлекло это новое явление. Статическое электричество было изучено раньше, чем явления электрического тока, и естественно, что техническая мысль сначала попыталась использовать для связи именно статическое электричество.

По-видимому, первым, кто сделал попытки использовать электростатические явления для связи, был Ф. Сальва, опубликовавший в 1758 г. сообщение с предложением передавать по проводам электрические заряды, под действием которых металлические шарики на приемном аппарате притягивали легкие бумажные таблички с изображением букв алфавита.

Мысль изобретателей обратилась к открытию гальванического тока. В 1801 г. упомянутый выше Ф. Сальва построил модель телеграфного аппарата, работа которого была основана на электро-

химическом действии тока. Источником тока у Ф. Сальвы служил вольтов столб, а телеграфная линия состояла из нескольких хорошо изолированных проводов, присоединенных на приемном конце к вольтметрам.

К 1801-1804 гг. относятся опыты по созданию электрохимического телеграфа мюнхенским физиком и анатомом С. Земмерингом. Он использовал явление выделения пузырьков газа на электродах при пропускании через электролиты гальванического тока. Один из первых аппаратов Земмеринга имел гальваническую батарею (вольтов столб) и переключатель, посредством которого батарея могла присоединяться к любым из тридцати пяти проводов (по числу букв немецкого алфавита), образующих телеграфную линию. Приемный аппарат состоял из стеклянной ванны с подкисленной водой, в которой находились концы проводов линии. При прохождении тока пузырьки водорода появлялись у соответствующей пары проводов и позволяли судить о том, какая буква передана.

История электрических телеграфов является очень характерным примером того, как на основе достижений науки начала XIX в. создавались новые технические средства. К крупным заведениям естественных наук относятся открытие Л. Гальванни и изучение А. Вольта свойств электрического тока, а также изобретение последним вольтова столба.

Особенно важным для развития электрической телеграфии были исследования магнитных свойств электрического тока, проведенные А. Ампером, заложившим основы электродинамики, а также опыта датского физика Х. Эрстеда, наблюдавшего в 1820 г. действие тока в прямолинейном проводнике на магнитную стрелку. Продолжая опыты Эрстеда, профессор Галльского университета И. Швейггер обнаружил усиление магнитного воздействия тока при свертывании провода в спираль, витки которой многократно опоясывали магнитную стрелку. В 1820 г. Швейггер сконструировал новый физических прибор – мультипликатор, т.е. многовитковую воздушную катушку с помещенной внутри магнитной стрелкой.

Павел Львович Шиллинг (1786 – 1837 гг.)

В 1820 г. А. Ампер высказал мысль, что если использовать столько проводников со стрелками, сколько букв в алфавите, то можно, "помещая каждую букву на отдельной стрелке, устроить своего рода телеграф с помощью одного вольтова столба". Осуществляя идею Ампера, многие изобретатели того времени предложили несколько систем электромагнитного телеграфирования, однако ни одна из них не оказалась жизненной.

Изобретение практически пригодного электромагнитного телеграфа связано с именем русского ученого и изобретателя П.Л. Шиллинга. Этот выдающийся ученый вошел в историю науки как известный востоковед, знаток тибетской и монгольской письменности и изощренный шифровальщик. Он был членом-корреспондентом Петербургской академии наук по разряду изящной словесности. В то же время своими работами по созданию электрических мин он снискал себе славу изобретателя и инженера-электрика. Но самым большим вкладом в мировую электротехнику и в практику техники связи стали его работы по созданию электромагнитных телеграфов В 1828 г. строит и испытывает конструкцию однострелочного электромагнитного телеграфа, в котором сигнализация осуществляется двумя линейными проводами и одним мультипликатором на приемном конце. Успешные испытания системы позволили изобретателю выбрать в качестве главного

элемента телеграфов мультипликатор. Не позже 1829 г. П.Л. Шиллинг разработал свой шестистрелочный телеграф, причём его усилия были одновременно направлены на отработку конструктивных элементов системы и на создание телеграфных кодов. Здесь ему пригодились познания в "шифровальном искусстве". В конце 1830 г. на квартире П.Л. Шиллинга в Петербурге состоялась первая публичная демонстрация его электромагнитного телеграфа.

Шестистрелочный электромагнитный телеграф Шиллинга назывался так потому, что приемным устройством в нем служил сконструированный изобретателем сигнальный аппарат, состоящий из шести мультипликаторов с подвешенными на вертикальных шелковых нитях магнитными стрелками. Стрелки имели демпферы в виде пластинок, погруженных в сосуд со ртутью. В приемном устройстве находился еще один вызывной мультипликатор аналогичного устройства. Над каждой стрелкой на нити был закреплен легкий кружок, окрашенный с одной стороны в белый, а с другой – в черный цвет. Один конец каждой катушки мультипликатора присоединялся к соответствующему проводу телеграфной линии, а другие концы мультипликатора, соединенные вместе, присоединялись к общему (обратному) проводу линии. Таким образом, телеграфная линия состояла из восьми проводов (шесть рабочих проводов к сигнальным мультипликаторам, один провод к вызывному мультипликатору и один общий провод).

Передающий аппарат имел клавиатуру, состоящую из восьми пар черных и белых клавиш. Шесть пар основных сигнальных клавиш подключали гальваническую батарею через провода линии к сигнальным мультипликаторам. Одна пара была включена между батареей и обратным проводом. Последняя пара клавиш была соединена с вызывным мультипликатором. Телеграф работал таким образом, что при нажатии одной или нескольких основных клавиш, например, черного цвета и такой же обратной клавиши соответствующие кружки на приемном аппарате поворачивались к наблюдателю черной стороной. Нажатие белых клавиш поворачивало кружки белой стороной к наблюдателю. В положении покоя, когда токи через мультипликаторы не проходили, кружки были

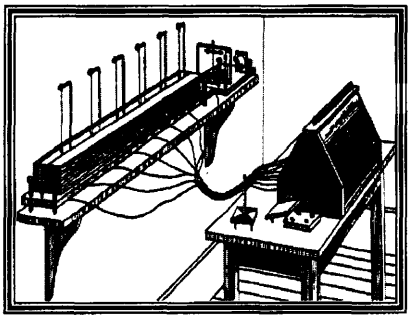
обращены к наблюдателю боковой стороной. При нажатии клавиш вызывного мультипликатора движение его стрелки на приемном аппарате воздействовало на спусковой механизм вызывного звонка

Период 30-40-х годов XIX в. характеризуется быстрым развитием торговли и транспорта, широким распространением печати. Развитие телеграфии в этот период было особенно актуальным, и во многих странах велись работы в этой области.

Известный русский ученый, физик и электротехник, изобретатель многих электротехнических приборов и аппаратов Б.С. Якоби в 1840 г. предложил самозаписывающий электромагнитный приемный телеграфный аппарат с фиксацией сообщений на особой бумажной ленте электрохимическим способом. Однако этот аппарат не получил практического применения.

Б.С. Якоби изобрел также электромагнитный пишущий аппарат, в котором главным элементом был электромагнит с железным сердечником, приводивший в действие пишущее приспособление, оставлявшее ломаную линию на подвижном экране из белого матового стекла. Во время работы аппарата каретка с экраном с помощью часового механизма перемещалась по особым рельсам. Когда обмотка электромагнита была обесточена, грифель пишущего механизма находился в верхней части экрана, а при прохождении тока сдвигался в нижнее положение. Кроме того, каждое срабатывание электромагнита сопровождалось звонковым сигналом.

Основное преимущество пишущего телеграфа Якоби заключалось в том, что не требовалась многопроводная телеграфная линия. Однако, чтобы прочитать телеграмму, нужна была предварительная ее расшифровка. В дальнейшей своей работе изобретатель старался найти такой способ телеграфирования, чтобы телеграмму можно было прочесть без расшифровки. Ему удалось разрешить поставленную задачу, используя принцип прерывистошагового синфазного вращения стрелок в особом механизме, аналогичном механизму современных электрических часов.



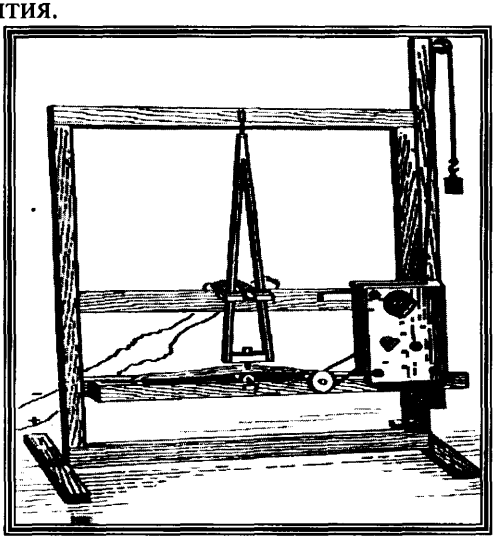
Электромагнитный (шестистрелочный) телеграф П.Л. Шиллинга (1829 г.)

Идея электроимпульсного шагового движения, заложенная в стрелочных аппаратах, была развита Б.С. Якоби и впоследствии воплощена в оригинальном буквопечатном телеграфе, создание которого относится в 1850 г. В этом телеграфе в приемном аппарате одновременно со стрелкой двигалось особое "типовое" колесо, на поверхности которого имелись выпуклые литеры ("типы"). Во время каждой остановки стрелки передающего аппарата к типовому колесу на приемном аппарате специальным печатающим электромагнитом прижималась бумажная лента и на ней отпечатывалась переданная буква. Затем ленту передвигали на одну позицию. Таким образом, переданная информация отпечатывалась буквами и цифрами на бумажной телеграфной ленте; изобретатель впервые осуществил автоматическую документальную запись передаваемых сообщений. Конструкция буквопечатающего аппарата Якоби отличается множеством остроумных инженерных решений. Этот аппарат своей оригинальностью и смелостью воплощенной технической мысли во многом опередил уровень техники своего времени.

В 1835 г. относятся первые опыты по электромагнитным телеграфам американского изобретателя, художника по профессии С. Морзе. В это время он построил первую модель телеграфного аппарата, в котором электромагнит с железным сердечником под действием тока от батареи притягивал якорь и отмечал на бу-

мажной ленте длинные и короткие черточки – кодовые отметки. С. Морзе пользовался электрическими импульсами различной продолжительности и разработал так называемый неравномерный код (азбука Морзе). Эта модель телеграфного аппарата не была удачной, но в 1837 г. изобретателю удалось построить удовлетворительно работающую аппаратуру. Передатчиком служил замыкатель (ключ Морзе), посредством которого оператор посылал в линию импульсы тока. На приемном аппарате электромагнит притягивал якорь, который с помощью грифеля отмечал на бумажной ленте знаки телеграфной азбуки. Лента двигалась непрерывно с помощью пружинного заводного механизма или гиревого привода.

Морзе удалось заинтересовать своим изобретением американское правительство, и уже в 1844 г. в США была построена телеграфная линия длиной 64 км между Вашингтоном и Балтимором. Через четыре года США уже имели телеграфные линии во всех, кроме одного, штатах к востоку от Миссисипи. В течение полувека телеграфы системы Морзе получили очень широкое распространение во всех странах мира, их выпускали многие промышленные предприятия.



Телеграфный аппарат С. Морзе (1837 г.)

Зарождение мировой системы электрической связи

Конец первой половины XIX в. характеризуется чрезвычайно быстрым развитием почти во всех странах мира сети железных дорог и в особенности сети электрической связи. После того как человечество обрело средство надежной передачи информации в виде электрических телеграфов и в процессе совершенствования этого средства стало ясно, что использования ретрансляционных пунктов дает возможность применять телеграфирование практически на любых расстояниях. Возникла задача строительства как можно более широкой и разветвленной сети телеграфных линий.

За первыми опытами по применению многопроводных систем телеграфирования преимущество получили двухпроводные системы. В 1838 г. Штейнгель проделал успешные опыты с заменой второго телеграфного провода линии землей. В 1842-1843 гг. Б. С. Якоби доказал, что проводимость земли почти не зависит от расстояния. После этого телеграф в подавляющем числе случаев стали строить однопроводным.

К середине XIX в. выработались основные принципы систем телеграфной связи, сложились важнейшие требования к производству телеграфной аппаратуры, и телеграфное производство стало интенсивно развиваться. Телеграфная техника вызвала производство линейных приборов и изоляторов, различных типов телеграфных проводов, кабелей и другого оборудования.

В начале 50-х годов XIX в. телеграфная сеть США достигла 15000 км. В Англии длина телеграфных линий составляла около 4000 км, а во Франции – около 1000 км. Это были сухопутные линии. В 1847 г. встал вопрос о прокладке первого подводного телеграфного кабеля через Ла-Манш между Францией и Англией. Работы завершились в 1851 г., и между Дувром и Кале вступила в строй кабельная линия. В 1852 г. кабелем были соединены Англия и Ирландия, а в 1854 г. – Корсика и Сардиния на Средиземноморье. В годы Крымской войны подводный кабель был проложен по дну Черного моря и использовался для связи англо-франко-турецких войск со Стамбулом, Парижем, Лондоном.

В 1856 г. техника смогла дать положительный ответ на вопрос о возможности прокладки трансатлантического подводного телеграфного кабеля, начались чрезвычайно трудоемкие работы, положившие начало сложнейшей технико-экономической кампании, изобиловавшей множеством жизненных драматических моментов и интересных изобретательских решений. И вот, наконец, в 1866 г. была установлена первая прямая подводная телеграфная связь между Европой и Северо-Американским континентом. Впервые наладилось оперативное и высоконадежное сообщение между континентами.

В 1869 г. вступила в действие кабельная подводная линия Лондон - Калькутта, длина которой составляла почти 20 тыс. км. В 1872 г. была установлена прямая кабельная связь между Европой и Южной Америкой, а затем между Австралией, Индией и Канадой.

Расширявшаяся практика электросвязи предъявляла все более сложные требования к телеграфной технике, главным образом по увеличению скорости передачи сообщений и эффективному использованию магистралей электросвязи.

Прокладка телеграфного кабеля (1850 г.)

Ручная передача постепенно заменялась механической, когда телеграммы сначала переводили на бумажные перфоленты, накапли-

вали, а затем в наиболее удобное (с точки зрения загрузки линии) время автоматически передавали с помощью особых приспособлений (трансмиттеров) с очень большой скоростью. Уже к 1858 г. скорости передачи достигли 300-400 телеграфных знаков в минуту.

После того как были отрыты (Г. Кирхгоф, 1847 г.) законы распределения тока в сложных электрических цепях, возникла идея использовать телеграфную линию для одновременной передачи нескольких сообщений. По-видимому, одной из первых попыток решения этой задачи уплотнения линий были опыты Ю. Гинтля – директора австрийских правительственных телеграфов. В 1853 г. он предложил систему дуплексного телеграфирования, когда по одному проводу передавались одновременно две телеграммы.

Более глубокое изучение электрических процессов и развитие электротехники позволило решить задачу использования надежных средств уплотнения иными методами, чем методы переключения каналов. Очень плодотворной была идея телеграфирования переменными токами различной частоты. Работы многих ученых и инженеров в ранний период развития телеграфии заложили основы этой техники. Еще в 1837 г. американский ученый Ч. Пейдж, а несколько позже Де-ла Рав и Г. Вертгейн предложили тональную передачу, а в 1852 г. чешский физик Ф. Петржина использовал в качестве приемника токов высокой частоты усовершенствованный им вибратор.

Частотное уплотнение оказалось очень перспективным и позволило создать множество практических систем, полностью дошедших до настоящего времени. Более того, эти методы вышли за рамки проводной связи и с развитием радиотехники обрели право на универсальное применение.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ ТРАНСПОРТОМ, СТРОИТЕЛЬСТВОМ И ВОЕННЫМ ДЕЛОМ К МАШИННОЙ ИНДУСТРИИ

(*последняя четверть XIX века - начало XX века)*

Машинная индустрия последней четверти XIX – начала XX в. в значительной степени развивалась под влиянием требований транспорта, строительства и военной техники.

Предпосылками мощного развития мирового транспорта, колоссального роста сети железных дорог, освоения трансконтинентальных морских путей, сооружения тоннелей и мостов было создание промышленности, способной полностью удовлетворить потребности развивающегося транспорта.

На суше строятся морские и речные каналы, соединяющие водные пространства различных частей света, создаются водоемы и другие гидротехнические сооружения, обслуживающие нужды водного транспорта.

Интенсивный рост всей транспортной системы предъявлял колоссальный спрос на самые разнообразные продукты всей промышленности как добывающей, так и перерабатывающей. Транспорт являлся главным потребителем металла, угля, паровых машин и поэтому стимулировал рост горнодобывающей и топливной промышленности, металлургии, машиностроения, строительной промышленности, особенно дорожной и мостовой. Потребностями транспорта в известной степени было обусловлено возникновение многих новых и бурное развитие многочисленных старых отраслей промышленности в капиталистическом мире. Непосредственное влияние бурного развития транспорта испытывала вся тяжелая индустрия.

24. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

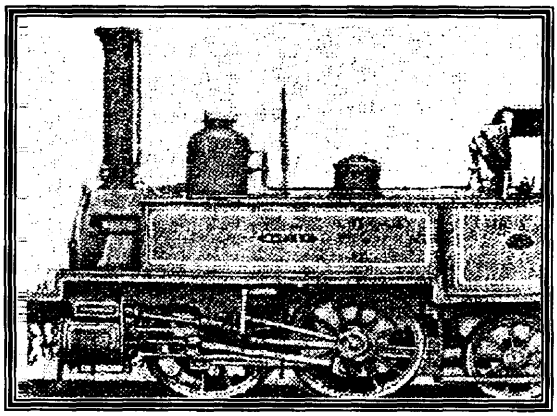
В 70-х годах XIX в. окончился начальный период в развитии паровозостроения. Новая эра в развитии паровозной тяги была связана с введением на транспорте компаунд-машин, т.е. паровых машин двойного (или многократного) расширения.

Разница между паровозом простого расширения и паровозом системы "компаунд" состояла в том, что у паровоза простого расширения употреблялись исключительно цилиндры высокого давления, а отработанный пар переходил из цилиндра прямо в атмосферу. У паровозов же системы "компаунд" применялись цилиндры высокого и низкого давления, а отработанный пар из цилиндра высокого давления переходил в другой цилиндр большего диаметра, в котором он вторично расширялся, и затем уже выпускался в атмосферу.

Главным достоинством паровозов системы "компаунд" являлась большая экономичность. Этим обстоятельством и объясняется быстрое их распространение на железнодорожном транспорте в конце XIX в. С ростом железнодорожной сети, железнодорожных перевозок резко повысилась потребность в топливе. Это вызвало стремительный рост цен на каменный уголь. Насущным стал вопрос об экономии топлива. Переход железнодорожной тяги на систему "компаунд" разрешал эту задачу. Применение паровозов системы "компаунд" нередко сокращало расходы угля на 15-30%.

В 1850 г. машинистом Большой Восточной дороги в Англии Джоном Никольсоном был предложен первый проект паровоза системы "компаунд".

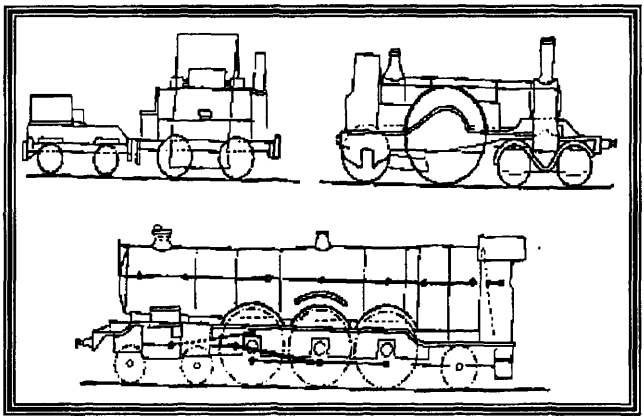
В 1855 г. появились первые товарные и пассажирские паровозы этой системы. Их испытания прошли весьма удовлетворительно, однако до 70-х годов XIX в. эти паровозы распространялись очень медленно. Принцип "компаунд" в паровозостроении возродил французский инженер Маллет, который в 1876 г. создал свой паровоз-компаунд.



Паровоз-компаунд, спроектированный М.А. Маллетом

Первые паровозы системы Маллета появились на железнодорожной линии Бианна - Биариц (Франция - Швейцария). Они были построены на заводе Шнейдера и Крезо близ Парижа. В 1878 г. тот же завод построил еще два усовершенствованных паровоза-компаунд. Один из этих паровозов демонстрировался на Парижской выставке в 1878 г. С этого времени они получили большое распространение на железных дорогах в Европе.

С 80-х годов XIX в. над усовершенствованием паровозов системы "компаунд" работало много инженеров Англии, Франции, Америки, Германии и России. Большое распространение паровозы системы "компаунд" получили в конце XIX - начале XX в. Однако, несмотря на целый ряд достоинств, они имели и крупные недостатки. Система "компаунд" была очень громоздка, ремонт ее был весьма сложен. Этими паровозами было трудно управлять. Усовершенствование паровозов "компаунд" привело к возникновению нового типа паровозов, так называемых сочлененных, или гибких, паровозов. Первый сочлененный паровоз построил инженер Маллет в 1887 г. Крупным усовершенствованием конструкции паровоза явилось применение в паровых машинах перегрева пара.



Паровозы разного времени:
- паровоз Стефенсона (1825 г.);
- паровоз Стирлинга (1870 г.);
- паровоз «Большой медведь» (1908 г.)

В эти годы возникли разнообразные системы паровоза-компаунд: дуплекс-компаунд, типа "Тектоник", "Грейт-Британ" и др.

Экономичность паровой машины можно повысить повышением давления пара, использованием его расширения и устранением конденсации в цилиндре. Перегрев пара устраняет конденсацию в цилиндре при помощи особых устройств – пароперегревателей. Первые пригодные для эксплуатации пароперегреватели разработал немецкий ученый Вильгельм Шмидт (1898 г.). Применение перегрева пара на транспорте оказалось очень выгодным. Он значительно повышал коэффициент полезного действия паровой машины, не усложняя управления паровоза и его конструкции.

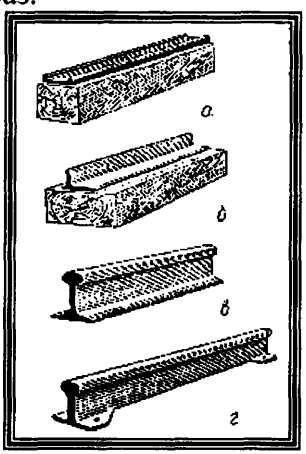
В конце XIX в. производство паровозов по сравнению с 70-ми годами возросло в 2-2,5 раза. В дальнейшем количество паровозов продолжало расти. Если в 90-х годах XIX в. во всех странах производилось 2 паровоза в год, то в 1905-1907 гг. количество выпускаемых ежегодно паровозов увеличилось от 5,5 тыс. до 7,3 тыс.

Совершенствование конструкций паровозов, изменение их параметров основывалось не только на успехах собственно паровозостроения. Это стало возможно благодаря развитию металлургии,

поставляющей все более высококачественную сталь, а также развитию машиностроительной промышленности, выпускающей точнейшие приборы и механизмы.

На протяжении XIX в. происходило постоянное совершенствование конструкций паровозов, постоянный рост мощности, скорости, силы тяги локомотивов, вес состава поезда.

За 70 лет скорость увеличилась в 5 раз, мощность – в 100 раз, а сила тяги – в 30 раз. Вес состава поездов за этот период возрос в 10 раз.



Эволюция рельсов:
а – первый железный рельс Рейнольдса;
б – угловой рельс Курра;
в – грибообразный рельс Джесона;
г – современный рельс

В конце века появляются различные конструкции пути. Выбор конструкции пути начинают связывать с грузонапряженностью дороги, типом подвижного состава, скоростью следования поездов и другими условиями движения. Если первоначально железные дороги представляли собой нечто единое по общему типу постройки, то постепенно происходила дифференциация типа дороги как по их устройству, так и по назначению.

В зависимости от размеров движения сооружаются однопутные, двухпутные и многопутные железные догори. В процессе быстрого роста железных дорог перед железнодорожной техникой возник ряд теоретических вопросов, связанных с наиболее рациональной эксплуатацией железнодорожных путей.

Наиболее выдающиеся научные работы в области взаимодействия пути и подвижного состава принадлежат русскому ученому

Н.П. Петрову (1836-1920 гг.). Петров сделал ряд выдающихся открытий по самым разнообразным областям железнодорожной техники. Он разработал тяговые расчеты, проделал исследования давления колес на рельсы и их прочность, исследовал работу тормозных систем и т.п. Он решил также ряд проблем в области безопасности эксплуатации локомотивов и подвижного состава. В процессе исследований Петровым с большой научной глубиной были разрешены вопросы о наиболее целесообразных и выгодных скоростях движения товарных, пассажирских, воинских поездов и о нормах расхода топлива.

25. ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

Существенные технические сдвиги произошли и в водном транспорте. Для изготовления кораблей широко начинают применять сталь. В 1900 г. появляются корабли небывалых размеров – водоизмещением в 20 тыс. т. Скорость пассажирских судов достигает 20 узлов, или около 40 км в час. Увеличение размеров и совершенствование судов приводят к строительству более благоустроенных портов. В это время начинается строительство плотин и дамб, получают все более широкое применение портовые доки, совершенствуются технические средства для строительства и ремонта кораблей.

Совершенствуются и паровые машины, устанавливаемые на пароходах. Принцип двойного расширения пара (компаунд) получил распространение на судовых паровых машинах раньше, чем на железнодорожном транспорте.

С увеличением размеров пароходов стали возрастать и мощности паровых машин. К концу 90-х годов мощность судовых двигателей в отдельных случаях достигала 3-5 тыс. л.с.

На морском паровом транспорте уже в конце XIX в. стали применять новый паровой двигатель – паровую турбину. Основными достоинствами паровой турбины являлись: сравнительно малый вес, отсутствие прямолинейно-возвратного движения, обусловливающего возможность иметь на одном валу большую мощность, возможность получения за счет большой степени расширения пара более высокого термического КПД. Все это способствовало тому, что паровая турбина очень скоро нашла применение в качестве судового двигателя. Заслуга введения паровой турбины в водном транспорте принадлежит одному из ее изобретателей – англичанину Чарлзу Парсонсу. Парсонс устанавливал свои турбины на моделях лодок с гребными винтами. В результате успешных испытаний в 1894 г. было начато строительство первого судна с турбиной, названного изобретателем "Турбиния". "Турбиния" развивала скорость в 32 узла в час.

С начала 1900-х годов начинается широкое применение турбин на военных, коммерческих и пассажирских судах. В область военного судостроения паровая турбина вошла после своего применения на английском броненосце "Дредноут" в 1905-1906 гг.

«Дредноут»

В этот период начинает складываться наука о корабле, создаваться теория корабля.

Таким образом, в рассматриваемый период происходит техническое перевооружение как железнодорожного, так и водного транспорта. Транспорт становится одним из основных потребителей металла, топлива и других сырьевых ресурсов. Это вызывало в свою очередь дальнейшее развитие горнорудной промышленности, металлургии, машиностроения, а также других отраслей народного хозяйства.

26. СТРОИТЕЛЬНОЕ ДЕЛО

Применение новых материалов

С ростом городов и фабричной промышленности появляются новые типы зданий. Строятся фабрики и заводы, банки, деловые конторы, рынки, универсальные магазины, вокзалы, доходные дома, гостиницы и т.д. Разнообразные здания с резко выраженной спецификой своего назначения требовали как новых материалов, так и новых конструктивно-строительных решений.

Главным строительным материалом в это время остается обожженный кирпич. Кирпич был известен еще в глубокой древности. Но только с середины XIX в. он стал производиться в массовом количестве и приобрел значение универсального материла, при помощи которого можно было выполнять любую строительную работу. С развитием строительных работ кирпич стал подразделяться на большое количество видов и родов, позволявших строить из него не только стены домов, но и возводить доменные и мартеновские печи, заводские трубы и т.д.

Во второй половине XIX в. громадное значение в строительстве приобретает железо. Если раньше в строительстве железо применялось лишь для покрытия крыш, шло на изготовление гвоздей и болтов, то начиная с 20-х годов XIX в. во Франции стали создавать из железа целые конструкции. Первые попытки этого рода, однако, находили мало подражателей. И лишь со второй половины века, когда по мере развития химии удалось более подробно изучить свойства железа, сфера его применения расширилась. Решающую роль во внедрении железа в строительство сыграло получение стали по методу Бессемера (1856 г.), а также открытие возможности прокатки рельсов (1862 г.), положившей начало индустриальному способу получения разнообразного профильного железа.

Большое значение в строительном деле стал играть цемент – вяжущее вещество, применяемое при изготовлении строительных растворов. Наиболее совершенная разновидность цемента – порт-

ландский цемент был изобретен еще в начале XIX в., но широкое распространение получил лишь в последнюю четверть прошлого столетия.

Портландский цемент был изобретен в 1824 г. английским каменщиком Джозефом Аспдином. Аспдин предложил способ обжига смеси гашеной извести с глиной, в результате чего получалось порошкообразное вещество, которое при смешивании с водой затвердевало на воздухе в камнеподобную массу. Аспдин назвал цемент портландским из-за внешнего сходства по цвету с камнем, добываемым около г. Портланда в Англии. Новый материал, обладая высокими техническими качествами, вскоре стал совершенно необходимым в строительном деле. Производство цемента получило особенно большое развитие в Англии и Германии. За 30 лет, с 1870 по 1900 г., производство цемента в Германии выросло более чем в 60 раз – с 40 тыс. т. до 2,5 млн. т. В России производство цемента было налажено в начале XX в. на Урале, а затем на юге – в Новороссийске.

В это время появляется и совершенно новый строительный материал – железобетон, представляющий собой комплексное соединение, состоящее из бетонной массы и распределенного внутри нее металлического скелета, или арматуры. Идея сочетания камня и металла возникла еще в начале XIX в., но широкое внедрение железобетона началось лишь после создания портландского цемента, с появлением которого началось широкое применение бетона в строительной практике. К основным достоинствам железобетона как строительного материала относятся прочность, жесткость, применимость к сложным формообразованиям, гигиенические качества (отсутствие грибка, гнили, насекомых), огнестойкость, долговечность (прочность бетона с течением времени возрастает).

Первые известные попытки соединить металлургическую арматуру с бетоном относятся к середине XIX в. На Всемирной Парижской выставке 1855 г. французский инженер Ламбо экспонировал лодку, корпус которой состоял из железного каркаса, залитого це-

ментным раствором. В 1861 г. вышла книга французского ученого Коанье, в которой описано уже несколько конструкций из бетона с металлической сеткой. Тем не менее изобретателем железобетона считается французский садовник Монье, применивший в 1867 г. железобетон для изготовления цветочных кадок. Стенки кадок Монье изготовлялись из цементного раствора с каркасом из металлической сетки. За первым изобретением последовали другие. В 1868 г. он получил патент на изготовление труб и резервуаров из железобетона, в 1869 г. – патент на изготовление из железобетона плоских плит, в 1877 г. – железнодорожных шпал и т.д. В 1885 г. Монье продал право на эксплуатацию своих изобретений, и с этих пор наступает период широкого применения железобетона в строительстве.

Одним из очень распространенных материалов в строительстве было стекло. В этот период появилось бесчисленное множество новых сортов стекла, отличавшихся друг от друга цветом, прочностью, толщиной и другими качествами.

Изменение конструктивных форм зданий

Применение новых материалов в строительстве, особенно железобетона и стекла, привело к изменению конструктивных форм зданий. Дома-особняки, характерные для городов предыдущей эпохи, уступают место четырех- и пятиэтажным домам со множеством квартир, обычно сдаваемых хозяином дома внаймы.

В Европе и Америке в это время было сооружено много зданий, по праву считавшихся шедеврами строительного и инженерного искусства. В 1851 г. в Лондоне был воздвигнут стеклянный дворец "Кристаллпалас" по проекту Жезефа Пэкстона. Это здание было выстроено для Всемирной выставки. Дворец был создан из металла и стекла. После сооружения Кристаллпаласа все торговые здания в Европе и Америке стали строиться по его образцу. Применение стекла и металла позволяло возводить светлые, просторные общественные здания.

В 1889 г. для Всемирной выставки в Париже была сооружена знаменитая Эйфелева башня. Французский инженер Эйфель построил целиком из металла колоссальное по тем временам сооружение высотой в 305 м. Эйфелева башня была выполнена методом монтажа непосредственно на строительной площадке. Принцип ее сборки был затем заимствован строителями американских небоскребов. В обиход строительной техники прочно вошли металлические конструкции.

Выдающимся достижением строительной техники была металлическая башня, построенная в 1896 г. русским инженером В.Г. Шуховым на Всероссийской промышленной выставке в Нижнем Новгороде. Она представляла собой многоярусную башню, состоящую из нескольких гиперболоидных стальных секций, поставленных одна на другую. В конце XIX в. в России было построено 200 сооружений такой системы в качестве водонапорных башен, опор линий электропередач, пожарных и сигнальных башен и т.п. Башни Шухова достигали высоты 72-150 м. Башня Шухова, построенная в Москве в 1922 г., до сих пор используется в качестве антенны телевидения.

Развитие техники транспортного строительства

Развитие железнодорожного транспорта, строительство новых железных дорог потребовали новой строительной техники. В этот период наибольшие изменения происходят в проходке железнодорожных тоннелей и сооружении железнодорожных мостов.

Тоннели, как известно, представляют собой горизонтальные выработки большого поперечного сечения. С древних времен известны тоннели самого разнообразного назначения. Первый железнодорожный Мон-Сенисский тоннель был проложен французскими инженерами между Францией и Италией в Альпах для двухпутной железной дороги. Строительство тоннеля было рассчитано на 25 лет, но применение вновь изобретенных буровых инструментов (перфораторов) и новых взрывчатых веществ (динамита) позволило значительно сократить сроки его строительства.

В 1880 г. был сооружен 15-километровый железнодорожный тоннель в Альпах под Сен-Готарским перевалом, связавший между собою Италию и Швейцарию.

В 1880-1883 гг. был проложен Арльбергский тоннель длиной более 10 км, прорытый через Восточные Альпы в Австрии.

В 1905 г. было закончено строительство самого длинного в Европе Симплонского тоннеля длиной более 19 км. Он был построен на высоте 765 м над уровнем моря и соединил железной дорогой Швейцарию и Италию. Этот тоннель до сих пор остается большим в Европе.

В 1914 г. в США был построен самый длинный в мире тоннель для водопровода, питающего Нью-Йорк, длиной 29 км.

В этот период довольно большое развитие получает и техника строительства мостов. Мостостроение уходит в глубокую древность. Древнейшими мостостроительными материалами были дерево и камень. С конца XVIII в. появляются металлические, сначала чугунные, а затем и железные, мосты. Со второй половины XIX в. начали преобладать мосты из стали. В связи с появлением нового материала – железобетона началось развитие железобетонных конструкций. С 80-х годов XIX в. железобетонные конструкции получают широкое применение в железнодорожном мостостроении.

В это время продолжала совершенствоваться и техника висячих мостов. В Америке, например, еще в 1876 г. длина пролета висячих мостов на мощных стальных канатах достигла 486 м. Таков был знаменитый Бруклинский мост около Нью-Йорка. В 1903 г. в США был построен Вильямсбургский висячий мост с пролетами величиной в 488 м. Проезжая часть моста, лежавшая на высоте около 36 м над уровнем реки, состояла из клепаной фермы шириною в 40 м, на которой в два яруса располагались 4 линии трамвая и 2 колеи железной дороги, два проезда для экипажей, пути для велосипедистов и тротуары. Железные фермы моста удерживали 4 стальных троса большого диаметра.

Сооружение подобных мостов стало возможным лишь к концу XIX в., когда была создана наука о мостостроении. Большой вклад

в науку о мостостроении внесли русские ученые и инженеры Д.И. Журавский и Н.А. Белелюбский.

Д.И. Журавский (1821-1891) является одним из основоположников теории расчета в мостостроении. Он предложил свой новый метод расчета мостовых опор, который прочно вошел в мировую практику мостостроения.

Далеко шагнула вперед и техника гидростроительства. Развитию мореходства в этот период сильно способствовало строительство каналов. Судоходные каналы создавались для сокращения длины водных путей, улучшения условий судоходства на подходах к портам и устьям рек и т.д.

В 1869 г. был построен Суэцкий канал, соединивший Средиземное море с Красным. Этот канал образовал кратчайший путь из Европы в Индийский океан и западную часть Тихого океана. Суэцкий канал строился 10 лет, с 1859 по 1869 г. Его строительство было продиктовано быстро расширяющимися экономическими связями между Западом и Востоком. Канал стал великой европейской торговой дорогой в Азию и Австралию.

27. ВОЕННОЕ ДЕЛО

С конца XIX в. в связи с началом борьбы за передел мира особенно глубоко и всесторонне стала проявляться связь промышленного производства с развитием военной техники в целом. В это время экономика совершенно отчетливо определяет развитие всего военного дела.

Машинная индустрия конца XIX в. позволила осуществить в военном деле ряд важнейших технических нововведений, которые были использованы в мировой войне 1914-1918 гг. Но высокоразвитая военная техника в начале XX в. была не только результатом мощного индустриального потенциала капиталистических держав, она в свою очередь являлась одним из сильнейших стимулов для развития промышленного производства в целом и особенно для развития тяжелой промышленности.

Рост численности армий, неуклонно происходящий во всех капиталистических странах, с 70-х годов XIX столетия сделал необходимым быстрое увеличение количества и качества артиллерии. Появившаяся в 70-х годах скорострельная магазинная винтовка и улучшенный порох потребовали изобретения скорострельной артиллерии, которая могла бы противостоять натиску хорошо вооруженных войск.

В военной промышленности на организацию научных исследований расходовались огромные средства. Эти исследования обогатили технику рядом открытий и изобретений, нашедших широкое применение в металлурги, химии, машиностроении, автомобильной и авиационной промышленности, приборостроении и т.д.

Развитие артиллерии неизбежно вело к усовершенствованию производства как самих орудий, так и артиллерийских снарядов, что стимулировало развитие металлургии стали. Большое влияние на развитие сталелитейной промышленности оказало создание во многих странах мощного броневого военно-морского флота. Именно военные заказы стимулировали появление стали высокой прочности.

Военное дело стимулировало развитие химической промышленности. Изобретение новых взрывчатых веществ, отравляющих газов было одним из исходных моментов для развития химической технологии. Побочные продукты военной промышленности были использованы и стимулировали развитие многих отраслей промышленности: химической, текстильной, стекольной и т.п.

28. РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛУРГИИ

Усовершенствование доменного производства

Грандиозное железнодорожное строительство, завершение перехода морского транспорта от деревянных парусных судов к стальным паровым судам, развитие машиностроения – все это требовало увеличения производства металла и улучшения его качества. Для получения стали требовалось выплавлять чугун в громадных количествах.

Спрос на чугун требовал прежде всего совершенствования и развития доменного производства. Это вызвало ряд изменений в конструкции доменных печей. В начале XIX в. домны обычно строились с толстым наружным каменным кожухом, так как считалось, что тонкостенные домны теряют много тепла. Печи с толстым наружным кожухом обладали громоздкой тяжеловесной конструкцией. Строительство их было очень сложным и дорогим. С середины XIX в. взгляды на причины потерь тепла в доменных печах меняются. Было доказано, что потери тепла зависят не столько от толщины стенок печей, сколько от устройства самих стенок.

Уже в 40-х годах XIX в. в Шотландии появляются печи с более тонким каменным, а затем и металлическим кожухом. Шотландские печи были прочнее и дешевле старых громоздких печей, потери тепла в них были меньше, чем в печах старой конструкции, а расходы топлива уменьшились.

Однако появление печей с металлическим кожухом не приостановило работу над улучшением конструкции домны. В 60-х годах XIX в. во многих странах Европы были выданы патенты на печи со свободно стоящей шахтой, каменная кладка которой охватывалась для прочности металлическими кольцами. Одна из первых печей такой конструкции была построена в Германии в 1864 г.

К началу XX в. доменная печь резко изменила свою конструктивную форму: из каменной и громоздкой, обладающей низкими технико-экономическими показателями, она превратилась в довольно совершенное металлическое сооружение.

Кроме того, происходило не только конструктивное изменение доменных печей: параллельно с этим видоизменялись и усложнялись все вспомогательные устройства, обслуживающие доменное производство.

С введением горячего дутья значительно повысилась температура печи, поэтому для сохранения печной кладки от разрушения в поясах больших температур стали применять искусственное охлаждение. В связи с этим на металлургических заводах возникло водное хозяйство.

Возросшая производительность доменной печи требовала огромного количества сырья, которое должно было быть подвезено к печи и загружено в нее. Прежние методы загрузки уже не могли удовлетворить. На смену подъему сырья при помощи вагонеток, вкатываемых вручную по наклонному мосту, появляется целый ряд более совершенных колошниковых подъемников. Ручная лебедка, служившая ранее для поднятия груженных клетей с сырьем на колошник, заменяется теперь более совершенной паровой лебедкой.

Совершенствуются аппараты засыпки шихты в домну. В 1850 г. английский металлург Парри изобрел устройство для загрузки доменной печи в виде конуса или воронки с затвором. Конус Парри равномерно засыпал сырье и хорошо улавливал газы и т.п. Видоизмененная конструкция этого аппарата применяется вплоть до наших дней.

Подводя итоги истории доменного производства, можно сказать, что его развитие во второй половине XIX в. характеризуется быстрым изменением конструкций печей, переходом к более рациональным профилям, увеличением размеров печей, а также усовершенствованием всего доменного оборудования и усилением воздуходувных средств.

В результате усовершенствования всего комплекса доменного производства со второй половины XIX в. резко повысилась его производительность. Суточная продукция домны, не превышавшая в середине XIX в. 50 т, к концу столетия увеличилась до 600 т, т.е. в 12 раз. Мировая выплавка чугуна, составившая в 1800 г. око-

ло 0,5 млн. т, достигла в 1850 г. примерно 4,5 млн. т, а в 1900 г. – 40,7 млн. т.

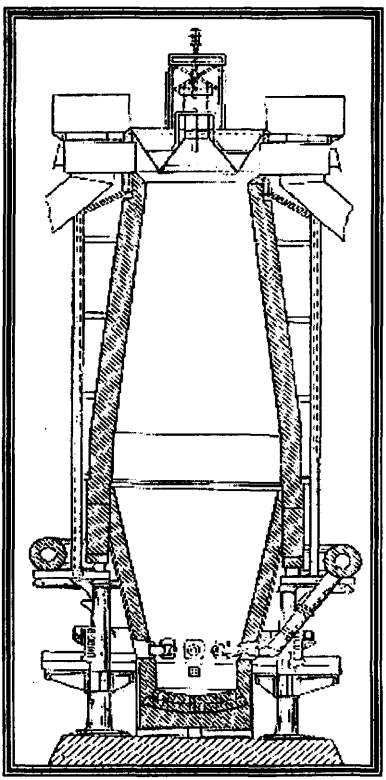


Схема доменной печи (конец XIX века)

Изобретение бессемеровского способа получения стали

Задача массового получения стали была разрешена английским изобретателем Гента Бессемером (1813-1898). В 1854 г. Бессемер начал работать над улучшением качества чугуна, шедшего на изготовление дальнобойных орудий, которые должны были выдержать большое количество выстрелов. В 1856 г. он получил свой первый патент на усовершенствованный метод передела чугуна. За этим изобретением последовал ряд других изобретений, и в ре-

зультате Бессемер создал новый способ передела чугуна в ковкое железо и сталь.

Бессемерование чугуна – это процесс передела жидкого чугуна в литую сталь путем продувки сквозь него сжатого воздуха. Продувка производится в специальном резервуаре – конвертере. Превращение чугуна в сталь в конвертере происходит благодаря окислению углерода и примесей (кремния, марганца), содержащихся в чугуне, кислородом воздуха. Процесс бессемерования происходит без подвода тепла извне и без применения какого-либо горючего: тепло, необходимое для процесса, образуется благодаря окислению железа и его примесей.

Практически бессемерование протекает следующим образом. Чугун в том виде, как он выходит из доменной печи, заливается в конвертер.

Наполнив конвертер, его поворачивают в вертикальное положение и через отверстия в дне начинают вдувать воздух, который пузырьками проходит через расплавленный металл. Кислород воздуха при этом приходит в соприкосновение с каждой частицей чугуна и в результате соединяется в углеродом, находящимся в чугуне, совершенно так же, как углерод угля, сгорая, соединяется с кислородом воздуха. Когда процесс закончен, конвертер переводят опять в горизонтальное положение и прекращают вдувание воздуха. После окончания процесса в конвертере образуется железо, в которое затем добавляют строго определенную дозу примеси, содержащей углерод, поддерживающий дальнейший процесс окисления железа. В результате в конвертере образуется сталь, содержащая требуемый процент углерода.

Процесс бессемерования протекает чрезвычайно быстро, продолжительность его не превышает 15 минут. Количество перерабатываемого чугуна и пропускная способность конвертера весьма велики: в конвертере 10-15 т чугуна превращается в железо или сталь в течение 10 мин.

Бессемер потратил много упорного труда, внедряя свое изобретение в металлургическое производство. В 1858 г. он построил завод в Шеффильде – центре металлургического производства

Англии – со специальной целью распространить новый способ получения стали среди шеффильдских фабрикантов. К середине 90-х годов XIX в. бессемеровский процесс прочно вошел в металлургию.

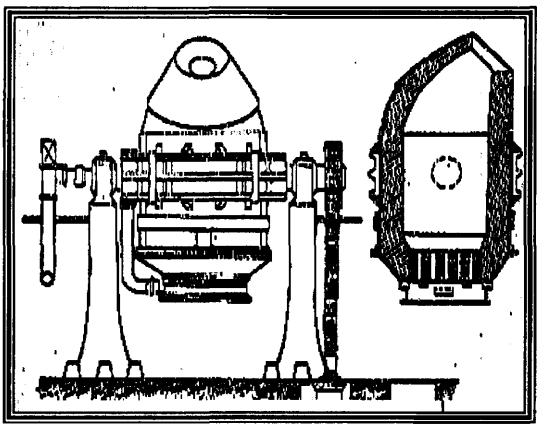


Схема конвертера Бессемера

В процессе эксплуатации бессемеровские конвертеры были значительно усовершенствованы. На крупных металлургических заводах производительность конвертеров с 1870 по 1903 г. увеличилась в 62,5 раз.

Разработка мартеновского способа получения стали

Несмотря на громадное значение бессемеровской стали, она все же окончательно не разрешила вопроса улучшения качества металла. А между тем специальное машиностроение настоятельно требовало массового производства высококачественной стали. Кроме того, само бессемерование породило новую проблему. Бессемеровская сталь вследствие своей дешевизны очень быстро вытеснила старый пудлинговый металл. Она приобрела поистине универсальное применение. Из нее начали изготовляться рельсы, балки, фермы, суда и т.п. В результате образовались крупные нереализованные запасы пудлингового железа. Явилась насущная потребность передела его в сталь.

В 1858 г. немецкие инженеры братья Вильгельм и Фридрих Сименс для нужд стекольной промышленности сконструировали регенеративную газовую печь, в которой им удалось получить необыкновенно высокие для того времени температуры. Печь отапливалась газом. Смешиваясь с воздухом, газ горел, развивая высокую температуру, вполне достаточную для плавки даже тугоплавких металлов. Регенератор представлял собой сдвоенную камеру, заполненную решетчатой кирпичной кладкой, через которую пропускались попеременно печные газы, воздух или горючий газ. Подогрев их отбросным теплом печи предотвращал ее охлаждение воздухом или газом и позволял повысить температуру печного пространства примерно на 1000°С.

Принцип регенерации тепла и отопление печи газом использовал в своей работе французский металлург Пьер Мартен (1824-1915). В 1864 г. во Франции была впервые пущена в эксплуатацию построенная Мартеном регенеративная пламенная печь. Сущность мартеновского процесса заключается в том, что сталь производится на поду регенеративных пламенных печей путем переработки в них чугуна и стального лома (скрапа). В мартеновской печи происходит не просто плавка загруженных материалов: до самого конца процесса идет химическое взаимодействие между металлом, шлаком и газом.

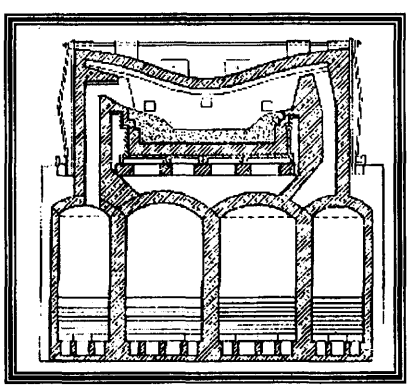


Схема мартеновской печи

Первая мартеновская печь представляла лишь подобие современной печи. Свод первых печей был вогнут внутрь. Вообще печь

напоминала собой низкую продолговатую ванну, на каждом конце которой находились две большие кирпичные трубы, через одну из них входил горячий газ, через другую – воздух. Печь состояла из двух основных частей: рабочего пространства (пода, свода и стенок), которое по своей конструкции весьма близко к пудлинговой печи, и регенераторов, где происходил подогрев воздуха и газа. Под мартеновской печи и служил той чашей, в которой находились металл и шлак во время плавки. В первых мартеновских печах под обычно изготовляли из огнеупорных "кислых" материалов (кварца или кремнистого песка). Высокая температура в печи возникла за счет подогрева воздуха и газа в регенераторах, которые располагались попарно (для газа и воздуха) с обоих концов печи.

Первая мартеновская печь имела емкость 1,5 т. Но уже в 1880 г. стали строиться печи емкостью 10-15 т металла, а в начале XX в. имелись мартены, перерабатывавшие за один раз до 100 т и более.

Новая техника проката

В этот период свое дальнейшее развитие получает прокат черных металлов, особенно прокат рельсов, а также прокат различных профилей металла для разнообразных нужд строительства. Прокат металла осуществлялся при помощи особых станков – прокатных станов.

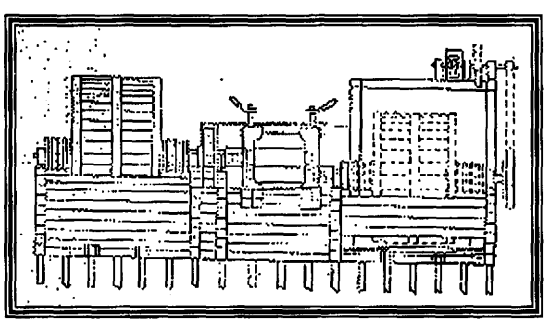
В 30-40-х годах XIX в. в связи с массовым железнодорожным строительством в Европе впервые начинается прокат железнодорожных рельсов. Первый прокатный стан, прокатывавший из слитков бандажную полосу для вагонных колес, был построен в Германии в 1854 г. на заводах Круппа. Затем в Германии, в Сааре, в 1856-1857 гг. был установлен прокатный стан для прокатки крупных балок. В 1857 г. в США был впервые сконструирован мощный трехвалковый прокатный стан специально для прокатки рельсов.

В 70-х годах XIX в. в прокате стала доминировать прокатка рельсов. В начале XX в. появляются прокатные станы, способные прокатывать в сутки больше тысячи рельсов с общим весом в 300

т. На прокатку одного рельса тратилось всего около 11 мин., а скорость прокатки колебалась от 1 до 2,5 м в сек. В 50-х годах в связи с совершенствованием артиллерии выявилась непригодность кораблей военно-морского флота, изготовленных из дерева. Появляются первые броненосцы. Однако возможность развития броненосного флота упиралась в несовершенство техники изготовления стальных броневых листов, которые изготовлялись путем проковки и сварки отдельных листов под ударами молота. Это обходилось очень дорого, требовало больших затрат времени и рабочей силы.

В 1859 г. русский механик В.С. Пятов сконструировал первый прокатный стан для прокатки броневых листов.

Если раньше для прокатки одного броневого листа требовалось 14 дней, то прокатный стан Пятова справлялся с этой работой за 3 дня. В Англии специальный прокатный стан для производства корабельной брони в 1861 г. изобрел инженер Дж. Броун. С введением в практику проката специальных станов для производства брони проблема развития бронированного военно-морского флота была решена.



Прокатная машина В.С. Пятова (чертёж из привилегии)

Дальнейшая эволюция техники проката идет по линии изобретения универсальных прокатных станов. Первую практически пригодную конструкцию универсального прокатного стана создал в Германии инженер Дэлен еще в 1848 г.

Развитие цветной металлургии

Цветная металлургия – одна из важнейших отраслей тяжелой промышленности, охватывает добычу и обогащение руд, производство и обработку цветных металлов всех видов и их сплавов.

Руды цветных металлов, в отличие от железных руд, содержат обычно от нескольких процентов до тысячных и десятитысячных долей процента основного металла. Главными особенностями этих руд являются относительно низкое содержание основного металла и их комплексный характер. В рудах медных и свинцово-цинковых месторождений обычно содержатся кадмий, золото, серебро, мышьяк, сера и т.д.

Во второй половине XIX в. сфера применения цветных металлов чрезвычайно расширилась. Заметно увеличились добыча и производство цветных металлов, золота, никеля, алюминия и др. Развитие различных отраслей техники, и особенно электротехники, предъявляло повышенный спрос на медь, отличающуюся хорошей электропроводимостью. В связи с этим в технологии выплавки меди произошли глубокие изменения.

Основным сырьем для меднодобывающей промышленности в этот период были медные колчеданы. Производство меди почти до конца XIX в. заключалось в том, что колчеданы предварительно обжигались, а затем производилась восстановительная плавка, на которую расходовалось много топлива.

В 1880 г. русский инженер А.А. Ауэрбах (1844-1916) построил первые в мире четыре больших конвертера для производства меди на Богословском заводе. В 1890 г. конвертеры для производства меди были установлены на заводах Анкода в США. В дальнейшем бессемерование штейнов получает широкое распространение во многих странах.

Недостатком первых конвертеров для бессемерования штейнов долгое время являлась плохая стойкость кислой (глинисто-кварцевой) футеровки. В 1909 г. была освоена основная футеровка, которая с 1910 г. стала применяться на русских заводах. Переход к основной футеровке позволил увеличить емкость конвертеров с

15-20 т до 100 т и повысил их производительность с 30-40 т до 50-60 тыс. т в сутки.

В этот период были значительно усовершенствованы методы получения золота. В 80-х годах XIX в. мировая золотая промышленность переживала серьезный кризис. Богатые россыпи Калифорнии и Австралии оказались в значительной степени исчерпанными. Возникла проблема извлечения золота из более бедных руд, которая стала особенно актуальной после того, как в 1890 г. были открыты исключительные по запасам, но не богатые по содержанию золота конгломераты в Южной Америке.

В это время был создан новый метод извлечения золота из руд под действием цианистых соединений (цианирование). Его разработка явилась крупнейшим событием в развитии металлургии золота. В 1843 г. русский ученый П.Р. Багратион опубликовал в Бюллетени Петербургской Академии наук статью, в которой изложил условие растворения золота и серебра при цианистом процессе. Выводы Багратиона заложили основы современной гидрометаллургии золота. Указания о переходе золота в раствор под действием цианистых соединений имелись еще в работе немецкого химика Шееле (1772 г.), но Багратион первый достаточно ясно показал, что золото, серебро и медь хорошо растворяются в водных растворах щелочных цианидов. Багратион отметил также ускоряющее действие повышения температуры раствора на растворение золота, а также установил способы осаждения золота из раствора.

Однако промышленное применение цианистого процесса осваивалось весьма медленно. В 1887 и 1888 гг. американцы Мак-Артур и братья Форрест предложили новый способ получения золота химическим путем. Они взяли патент на извлечение золота из руд обработкой их разбавленными щелочными цианистыми растворами и на осаждение золота из этих растворов металлическим цинком. Проведенные опыты дали весьма благоприятные результаты, и в конце 1890 г. был построен первый цианистый завод для промышленной добычи золота.

29. РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Усовершенствование производства серной кислоты

В последнюю четверть XIX и в начале XX в. значительного развития достигла химическая промышленность. Ее возникновение было связано с потребностями текстильной промышленности в таких продуктах, как серная кислота и сода. С развитием промышленного производства наряду с текстильной промышленностью в химических продуктах стали нуждаться все основные отрасли промышленности, а также сельское хозяйство. Повышение спроса на химическую продукцию стимулировало развитие и усовершенствование химической технологии.

Одним из важнейших химических полупродуктов является серная кислота, необходимая при производстве минеральных удобрений, солей и кислот, красителей и взрывчатых веществ. Серная кислота стала применяться в металлургии, в нефтяной, текстильной и в ряде других отраслей промышленности. Масштабы производства серной кислоты до некоторой степени стали характеризовать общий уровень промышленного развития той или иной страны. Единственный в начале XIX в. промышленный способ производства серной кислоты (так называемый камерный) в силу своей малой производительности уже не мог обеспечить потребности промышленности в этом важнейшем химическом продукте.

Для промышленных целей серную кислоту получали из минерального сырья – сыры, цинковой обманки, гипса, из ферросульфатов, из газов, которые дают печи предприятия цветной металлургии, а также из обжига сульфидных руд и главным образом из серного колчедана. Для получения серной кислоты серный колчедан подвергался механической и химической обработке.

В самом конце XIX в. в сернокислотной промышленности появился принципиально новый способ получения серной кислоты – контактный. При контактном способе окисление сернистого газа протекает без воды в присутствии твердых катализаторов. В 1831 г.

английский химик Филиппс впервые предложил осуществлять эту реакцию при высокой температуре путем пропускания газовой смеси, содержащей сернистый газ и кислород, через асбест с нанесенной на него платиной. Долгое время дороговизна платинового катализатора тормозила внедрение контактного способа промышленности, и только в конце XIX в. платиновый катализатор был заменен более дешевым, но не уступающим ему по активности ванадиевым катализаторам.

Новые методы производства соды

Большие изменения происходят в этот период и в производстве соды. Начало промышленного получения соды было положено изобретением французского инженера-химика Леблана. Он еще в 1791 г. предложил способ получения соды из поваренной соли путем обработки ее серной кислотой в специальных печах.

В рассматриваемый период значение соды для промышленного производства капиталистических стран еще более возросло. На смену метода Леблана пришел новый, более эффективный - аммиачный способ получения искусственной соды, предложенный в 1861 г. бельгийским инженером Эрнстом Сольве (1838-1922). Этот способ с конца XIX в. до 20-х годов настоящего столетия оставался главнейшим для получения соды во многих странах мира. По способу Сольве сода производилась из естественных или искусственно приготовленных растворов поваренной соли, известняка или мела и аммиачной воды. При этом соляной раствор проходил целый ряд последовательных химических реакций, в результате которых образовывалась кальцинированная сода.

Создание нефтеперерабатывающей промышленности

Химическая промышленность в рассматриваемый период характеризовалась не только расширением и улучшением технологии ее старых отраслей. Конец XIX и начало XX в. ознаменовались возникновением ряда новых химических производств. В это

время зародилась и достигла довольно высокого уровня такая важная отрасль, как нефтеперерабатывающая промышленность. Если в 1870 г. добыча нефти составляла 0,7 млн. т, то в 1913 г. она достигла 52,3 млн. т.

В начале второй половины XIX в. быстро совершенствуется техника добычи нефти, что послужило мощным толчком к развитию техники нефтепереработки. В конце 50-х годов XIX в. в Европе и Америке уже работал ряд предприятий по производству керосина, предназначенного главным образом для освещения. В 1858 г. близ Баку был построен большой завод для получения керосина из нефти. Оборудование этих заводов мало чем отличалось от установки Дубининых. Конечно, при строительстве новых перегонных заводов вводился ряд усовершенствований в перегонную систему, увеличивалась емкость перегонных кубов, однако принципиально в основе перегонки оставался тот же куб периодического действия с весьма низкой производительностью и с крайне неблагоприятным тепловым балансом.

Конец XIX в. характеризуется все возрастающим спросом на нефтяные продукты. Необыкновенно быстрый рост парка машин и станков, а также бурное развитие железнодорожного дела привели к резкому увеличению спроса на смазочные минеральные масла. Перед нефтеперерабатывающей промышленностью встала проблема более глубокого разделения нефти с целью выделения технически ценных продуктов, и в первую очередь масел.

Проблемой глубокого разделения нефти с конца 70-х годов занимались во многих странах Европы и в США. В этот период были созданы самые различные аппараты, улучшающие оборудование нефтеперерабатывающих заводов. Однако русским инженерам здесь принадлежит первенство. Один из первых нефтеперегонных аппаратов создал русский инженер А. Тавризов в 1874 г.

В 1882 г. Д.И. Менделеев сконструировал и установил на Кусковском нефтеперегонном заводе под Москвой первый куб непрерывного действия, который отличался несложной конструкцией и поэтому быстро нашел заводское применение. Это был, в сущно-

сти говоря, простой куб, оборудованный устройством для непрерывной подачи нефти и отвода нефтяных остатков.

В 1883 г. на заводе Нобеля в Баку вводится первая кубовая батарея, состоящая из ряда кубов непрерывного действия, работающих по принципу куба Менделеева. Вскоре эта кубовая батарея была значительно усовершенствована инженерами Шуховым, Инчиком, Хохловым, Кушелев-Кушелевским, в результате чего производительность батареи резко возросла. Кубовая батарея под названием Нобелевской получила очень широкое распространение не только в России, но и во всем мире. К 1900 г. кубы непрерывного действия заняли господствующее положение в нефтепереработке, вытеснив кубы периодического действия.

В XX в. перед нефтеперерабатывающей промышленностью встала новая сложная проблема – получение бензина. С изобретением и распространением двигателя внутреннего сгорания, работающего на жидком топливе, бензин, считавшийся до тех пор отходом нефтепереработки, стал ценнейшим продуктом. С 1902 по 1912 г. мировое потребление бензина возросло с 3276 т до 376,8 тыс. т, т.е. в 115 раз.

В период 1900-1913 гг. бензин в основном производился путем простой перегонки нефти. При получении бензина применялся физический способ разделения – последовательное испарение с последующей конденсацией и отбором более легких фракций нефти, что позволило выделять содержащиеся в нефти продукты только в известных температурных пределах (от 780 до 300°С). Бензин при этом получался низкого качества и в небольших размерах. Поэтому по мере роста потребностей в нефтяных продуктах стал необходим новый химический способ переработки нефти, который позволил бы значительно повысить выход из нее бензина.

Над этой проблемой в течение последней четверти XIX в. и вплоть до первой мировой войны работали ученые всех стран. Соединенными усилиями ученых-химиков и инженеров Европы и Америки к началу первой мировой войны был разработан так называемый крекинг-процесс, т.е. процесс глубокой переработки нефти.

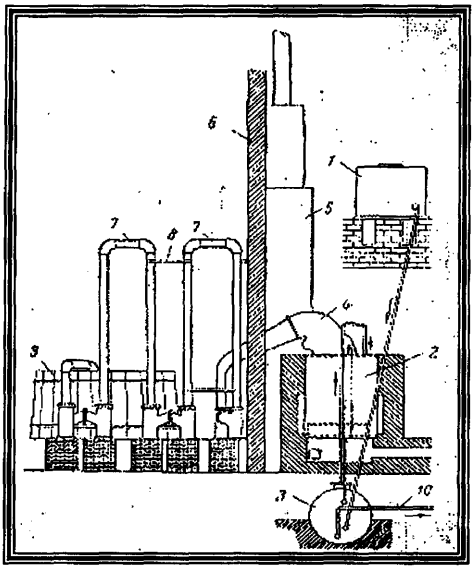


Схема нефтеперегонного куба Д.И. Менделеева

1 – бак для сырой нефти; 2 – куб; 3 – теплообменник; 4 – шламовая труба; 5 – дымовая труба; 6 – стена; 7 – воздушные холодильники; 8 – подача сырой нефти; 9 – холодильник; 10 – вывод нефтяных остатков

Крекинг-процессом называется процесс получения бензина и вообще легких моторных топлив из нефти путем разложения (расщепления) молекул тяжелых углеводородов под действием высоких температур и давления.

Проникновение химии в главнейшие отрасли техники

Начиная с 70-х годов XIX в. химическая технология в той или иной форме проникает почти во все основные отрасли производства. В теплотехнике применение химии в этот период создало основу для тепловых расчетов котлоагрегатов и двигателей внутреннего сгорания. Химия определила данные для нахождения показателей качества топлива при сгорании. Формулы Д.И. Менделеева для определения теплотворной способности топлива и в

настоящее время являются основой для большинства тепловых расчетов. Процесс электролиза при получении водорода стал использоваться в машиностроении для автогенной сварки и резания металлов. Особенно глубоко внедряется химическая технология в металлургию, где при ее помощи стали получать чистый алюминий и специальные стали.

На развитии химической промышленности начинают во все большей степени сказываться и достижения электротехники. В 60-х годах XIX в. возникает электрохимия в виде электролиза поваренной соли. Получаемые при этом в огромных количествах дешевый хлор и хлоропроизводные имели важное значение для производства искусственных красителей. Жидкий хлор был использован в военной технике в качестве отравляющего вещества.

Химические продукты также начали широко применять в сельском хозяйстве. Налаживается производство неорганических удобрений – суперфосфатов и др. Добыча и обработка минеральных удобрений в этот период складывается в особую область химии. Внедрение точных методов химического анализа в изучение биологических процессов, происходящих в почве, позволило создать научную базу для земледелия, повысить урожайность.

Совершенно новые возможности открыла химия для производства синтетических веществ. Синтетические вещества, полученные искусственно в химической промышленности, обогатили технику большим числом новых материалов. Химическим путем были получены различные пластические массы, изоляционные материалы, искусственное волокно, искусственные анилиновые красители и др.

Если до появления синтетических веществ химическая промышленность давала лишь продукты, необходимые для осуществления химических процессов, то производство синтетических веществ, зарождающееся в этот период, дало новые материалы для строительства, машиностроения, электротехники, теплотехники и др.

30. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ГОРНОГО ДЕЛА

Состояние горного дела

В угольной промышленности ведущих капиталистических стран усилилась концентрация производства, возникали крупнейшие предприятия, сосредоточивающие подавляющую часть добычи угля. В США возникли крупные угольные объединения и предприятия горного машиностроения. Возникший в 1893 г. в Германии Рейнско-Вестфальский угольный синдикат в 1910 г. контролировал 95,7% добычи угля в Руре. В Гользенкирхенском горном обществе в 1908 г. было занято свыше 46 тыс. рабочих. Концентрация капитала вела к укрупнению горных предприятий.

Возникновение крупнейших объединений оказывало огромное влияние на развитие горной техники.

С развитием тяжелой индустрии непрерывно возрастал спрос на продукты горной промышленности. Это предопределяло как темп ее развития, так и технику ведения горных работ. Если в 1870 г. мировая добыча каменного угля составляла 213 млн. т, то в 1913 г. она достигла уже 1 942 млн. т. Добыча железной руды увеличилась с 30,2 млн. т в 1870 г. до 176,7 млн. т в 1913 г.

Наряду с этими отраслями горной промышленности с 70-х годов начинает интенсивно развиваться новая отрасль – нефтяная. Если в 1870 г. мировая добыча нефти составляла 0,7 млн. т, то в 1913 г. она достигает 52,3 млн. т. Развивается добыча цветных металлов, растет добыча золота, серебра. За 1870-1913 гг. стоимость всей продукции мировой горной промышленности выросла в 8 раз.

Развитие техники разведки полезных ископаемых

Большой спрос на минеральное сырье резко повысил роль поисковых разведок.

В поисках полезных ископаемых в конце XIX и начале XX в. широкое применение получили магнитометрические методы разведки. Магниторазведка была основана на магнитных свойствах

горных пород, которые, находясь в магнитном поле Земли, намагничиваются в различной мере и создают магнитные аномалии.

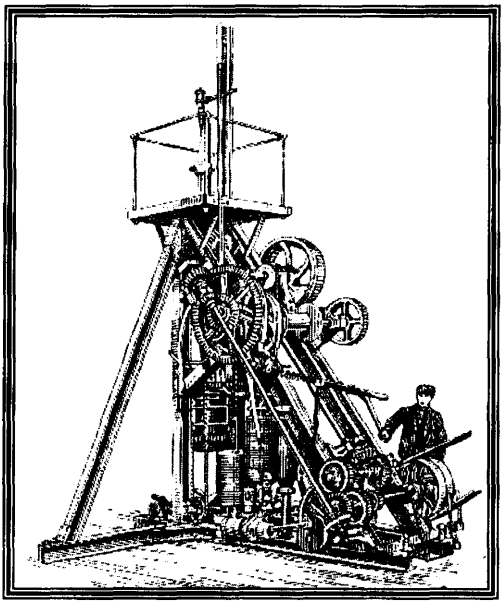
Первые попытки применения горного компаса для разведки руд относятся ко второй половине XVII в., когда в 1679 г. был изобретен прибор для полевой разведки сильномагнитных руд. Систематические магнитных съемки начались в 20-х годах XIX столетия, но в повседневную практику в горном деле магнитометрические методы разведки вошли лишь в 1914-1915 гг., после того, как немецкий ученый Шмидт создал так называемые "весы Шмидта" для разведки слабомагнитных пород.

В разведочном бурении решающее значение приобрело вращательное бурение при помощи полого бура с алмазной коронкой и с одновременной промывкой скважин. Идея создания такого бура была высказана еще Георгом Лешо в 1857 г., а первая конструкция станка для вращательного бурения была изготовлена в 1862 г. В 1867 г. на Всемирной выставке в Париже демонстрировалась буровая машина Рош Толея для пробуривания горизонтальных шпуров. В 1884 г. Вирт построил на этом принципе станок для разведочного бурения с промывкой забоя водой.

В шахтном строительстве в этот период существенно улучшаются методы проходки шахт. Происходит дальнейшее усовершенствование забивной крепи, которая теперь становится металлической.

Процесс проходки горных выработок значительно усложняется, в нем появляются новые методы. Наиболее распространенным из них был так называемый метод замораживания, обеспечивающий прохождение водоносных пород.

Принцип проходки замораживания сводится к следующему: по окружности вокруг шахты бурят скважины на расстоянии от 0,75 до 1 м друг от друга. Затем в них вставляют двойные трубы, причем по внутренней трубе подается охлаждающий раствор хлористого кальция или хлористого магния. При соприкосновении внешней трубы с грунтом происходит его охлаждение за счет испаряющегося аммиака или жидкой углекислоты, после чего по зазору между внутренней и внешней трубами замораживающий раствор обратно поступает в холодильную машину.



Буровой станок

Изменение техники проходки горных выработок

При проходке шахт крупную роль продолжают играть взрывные работы. Для рассматриваемого периода характерен переход к более совершенным, нитроглицериновым взрывчатым веществам. Но трудность получения нитроглицерина и сложность его применения (он применялся тогда в жидком виде) надолго задержали его практическое использование в горном деле. С изготовлением же динамита, представляющего собой смесь нитроглицерина с инертными веществами, новые взрывчатые вещества прочно вошли в практику добычи полезных ископаемых.

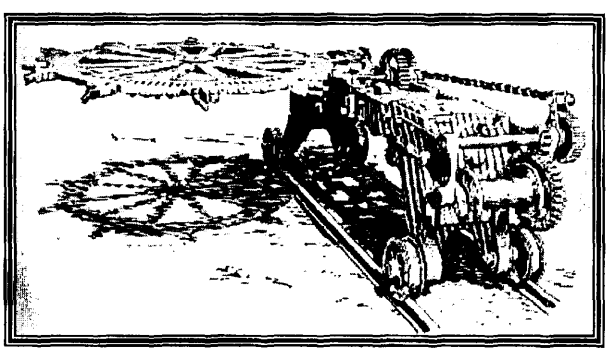
Продолжали улучшаться и методы бурения шпуров. Первые перфораторы начали использоваться при прохождении тоннелей. Первые перфораторы были поршневого типа, они монтировались на громоздких станках и могли применяться только при проходках выработок большого сечения.

Механизация процессов разрушения горных пород

Развитие металлургии, паровой энергетики, машиностроения, транспорта, рост торговли и связанного с ней денежного обращения колоссально увеличили спрос на самые разнообразные продукты горного дела. Между тем техника добычи полезных ископаемых в предшествующий период капитализма, несмотря на целый ряд существенных усовершенствований, была основана на ручном труде. Машина здесь не нашла применения в самом главном процессе добычи – в процессе зарубки угля.

Мысль о механизации процесса зарубки угля была высказана еще в XVIII столетии англичанином Мензисом, который спроектировал машину для подрубки угля. Машина Мензиса представляла собой тяжелое стальное кайло, закрепленное на раме. Кайло совершало возвратно-поступательное движение, нанося удары по углю. Его автор стремился заменить механизмом работу руки человека, т.е. это была попытка создать рабочую машину в горном деле.

Наиболее эффективным в горном деле оказались врубовые машины, в которых использовался принцип дисковой пилы. Конструкция такой машины была разработана английским инженером Уорингом.



Дисковая врубовая машина

С конца XIX в. врубовые дисковые машины начинают широко внедряться в угольную промышленность. Начиная с этого времени, врубовые машины получают большое распространение в угольной промышленности США. В 1891 г. в угольных шахтах США применялось 500 врубовых машин, на долю которых приходилось 24% добычи угля. В 1913 г. в американской угольной промышленности использовалось 15 тыс. врубовых машин, с помощью которых добывалась уже почти половина (49%) угля в стране. В Англии в 1913 г. на угольных шахтах работало 2797 врубовых машин, на долю которых приходилось 7,7% всей добычи угля. Производительность труда при машинной зарубке угля возросла в два раза по сравнению с ручной зарубкой.

Рост масштаба механизации зарубки обусловил конструктивные усовершенствования врубовых машин. Были значительно улучшены старые дисковые врубовые машины, они стали более компактны, передаточный механизм начали изготовлять из стального диска (1900 г.), а механизм машин стали прикрывать удобным закрытым кожухом (1907 г.). Сама машина монтировалась на салазках. Был усовершенствован и режущий механизм машины, благодаря чему увеличивается глубина вруба. С 1900 г. на дисковых машинах стали применяться электроприводы. Но, несмотря на все усовершенствования, дисковая врубовая машина обладала существенными неустранимыми недостатками: ее было трудно удерживать у груди забоя, тонкий и широкий диск быстро зажимался осаждающимся после подрубки углем. Это делало машину непригодной для работы на неровной почве. Поэтому дисковые машины были постепенно заменены более совершенными – штанговыми и цепными врубовыми машинами.

Первая штанговая машина была создана в Англии еще в 50-х годах XIX в., но широкое применение штанговые машины получили лишь в 80-е годы. В этой машине зарубка угля производилась вращающейся штангой, по всей длине которой прикреплялись режущие зубки. Штанговая машина помещалась на колесах и передвигалась по рельсам вдоль забоя.

В 1877 г. инженером Джефри и несколько позднее Лехнером была создана цепная машина в Америке. Рабочим органом цепной

врубовой машины является бар, состоящий из направляющей металлической рамы и движущейся в ней режущей цепи с зубками. Бар обычно имел длину 91 см и врубался в уголь на глубину 1,8 м. Цепная рама в машине могла поворачиваться на 180°С.

Первая практически пригодная для угольной промышленности цепная врубовая "брестмашина" конструктора Дирдоффа была сконструирована в США в 1893 г. фирмой Джефри. В 90-х годах XIX в. эта машина с успехом применялась в угольной промышленности США. В 1888 г. фирмой Джефри стали выпускаться цепные машины с электрическим приводом. В 1894 г. врубовые цепные машины начинает изготовлять фирма Сулливан, а в 1897 г. – фирма Гудмен.

Широкое применение в горной промышленности в этот период получили пневматические перфораторы. Это позволило значительно поднять производительность труда в ней.

Технический прогресс в механическом комплексе горных предприятий

К началу XX в. относятся первые шаги по механизации доставки угля в угольной промышленности. Наклонные желоба для транспортировки полезных ископаемых применялись на шахтах еще в начале XIX в. Впервые деревянные желоба появились на рудниках в Южной Африке. Для лучшего скольжения руды деревянные желоба заменили затем металлическими. Позже, чтобы руда лучше двигалась, желоба стали подвешивать и раскачивать.

В конце XIX в. в угольной промышленности появились скребковые и ленточные конвейеры. Скребковые конвейеры на угольных шахтах были впервые применены в 1902 г. англичанином Блеккетом. Они состояли из желоба и цепи со скребком и использовались главным образом в забоях различной длины. Сначала они были снабжены пневматическим, а затем и электрическим приводом.

Развитие механизированной откатки было связано с появлением в США в 1881 г. тягачей-воздуховозов, работавших сжатым воздухом. В конце XIX и начале XX в. начинает распространяться

электровозная откатка. Первый троллейный электровоз для угольных шахт был продемонстрирован в 1879 г. на Берлинской промышленной выставке. В 1882 г. электровозы начали использоваться и под землей. В США первый электровоз на угольных шахтах появился в 1887 г., т.е. позже, чем в Европе. В последующие годы США, однако, далеко обогнали европейские страны по количеству и мощности шахтных электровозов.

Первые электровозы были троллейными. Стремление обеспечить большую маневренность электровозов привело в США к применению специальной кабельной катушки. Это давало электровозу возможность заезжать в камеры и забирать оттуда груженные вагонетки. Несколько позже, в конце XIX в., в Америке создаются первые аккумуляторные электровозы. Первый аккумуляторный электровоз был построен в 1899 г. фирмой Болдуин Вестингауз. Аккумуляторные электровозы привлекли внимание и европейских конструкторов.

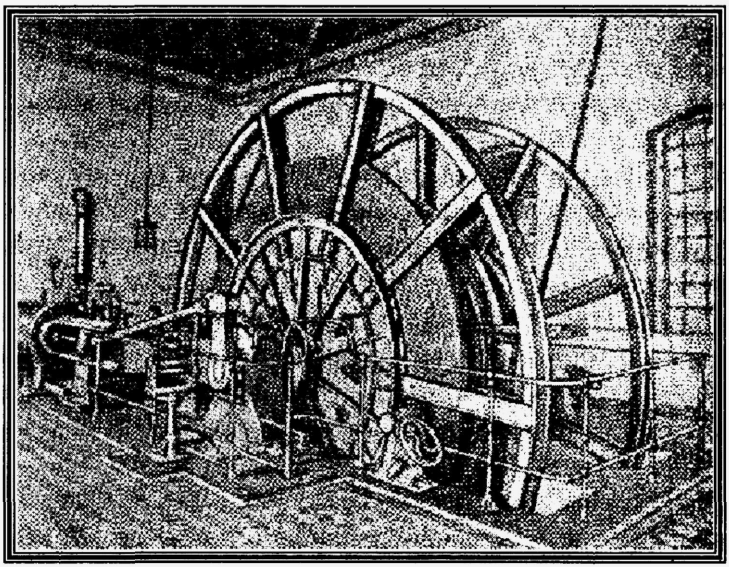
Развитие подъема угля на поверхность идет по линии совершенствования паровых подъемных машин. В этот период начинают применяться более мощные и экономичные подъемные машины, что оказывает благотворное влияние на увеличение как грузоподъемности, так и скорости подъема. Если в 1870 г. скорость подъема на английских угольных шахтах не превышала 5,25 м/сек, то в 1912 г. она составляла уже 14,6 м/сек. Максимальный подъемный вес английского рудничного подъема в 1870 г. был равен 4 т, а в 1912 г. – уже 6 т.

В развитии вентиляции большую роль сыграл ряд теоретических исследований, создавших основу для современных методов проветривания рудников. К ним, прежде всего, относятся работы английского ученого Аткинсона. В 1860 г. Аткинсон вывел формулу для подсчета количества воздуха, необходимого для нормальной работы людей в шахте. Затем немецкий ученый Мюрк установил законы движения воздуха по выработкам и исследовал влияние сопротивления стенок выработок движению воздушной струи.

Теоретическое исследование в области проветривания, а также работы по конструированию вентиляторов создали основу для

применения центробежного вентилятора в шахтах. После появления электроприводов центробежный вентилятор получил широкое распространение на угольных шахтах и рудниках.

В конце XIX – начале XX в. была создана научно-теоретическая основа развития горнорудной промышленности. В ряде стран ученые изучают законы поведения горных пород или проходке горных выработок, при выемке полезных ископаемых, исследуется рудничная атмосфера. Возникает новая самостоятельная отрасль науки – горная механика, делаются попытки обобщить методы проектирования горных предприятий, исследуются методы гравитационного обогащения руд.



Подъёмная машина

Подводя итоги развитию горной техники в конце XIX и начале XX в., важно отметить новые черты, отличающие ее от техники предшествующего периода. В этот период решающее значение в горной промышленности продолжала играть добыча угля. Но наряду с добычей угля появляются и новые отрасли, в первую очередь нефтяная промышленность. Осуществляется переход от мел-

ких шахт и рудников, принадлежащих отдельным предпринимателям, к крупным рудникам, владельцами которых являются, как правило, мощные монополистические объединения. В технике горнорудной промышленности начинается переход от машин с принципом прямолинейного возвратного действия (поршневые насосы) к ротационным машинам (центробежные насосы и вентиляторы).

31. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Особенности развития машиностроения

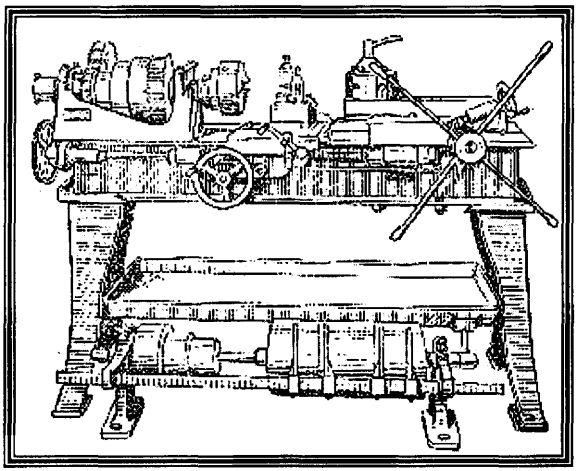
Растущий спрос на различные машины со стороны транспорта, строительства, военного дела, металлургии, горного дела, энергетики и других отраслей промышленности создал благоприятные предпосылки для развития машиностроения. Высококачественная сталь, поставляемая развивающейся металлургией, обеспечивала машиностроение основным материалом, необходимым для развития техники производства машин.

С 70-х годов XIX в. до начала первой мировой войны объем продукции машиностроительной промышленности вырос в 5,5 раза. Подавляющая часть машиностроительной промышленности мира была сконцентрирована в США, Германии и Англии. В этих странах производилось около 85% мировой машиностроительной продукции. Возрастающее значение машин в различных отраслях производства вызывало интенсивное развитие станкостроения.

Характернейшими чертами развития машиностроения в этот период являются переход от производства универсальных к узкоспециальным станкам и переход к индивидуальному электроприводу. Развитие машиностроения в конце XIX и начале XX в. шло под знаком повышения качества машин и их рабочей скорости. Увеличение скорости резания металла достигалось переходом от резцов из углеродистой стали к резцам из легированной стали, а затем к резцам из особых сверхтвердых сплавов.

Усовершенствование режущих инструментов, экспериментальные и теоретические исследования различных машин способствовали значительному улучшению их конструкций и росту их мощности. Рост мощности и сложности машин заставил совершенствовать способы их управления. Одним из самых рациональных способов управления станков явилось введение групповых и индивидуальных электрических приводов. Электродвигатель коренным образом изменил самый процесс приведения в движение рабочих машин. Исчезли громоздкие трансмиссии, уменьшились

потери в промежуточных передачах и от холостого хода. Ликвидация трансмиссий улучшила использование фабрично-заводских помещений.



Токарный станок конца XIX века

Специализация и введение электропривода привели к тому, что уже в конце XIX в. машинный парк представлял собой систему самых разнообразных машин, способных успешно заменять труд человека во всех важнейших отраслях производства.

С развитием специализации в машиностроении, а также с переходом к индивидуальному электродвигателю организация машинного производства меняется. Простая кооперация однородных или разнородных рабочих машин, составляющая основу капиталистической фабрики начального периода капитализма, уступает место расчлененной системе машин, представлявшей собой сложную совокупность разнородных, но одновременно действующих машин, которые получают движение уже не от одного общего двигателя, а от индивидуальных двигателей при каждой рабочей машине или при группе машин.

Развитие станкостроения

Возрастающее значение машин в различных отраслях производства вызвало интенсивное развитие собственно машиностроения – станкостроения. Станки есть основа производства машин машинами. Назначением металлорежущего станка является обработка заготовки металла с целью получения изделия определенных геометрических размеров, формы и качества.

В станкостроении конца XIX в. господствовали пять основных типов станков: токарные, применявшиеся для обработки наружных и внутренних поверхностей тел вращения (цилиндр, конус, сфера); строгальные (и долбежные), применявшиеся для обработки плоскостей изделий; сверлильные, предназначавшиеся для сверления и обработки отверстий, а также для расточки, нарезки резьбы; фрезерные, употреблявшиеся для обработки особенно точных деталей, а также для фасонной обточки и нарезания резьбы; и шлифовальные станки, обрабатывавшие детали самой разнообразной формы абразивными материалами и инструментами.

С 70-х годов XIX в. все эти типы станков развиваются в сторону узкой дифференциации и специализации.

В машиностроении этого времени разработка способов резания металлов вообще занимает большое место. Происходит более резкая дифференциация режущих инструментов и режущих деталей станков. Появились так называемые резьбовые фрезы, фасонные резцы, разнообразные зуборезные инструменты, червячные фрезы и т.д.

Механический суппорт, прочно вошедший в конструкцию всех станков, тоже получил дальнейшее развитие. Движение суппорта было автоматизировано. Возникли станки-автоматы и полуавтоматы, у которых подвод режущего инструмента в рабочее положение, движение подачи инструмента и отвод его после работы в исходное положение совершались автоматически, без помощи рук человека.

Таким образом, к началу XX в. большое число металлорежущих станков становятся узкоспециальными, способными обрабатывать только одну деталь или выполнять только одну механическую операцию.

Внедрение электропривода в машиностроении

Огромное влияние на развитие машиностроения оказала электрическая энергия, которая с 80-х годов XIX в. стала широко применяться на машиностроительных заводах. На смену паровой машине, целое столетие безраздельно господствовавшей на заводах и фабриках, пришел электрический двигатель. Новый двигатель оказался не только экономичнее, но и компактнее, он занимал меньше места и требовал гораздо меньше к себе внимания рабочего во время работы. Электродвигатель был и более безопасным в работе по сравнению с паровой машиной.

С внедрением в машиностроение электродвигателя встал вопрос о новой системе передачи энергии к станкам. Та система передачи, которая применялась при паровых двигателях, была весьма громоздка, неудобна и неэкономична. Под потолком вдоль цеховых помещений тянулись вращающиеся валы с насаженными на них приводами-колесами – шкивами, с которых сбегали к станкам ремни. Одна мощная паровая машина, расположенная где-то вне цеха, вращала с помощью приводного ремня всю систему валов, которые, в свою очередь, отдавали полученную энергию, посылая ее к станкам по ветвям таких же приводных ремней. Таким образом, образовывалась целая паутина ремней, которые затемняли помещение цеха, от единого источника – паровой машины – до рабочего шпинделя станка терялось чрезвычайно много драгоценной энергии.

Электродвигатель, как двигатель крупной промышленности, стал внедряться в производство в 80-х годах XIX в. Тогда же началось постепенное усовершенствование передачи электроэнергии от двигателя к рабочим машинам. Различают два периода внедрения электродвигателя в производство. Вначале на промышленных предприятиях был внедрен групповой электропривод. Компактность электродвигателя и простота ухода за ним скоро натолкнули на мысль рассредоточить энергию единого мощного двигателя на несколько менее мощных двигателей и перенести их непосредственно в цехи. Для этой цели единую трансмиссионную передачу

стали разбивать на отдельные участки, обслуживающие небольшие группы станков. Каждая из этих групп станков приводилась в движение отдельным электродвигателем. Таким образом, единый мощный электродвигатель был заменен несколькими менее мощными двигателями, которые располагались вблизи станков. Групповая трансмиссия сделала управление станками более гибким и точным. Однако и она уже не устраняла многие недостатки групповой передачи. Групповой электропривод был неспособен разрешить и проблему обеспечения непрерывности последовательных операций. И только внедрение индивидуального электропривода полностью устраняло эти недостатки.

Индивидуальный электропривод, начавший внедряться в начале XX в., совершил в полном смысле слова техническую революцию в машиностроении, позволил управлять рабочими операциями с безграничной гибкостью. Потери электроэнергии свелись к минимуму. Лес ремней, хотя и не упразднился, но сделался "карликовым", почти совершенно не влиявшим на условия работы в цехе. применение индивидуального электропривода привело к повышению скорости станков и создало предпосылки для автоматического управления ими.

Изобретение электрической сварки металлов

Развитие электротехники вызвало к жизни новый способ обработки металлов – электрическую сварку, впервые примененную в 1867 г. американским электротехником Томсоном.

Томсон пропускал электрический ток большой силы, но незначительного напряжения, через два куска металла, предназначенного для сварки и расположенного так, чтобы они соприкасались в месте сварки. Сопротивление прохождению тока в месте стыка кусков металла вызывало выделение тепла, достаточного для сварки металлических частей. Однако этот способ сварки металлов, названный позже контактным, не получил в это время широкого распространения.

Русские изобретатели электрической сварки Н.Н. Бенардос (1842-1905) и Н.Г. Славянов (1854-1897) пошли по другому пути.

Для электросварки они применили электрическую дугу, т.е. использовали явление, при котором между сближенными угольным и металлическим электродами возникает яркое пламя огромной температуры, которое и расплавляет металл.

Самым замечательным изобретением Н.Н. Бенардоса был способ электросварки, предложенный им в 1882 г. и названный "электрогефест". Бенардос соединил один полюс сильной электрической батареи с угольным электродом, а другой – со свариваемым металлом. Как только он подносил электрод к металлу, вспыхивала яркая дуга, расплавлявшая края свариваемых швов. В месте соединения образовывался шов, представляющий собой полоску сплавленного металла.

Развивая и совершенствуя способ электросварки, созданный Н.Н. Бенардосом, русский изобретатель Н.Г. Славянов в 1888 г. разработал свой способ использования электрической дуги для сварки металлов. В отличие от Бенардоса Славянов применил при сварке только металлические электроды. Металлический электрод у него служил как для поддержания электрической дуги, так и для получения из него расплавленного металла, необходимого для создания шва или заливки. Для поддержания достаточной электрической дуги Славянов разработал и применил на практике электрифицированный сварочный полуавтомат, или, как он его назвал, "плавильник". Будучи замечательным технологом, Славянов добился исключительно высокого качества работ, подвергая сварке не только железо и сталь, но и чугун, бронзу, латунь. Свое изобретение Н.Г. Славянов назвал "электрической отливкой металлов".

Итак, создание разнообразного парка металлорежущих станков, применение специализированного инструмента для обработки деталей, разработка новой технологии производства машин машинами привели к широкому применению системы машин, основанной на использовании электродвигателей. Стало технически возможно производство сложных машин для электротехнической, горной, металлургической и других отраслей промышленности, а также для железнодорожного и водного транспорта.

32. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Особенности развития энергетики

Характерной особенностью техники рассматриваемого периода явилось повышение роли электричества. В энергетике были сделаны крупнейшие изобретения, обеспечившие колоссальный технический прогресс XX в. Новый вид энергии – электричество – и новый тип универсального теплового двигателя – паровая турбина – вот главнейшие достижения энергетики, оказавшее революционизирующее влияние на всю технику этой эпохи.

В 70-80-е годы XIX в. были сделаны крупные научные обобщения в области изучения электричества и магнетизма. Экспериментальные данные, накопленные при исследовании электричества и магнетизма в первой половине XIX в. (опыты Фарадея и др.), дали материал для создания электромагнитной теории Максвелла, которая и стала основой развития электротехники в конце XIX – начале XX в. В это время начинается интенсивная разработка теоретических вопросов электротехники, связанных с практическим применением электроэнергии в самых различных областях капиталистического производства.

В первую очередь инженерная мысль обратилась к вопросу об источниках электроэнергии – генераторах, так как без рационального источника электрического тока, способного вырабатывать токи необходимой мощности и частоты, было невозможно осуществить внедрение электроэнергии в промышленное производство. Наиболее существенным достижением являлось изобретение инженерами Граммом, Гефнер-Альтенеком Фонтенем и др. электромагнитного генератора с самовозбуждением и кольцевым якорем.

В ходе работ над усовершенствованием электрического освещения были сделаны многие важные открытия и изобретения. Была разработана схема дробления "электрического света", изобретен трансформатор, был впервые применен переменный ток и т.д. Эти новшества способствовали практическому разрешению вопроса о

централизованном производстве электроэнергии и передаче ее к отдаленным местам потребления.

Проблема передачи электроэнергии на дальние расстояния разрабатывалась в основном в 80-х годах XIX в. В ходе многочисленных экспериментов русский ученый Лачинов и француз Депре, повысив напряжения тока в линии передач, наметили правильный путь к разрешению этой проблемы.

В конце XIX в. проблема передачи электроэнергии на большие расстояния была в основном решена. Техническим средством, позволившим решить ее, явилось применение переменного тока, сначала однофазного, затем двухфазного и, наконец, трехфазного, передача которого оказалась наиболее выгодной и удобной. Система трехфазного тока была предложена русским инженером М.О. Доливо-Добровольским.

Решение проблемы передач электроэнергии на большие расстояния освободило промышленность от сковывавших ее местных энергетических условий. Электрическая энергия с начала XX в. прочно вошла в промышленное производство, сначала в виде группового, а затем индивидуального электропривода, который и осуществил реконструкцию всего силового хозяйства машинной индустрии начала XX в.

Создание электрического освещения

С 70-х годов XIX в. весьма быстро развивается техника электрического освещения. После изобретения электромагнитного телеграфа создание электрического освещения было вторым шагом по пути практического применения электричества.

Первые попытки применения электроэнергии для освещения относятся еще к началу XIX в.. В.В. Петров, наблюдавший в 1802 г. явления электрической дуги, впервые указал на возможность ее широкого использования для освещения. Явление светящейся *электрической дуги исследовал в 1812 г. английский ученый Дэви,* который также высказал мысль о возможности электрического освещения.

Создание источника света, действующего по принципу накаливания проводника током, т.е. лампы накаливания, явилось первым шагом по пути практического применения электричества для нужд освещения. Самая ранняя по времени лампа накаливания была создана французским ученым Деларю в 1820 г. Она представляла собой цилиндрическую трубку с двумя концевыми зажимами для подвода тока, в ней накаливалась платиновая спираль. Однако лампа Деларю не получила практического применения. Но попытки создания ламп накаливания не прекращались.

Особое место в области усовершенствования ламп накаливания занимают работы русского изобретателя А.Н. Лодыгина (1847-1923). В 1873 г. А.Н. Лодыгин применил электричество для освещения улицы в Петербурге. От всех предшествующих ламп накаливания лампы Лодыгина отличались тем, что в них в качестве тела накала применялись тонкие стерженьки из ретортного угля, помещенные в стеклянный шар или в цилиндр. В начале Лодыгин не удалял воздух из внутреннего пространства колбы, но затем, в процессе совершенствования своих ламп, он стал выкачивать воздух из них. В течение 1873-1875 гг. Лодыгиным и его помощниками было создано несколько конструкций ламп накаливания. Лампы Лодыгина были самыми ранними по времени осветительными установками, вполне пригодными для освещения улиц, помещений общественного пользования, кораблей и т.п.

Выдающийся американский техник-изобретатель Т. Эдисон (1847-1931), ознакомившись с устройством ламп Лодыгина, также занялся их усовершенствованием. После нескольких лет напряженной работы в 1879 г. Эдисону удалось получить достаточно хорошую конструкцию лампы накаливания вакуумного типа с угольной нитью. В 1876 г. русский изобретатель П.Н. Яблочков (1847-1896) предложил так называемую "электрическую свечу" – дуговой источник света без применявшегося ранее регулятора. Яблочков во время одного из опытов установил, что дуговая лампа может действовать и без регулятора, если угли поставить параллельно, а не на одной прямой линии, как это ранее делалось. На этом принципе и была основана "свеча" Яблочкова, представляю-

щая собой два угольных стержня, разделенных прослойкой какого-нибудь огнеупорного изолирующего материала, например каолина, гипса и т.п., испаряющегося под действием электрической дуги. Угли в "свече" Яблочкова присоединялись к зажимам источника тока, в результате между ними образовывалась дуга. "Свеча" Яблочкова горела всего около двух часов. Но для своего времени она была самым удобным и доступным для широкого круга потребителей источником света.

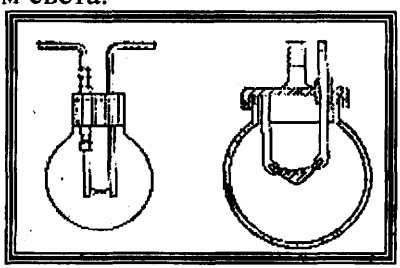
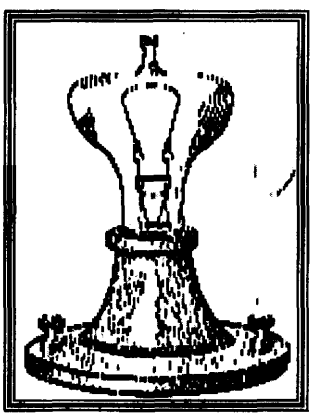


Схема электрической лампы накаливания А.Н. Лодыгина (1872 г.)



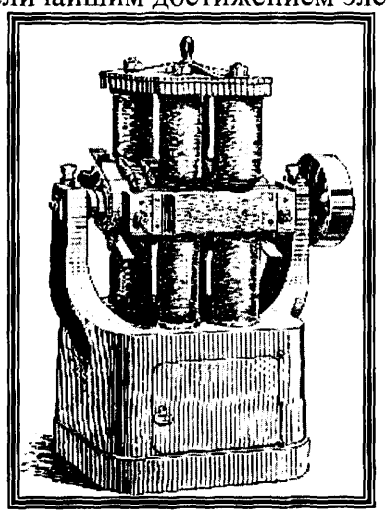
Электрическая лампа накаливания Т. Эдисона (1879 г.)

Одновременно с электрическим освещением была решена проблема применения электроэнергии в силовом аппарате промышленности. В 1869 г. З. Грамм (1826-1901), бельгиец по происхождению, работавший во Франции, получил патент на генератор нового типа,

в котором изобретатель успешно применил принцип самовозбуждения вместе с весьма удачным конструктивным решением кольцевого якоря.

Развитие генераторов и электродвигателей

Этот недостаток был устранен изобретением немецкого электротехника Гефнер-Альтенека (1872 г.), который поместил обмотку генератора на наружной поверхности железного цилиндра, в результате чего было достигнуто максимальное использование движущихся в магнитном поле проводников. Изобретение Гефнер-Альтенека представляет собой один из важнейших этапов в истории генераторов. С созданием электромагнитного генератора была решена проблема генерирования, или производства электрической энергии. Это было величайшим достижением электротехники.



Машина-генератор
З.Т. Грамма

В течение 70-80-х годов электрическая машина постоянного тока приобрела все основные черты современной машины. Дальнейшие усовершенствования были направлены главным образом на повышение качества и улучшение использования динамо машин.

Разрешение проблемы передачи электроэнергии на расстояние

После появления мощных электромагнитных генераторов возникла проблема централизованного производства электроэнергии, которое позволило бы использовать ее для обслуживания мощных промышленных предприятий. В конце XIX в. электродвигатели начинают играть важную роль в тяжелой промышленности. Электрические генераторы вырабатывают электричество не только для превращения его в световую или тепловую энергию, но главным образом для превращения его в энергию механическую.

Применение электродвигателей позволяло концентрировать производство электрической энергии на крупных электростанциях, что вело к значительному удешевлению электроэнергии.

С конца 80-х годов начинают создаваться первые электростанции, т.е. технические сооружения, предназначенные для производства электрической энергии. Электрические станции соединяются с обслуживаемыми ими потребителями системой проводов, по которым происходит распределение и передача электрической энергии. Первая электростанция была создана в США Эдисоном. Чтобы обеспечить массовое использование электрического освещения, Эдисон реализовал в 1882 г. мысль о создании централизованной электрической станции.

В связи со строительством электрических станций проблема передачи электроэнергии на расстоянии приобрела большое экономическое значение. Передача электричества на расстоянии открывала возможность создания крупных электростанций в районах низкосортного топлива, резко удешевляла стоимость электроэнергии, что способствовало более глубокому проникновению электричества в промышленность.

Первая электропередача, рассчитанная на нормальную эксплуатацию, была осуществлена для электрического освещения в 1879 г. П.Н. Яблочковым. Однако дальнейшее развитие передачи электрической энергии на большие расстояния задерживалось ввиду отсутствия теоретического анализа происходящих при этом явлений. И вот русский электротехник Лачинов (1842-1902 гг.) в

1880 г. опубликовал свой труд "Электромеханическая работа", где исследовал работу электрических машин и математически доказал возможность путем увеличения напряжения передачи любых количеств электроэнергии на значительные расстояния без больших потерь. Эти исследования имели огромное значение для разрешения проблемы передачи электроэнергии и для всего последующего развития электротехники.

Подобные же теоретические выводы были сформулированы французским физиком М. Депре, который подтвердил их также и опытным путем. В 1881 г. на Первом Международном конгрессе электриков в Париже Депре сделал сообщение о передаче и распределении электроэнергии. Первую опытную линию электропередачи длиной в 57 км Депре построил на Мюнхенской выставке в 1882 г. На этой линии передавался по телеграфной проволоке постоянный ток напряжением 1500-2000 вольт от генератора, приводимого в движение паровой машиной, к электродвигателю, соединенному с насосом. Однако эта электропередача работала с перебоями и обладала еще очень низким коэффициентом полезного действия (22%).

Внедрение передачи электроэнергии на расстояние долгое время тормозилось самой природой постоянного тока. Дело в том, что постоянный ток вследствие низкого напряжения оказался мало пригодным для передачи. Большие возможности в этом смысле представлял собой переменный ток. Важнейшим этапом развития техники передачи электроэнергии был переход от постоянного тока к переменному. Однако известные в то время электродвигатели переменного тока отличались существенными недостатками, которые часто делали их непригодными для эксплуатации. Перед изобретателями встала задача найти возможность использовать переменный ток и трансформаторы переменного тока для передачи электроэнергии на дальние расстояния и питания электродвигателей.

Первый шаг в этом направлении был сделан итальянским физиком и электротехником Г. Феррарисом (1847-1897) в 1885-1888 гг., предложившим применить систему двух переменных токов, раз-

нящихся по фазе на 90°С, названную впоследствии "двухфазным" током. Феррарис показал, что при помощи двухфазных токов можно получить внутри железного кольца так называемое "вращающееся магнитное поле".

В дальнейшем эту идею разработал и внедрил в практику известный сербский ученый, электротехник Н. Тесла (1856-1943), который создал различные конструкции многофазных, главным образом двухфазных, электродвигателей. Наиболее целесообразной в практическом отношении Тесла считал двухфазную систему. По этой системе в 1896 г. была построена первая крупная электрическая станция двухфазного тока – Ниагарская гидроэлектростанция в США. Однако и двухфазный ток не получил широкого распространения.

Изобретение, которое позволило более рационально решить проблему передачи энергии на дольние расстояния, было сделано русским инженером М.О. Доливо-Добровольским (1862-1919), который предложил принять для электрической передачи энергии не двухфазный переменный ток, а трехфазный.

Как опытным путем, так и теоретически Доливо-Добровольский доказал, что при помощи трехфазного тока можно получить такое же вращающееся магнитное поле, какое получали Феррарис и Тесла при помощи двухфазного. Основываясь на этом, Доливо-Добровольский и построил свой двигатель трехфазного тока, получивший в дальнейшем в электротехнике название "асинхронного".

Асинхронные двигатели в отличие от синхронных приходят во вращение самостоятельно при включении тока. Их скорость в определенных пределах может быть регулируемая. Для питания асинхронные двигатели требуют, как было уже сказано, всего трех проводов, присоединенных к трем концам трех обмоток статора, вторые концы которых соединяются определенным образом между собой. Генераторы трехфазного тока по конструкции ничем не отличаются от генераторов обычного однофазного переменного тока, за исключением того, что обмотка, в которой индуктируется электродвижущаяся сила, разбивается не на две, а на три группы – фазы.

Изобретения Доливо-Добровольского знаменовали начало нового периода в электротехнике. Только после создания экономически выгодной и технически несложной системы трехфазного тока, решившей проблему передачи электроэнергии на большие расстояния, началось широкое внедрение электричества в промышленность.

Решение проблемы передачи электроэнергии на расстояние, создание работоспособных электрических двигателей, успеха машиностроительной промышленности позволили в конце XIX в. приступить к переводу городского транспорта на электротягу. В 1879 г. фирма "Сименс и Гальске" на промышленной выставке в Берлине построила первую опытную электрическую железную дорогу. Электроэнергия для двигателя подавалась по третьему рельсу, а отводилась по ездовому рельсу. Однако этот трамвай не был пригоден в городских условиях.

Дальнейшее развитие городского хозяйства все больше и больше требовало коренных изменений в способах передвижения в крупных городах. В результате стали постепенно строиться трамвайные линии. В 1881 г. вблизи Берлина была пущена первая трамвайная линия протяженностью около 2,5 км. Уже в 1895 г. в крупнейших городах Европы и США конки заменяются трамваем.

Благодаря электрической энергии стало возможным более рациональное использование природных источников энергии. Электрическая передача дала возможность использовать дешевую гидравлическую энергию рек, применять малоценное топливо – малокалорийные сорта каменного угля, угольную пыль, торф и т.д. Электрическая энергия в полном смысле слова совершила революцию в энергетике и этим самым создала условия для нового колоссального технического прогресса.

Технический прогресс в теплоэнергетике

Усовершенствование и развитие парового двигателя в конце XIX в. происходило под непосредственным влиянием электротехники. 90-е годы XIX в. характеризуются широким строительством электростанций. Развитие электроэнергетики потребовало создания нового быстроходного экономичного двигателя.

В этот период в разных странах появляется целый ряд конструкций паровых машин с числом оборотов от 200 до 600 в минуту, предназначенных специально для нужд электростанций. Но как бы ни усовершенствовались паровые машины, они не могли вполне удовлетворить требования, предъявляемые к ним энергетикой. Большинство паровых машин были маломощными и могли применяться лишь на небольших электростанциях. Крупные электростанции обслуживались в большинстве случаев огромными паровыми машинами с небольшим числом оборотов, потреблявшими колоссальное количество топлива, что весьма удорожало стоимость электроэнергии. Таким образом, с первых же шагов развития электротехники возникла острая потребность в специальном быстроходном мощном и экономичном двигателе для электростанций. Технические предпосылки для создания нового теплового двигателя в конце XIX в. были налицо. Техника производства специальных сплавов и механическая обработка металлов достигли высокого уровня. Были изучены свойства водяного пара и законы его истечения. Успешно развивалось также учение о сопротивлении материалов и теория упругости. Изобретение нового теплового двигателя – паровой турбины – явилось ответом на запросы машинного производства.

С самого начала своего практического применения турбина обладала рядом преимуществ по сравнению с паровой машиной. Она гораздо проще и удобнее осуществляла принцип непрерывного вращательного движения, чем поршневая паровая машина. Турбина могла развивать скорость хода почти до неограниченных размеров, исчислявшихся десятками тысяч оборотов в минуту. Наконец, мощность любой турбины намного превосходила мощность даже самой большой паровой машины.

Идея использования кинетической энергии пара для получения вращательного движения нашла впервые свое воплощение в крутящемся шаре Герона. Этот прибор представлял собой прообраз реактивной паровой турбины. Другой "машиной", использующей кинетическую энергию пара для своего вращения, являлось из-

вестное "колесо" итальянского ученого Бранка (XVII в.). Оно вращалось благодаря тому, что пар из котла вытекал на лопасти горизонтального колеса с ячейками. Это устройство было не чем иным, как примитивной активной паровой турбиной.

Над созданием паровой турбины изобретатели разных стран работали длительное время. С 1880 по 1890 г. в Англии было выдано 52 патента на паровые турбины, а с 1890 по 1900 г. – 186. Наиболее удачные технические решения этой проблемы дали швед К. Лаваль и англичанин Ч. Парсонс.

Шведский инженер Карл Густав де Лаваль (1845-1921) происходил из старинной французской семьи, эмигрировавшей в Швецию в конце XVI в. во время преследования гугенотов. Идея паровой турбины возникла у Лаваля при работе над сепаратором для молока. Так как паровая машина не могла обеспечить большую скорость вращения вала сепаратора (6-7 тыс. об/мин), Лаваль, для того чтобы не применять в сепараторе сложных передач, прямо на оси сепаратора поместил реактивную турбину простейшего типа. Это изобретение было запатентовано Лавалем в 1883 г.

В 1889 г. Лаваль создает новую, более сложную одноступенчатую реактивную турбину. Принцип действия турбины Лаваля заключался в следующем: четыре трубы, так называемые паровые сопла (3-6), подводили под острым углом пар к лопаткам колеса (2), укрепленного на валу (1). Пар, поступающий в сопла под высоким давлением с незначительной скоростью и покидающий их с большой скоростью и при низком давлении, тек по лопаткам и выходил с противоположной стороны колеса. Его давление на вогнутую сторону лопаток вызывало вращение колеса и производило механическую работу. Турбина Лаваля являлась простейшей активной паровой турбиной, в которой струя пара с большой скоростью направлялась на лопатки колеса.

Турбины Лаваля сыграли большую роль в истории турбостроения. При их конструировании были поставлены и разрешены многие основные вопросы турбостроения. Однако, хотя турбина Лаваля и способствовала дальнейшему развитию турбостроения, из-за

несовершенства конструкции она не получила большого распространения.

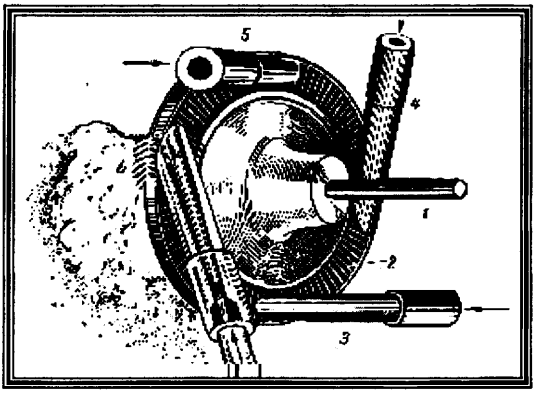
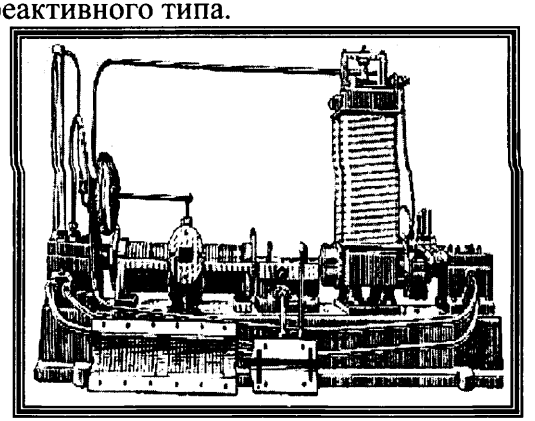


Схема работы активной турбины Лаваля

Решительный сдвиг в деле использования паровых турбин на электрических станциях произвела турбина английского инженера Чарльза Парсонса (1854-1931), создавшего первую турбину в 1884-1885 гг. Паровая турбина Парсонса принципиально отличалась от турбины Лаваля. В ней была применена многоступенчатая конструкция реактивного типа.



Турбогенератор Парсонса (модель)
Справа – электрогенератор с высокими электромагнитами;
Слева – паровая турбина со снятой крышкой

Турбина Парсонса состояла из ряда помещенных на одном валу венцов лопаток особой конструкции: между вращающимися венцами лопаток помещались неподвижные ряды таких же лопаток, направленных в противоположную сторону. Эти так называемые реактивные лопатки и составляют особенность изобретения Парсонса. Реактивные лопатки Парсонса представляли собой аппарат, в котором происходило превращение потенциальной энергии пара в кинетическую энергию и превращение последней в механическую работу. Парсонс придал лопаткам форму, при которой сечение междулопаточных каналов уменьшалось по направлению истечения пара. Таким образом, лопатки Парсонса образовывали как бы насаженные на вал сопла, из которых, расширяясь, истекает пар. Механическая работа при этом получалась как за счет активного, так и за счет реактивного действия паровой струи. В противоположность одноступенчатой турбине Лаваля, где энергия давления пара вся сразу в сопле преобразовывалась в энергию движения, турбина Парсонса была многоступенчатой. В этой турбине энергия давления, постепенно понижаясь со ступени на ступень, от одного венца лопаток к другому, превращалась в энергию движения.

Турбины Парсонса получили гораздо большее распространение, чем турбины Лаваля. Они с самого своего возникновения были рассчитаны для использования на электростанциях. остро нуждающихся в подобного рода двигателях.

В 1899 г. французский инженер Огюст Рато создал активную многоступенчатую турбину, которая представляла собой по сравнению с турбиной Парсонса новый шаг в турбостроении. В ней воплотились новые технические принципы конструирования турбин. Турбина Рато получила большое распространение в Европе, особенно в Швейцарии, Германии и Франции. Она оказалась более экономичной, чем турбина Парсонса. В Америке большое распространение получила турбина Ч. Кертиса, которая также представляла собой активную многоступенчатую турбину.

К концу рассматриваемого периода потребность в новом тепловом двигателе была полностью удовлетворена. Была создана мощ-

ная паровая турбина, вполне удовлетворившая потребности быстро развивающейся электроэнергетики. Промышленность развитых капиталистических стран освоила производство паровых турбин большой мощности, обладающих большой быстроходностью.

33. ЗАРОЖДЕНИЕ НОВЫХ ОТРАСЛЕЙ ТЕХНИКИ

Изобретение двигателя внутреннего сгорания. Создание самолета

Конец XIX – начало XX в. ознаменовались зарождением совершенно новых отраслей техники, достигших своего наибольшего развития уже в наше время.

В конце XIX и начале XX в. складываются новые отрасли производства, которые в дальнейшем коренным образом преобразовали материальные условия жизни общества. Это стало возможным благодаря изобретению нового двигателя – двигателя внутреннего сгорания.

Принцип четырехтактного двигателя, в котором горючая смесь перед воспламенением подвергалась предварительному сжатию, что значительно увеличивало его экономичность, был высказан еще в 1862 г. французским инженером А. Боде Рошем, но практически использован немецким конструктором Н. Отто (1832-1891). в 1876 г. Его четырехтактный газовый двигатель получил высокую оценку на Парижской всемирной выставке 1878 г.

После того как в качестве топлива стал использоваться бензин, двигатель внутреннего сгорания занял ведущее место на транспорте. В 80-х годах прошлого столетия моряк русского флота О.С. Костевич (1851-1916) предложил проект легкого бензинового двигателя внутреннего сгорания с карбюратором. По этому проекту был построен 8-цилиндровый двигатель, предназначавшийся для установки на дирижабле. Больших успехов в создании легких бензиновых двигателей добился немецкий изобретатель Г. Даймлер (1834-1900). В 1885 г. он получил патент на свой двигатель, установленный на автомобиле, моторной лодке и мотоцикле. Первый двухцилиндровый двигатель Даймлера имел мощность 3/4 л.с. при 800 оборотах в минуту.

Второе направление в развитии двигателя внутреннего сгорания связано с изобретением двигателя, работавшего на тяжелом топливе. Немецкий инженер Р. Дизель (1858-1913) выдвинул идею

создания "рационального теплового двигателя". При своих первоначальных опытах Дизель пытался распылить жидкое топливо при помощи сжатого воздуха, но успеха в этом не добился. В 1897 г. Дизель построил новый двигатель с самовоспламенением от сжатия. Дальнейшее развитие двигателей внутреннего сгорания принадлежит русскому инженеру Г.В. Триклеру, который в 1899 г. разработал бескомпрессорный двигатель высокого сжатия с самовоспламенением. Двигатель был построен и испытан на Путиловском заводе.

Р. Дизель (1858-1913)

С распространением двигателей внутреннего сгорания в 1901 г. американской фирмой "Харт Парр" были выпущены первые тракторы с двигателем, работавшим на нефти. Однако практическое применение трактора в сельском хозяйстве началось только в 1907 г.

Таким образом, в конце XIX в. были созданы предпосылки для развития такого двигателя, который можно было бы использовать на транспорте (автомобиле, самолете), в промышленности и сельском хозяйстве.

История сохранила много свидетельств о попытках человека решить проблему полета. По преданию, еще в XI в. английский монах Оливье будто бы пытался совершить полет с башни монастыря на двух крыльях. Однако полет Оливье окончился неудачей: монах сломал себе ноги.

Итальянский художник, механик и инженер Леонардо да Винчи, наблюдая полет птиц, высказал первые научные соображения "о подъемной силе крыла птицы". В примитивном виде у Леонардо да Винчи уже формулируются идеи вертолета и парашюта.

Попытки осуществить полет при помощи крыльев, приводимых в движение мускульной силой, были обречены на неудачу. Более плодотворными явились попытки осуществить полет на аппарате легче воздуха. Идея таких полетов развивалась параллельно с идеей полетов с помощью крыльев. В Китае с давних пор были известны так называемые "летающие драконы", которые наполнялись горячим воздухом или дымом, сообщавшим им способность подниматься. От китайцев "драконы" были заимствованы парфянами и индусами, а в середине века – европейцами. Вполне достоверные исторические сведения имеются о демонстрации в Париже в июне 1783 г. полета воздушного шара-аэростата, наполненного нагретым воздухом, изобретенного братьями Жозефом и Этьеном Молнгольфье. В ноябре этого же года на шаре Монгольфье впервые поднялись люди. В декабре 1793 г. по предложению французского ученого Шарля был совершен полет на шаре, наполненном водородом. Полет длился 2,5 часа.

С начала XIX в. начинает развиваться военное применение аэростатов. В 80-х годах выдвигаются проекты управляемых аэростатов. Во второй половине XIX в. разрабатываются также вопросы применения аэростатов с двигателями. В 1852 г. француз Жиффар первый осуществил полет на дирижабле с паровым двигателем.

Однако дирижабли, как ранее и воздушные шары, не решали проблему завоевания воздушного океана. В XIX в. было построено много различных летающих аппаратов тяжелого воздуха – "механических птиц", снабженных крыльями и воздушными винтами. Медленно, но верно изобретатели шли от модели к созданию настоящих аэропланов.

Первый аэроплан был создан замечательным русским изобретателем А.Ф. Можайским (1825-1890). В 1860 г. Можайский приступил к исследованию возможности создания летательной машины тяжелее

воздуха. Он изучал строение крыльев птиц, определял соотношения между площадью крыльев и весом у птиц, устанавливал скорости парящего полета. Затем он стал исследовать полеты воздушных змеев. Одновременно Можайский изучал работу воздушных винтов. В отличие от многих изобретателей того времени, строивших летательные машины с машущими крыльями, Можайский с самого начала своей работы твердо стал на путь создания летательной машины с неподвижным относительно корпуса крылом.

По приложенному чертежу видно, что самолет Можайского имел все пять основных частей, которые имеются и в современных самолетах, – крылья, корпус, силовая (винтомоторная) установка, хвостовое оперение и шасси. Назначение и взаимное расположение этих основных частей в самолете Можайского были те же, что и в современных самолетах – монопланах. На своем самолете Можайский предлагал поставить двигатель внутреннего сгорания. Однако вследствие его несовершенства был вынужден применить в качестве двигателя паровую машину. С 1882 по 1885 г. Можайский ежегодно проводил опыты со своим "воздухолетательным снарядом". В одном из таких испытаний осенью 1884 г. на военном поле в Красном Селе под Петербургом самолет Можайского оторвался от земли и пролетел небольшое пространство.

В области освоения техники полетов значительны работы немецкого инженера Отто Лилиенталя (1848-1896), сосредоточившего свои усилия на изучении способов скользящих планирующих полетов, аналогичных парящему полету птиц. В 1889 г. Лилиенталь опубликовал работу "Полет птиц, как основа авиации". В 1891 г. им были проведены первые опыты скользящего полета против ветра на крыльях, причем Лилиенталю удалось пролететь расстояние в 35 м. В течение 5 лет он совершил на своих планерах около 2 тыс. опытных полетов, добиваясь устойчивости аппарата в планирующем полете. В 1896 г. при полете в сильный ветер планер Лилиенталя потерял устойчивость в воздухе и разбился. Изобретатель погиб.

Работы пионеров воздухоплавания имели громадное значение для накопления опыта развития идеи полета в воздухе. В начале

90-х годов начинают свои работы в Америке братья Уилбур и Орвилл Райт – фабриканты велосипедов в Южной Каролине. В 1903 г. они на своем планере поставили двигатель внутреннего сгорания. Братья Райт произвели на своем примитивном аэроплане несколько полетов. При довольно сильном ветре аэроплан все же имел самостоятельную скорость в 4-5 м/сек. В 1907-1908 гг. братья Райт построили ряд более совершенных аэропланов.

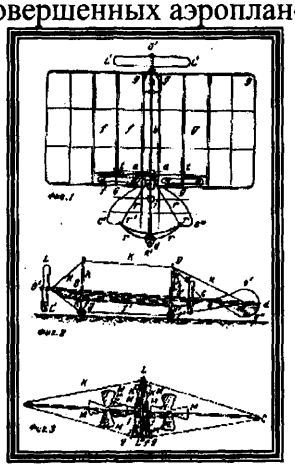


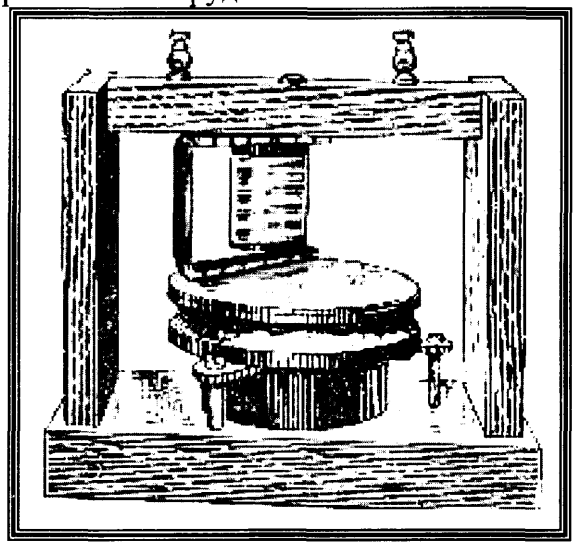
Схема самолёта А.Ф.Можайского
(чертёж по привилегии 1881 г.)

Изобретение телефона, фонографа, кинематографа

Ко второй половине прошлого столетия относятся попытки создания телефона. С развитием теории электричества, в частности теории электромагнетизма, была создана научная база для его изобретения. Еще в 1837 г. американец Ч. Пейдус установил, что магнитная полоса может издавать звук, если ее подвергнуть быстрому перемагничиванию. В 1849-1854 гг. вице-инспектор Парижского телеграфа Шарль Бурсель теоретически сформулировал принцип устройства телефонного аппарата.

Первым образцом телефонного аппарата был прибор, сконструированный немецким физиком Филиппом Рейсом в 1861 г. Телефон Рейса состоял из двух частей: передающего и приемного

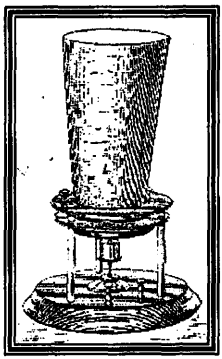
аппарата, действие которых было взаимосвязано. В передающем аппарате при передаче происходило периодическое размыкание и замыкание цепи тока, чему в приемном аппарате соответствовало дрожание металлического стержня, воспроизводившего звук. С помощью аппарата Рейса можно было хорошо передавать музыку, но передача речи была затруднена.



Телефон Рейса (1861 г.)

В 1876 г. американский техник А. Белл (1847-1922) родом из Шотландии создал первую удовлетворительную конструкцию телефона. В этом же году он получил патент на его изобретение.

Над усовершенствованием телефона работали многие изобретатели. Наиболее существенные усовершенствования в телефон в 1878 г. не зависимо друг от друга внесли англичанин Д. Юз (1831-1900 гг.) и американец Т. Эдисон. Они изобрели важнейшую часть телефонного аппарата – микрофон. Микрофон Юза-Эдисона являлся только передатчиком, который воспринимал звуковые колебания и усиливал индуктивный ток в катушке телефона Белла. С изобретением микрофона стало возможным разговаривать на больших расстояниях, а звук в телефоне получался чище.



Телефон А.Г. Белла (1876 г.)

Первая городская телефонная станция была введена в эксплуатацию в США в 1878 г. в Нью-Гавани. В 1879 г. телефонные сети имелись уже в 20 городах в США. Первая телефонная станция в Париже была открыта в 1879 г., в Берлине - в 1881 г.

Интереснейшим изобретением этого периода явился фонограф – аппарат для записи и воспроизведения звука. Этот прибор, изобретенный в 1877 г. Эдисоном, обладал способностью сохранять, а затем в любое время воспроизводить и повторять записанные на нем звуковые колебания, вызванные ранее голосом человека, музыкальными инструментами и т.п. Устройство и принцип действия фонографа сводятся к следующему. Звуковые колебания в фонографе передавались очень тонкой стеклянной или слюдяной пластинке, а при помощи прикрепленной к ней пишущей иглы (резца с сапфировым наконечником) переносились на поверхность вращающегося валика, обернутого оловянной фольгой или покрытого особым восковым слоем. Пишущая игла была связана с мембраной, воспринимающей или излучающей звуковые колебания. Ось валика фонографа имела резьбу, и поэтому при каждом обороте валик смещался вдоль оси вращения на одну и ту же величину. В результате этого пишущая игла на восковом слое выдавливала винтовую канавку. При движении по этой канавке игла и связанная с ней мембрана совершали механические колебания, воспроизводя записанные звуки.

В 90-х годах XIX в. появляется кинематограф, совместивший в себе ряд изобретений и открытий, которые позволили осуществить основные процессы, необходимые для воспроизводства сфотографированного движения.

Аппарат, в котором сочетались все основные элементы кинематографа, был впервые изобретен во Франции Луи Ж. Люмьером (1864-1948). В 1895 г. он совместно со своим братом Огюстом разработал конструкцию киноаппарата для съемки. Люмьер назвал свое изобретение Кинематографом.

Опытная демонстрация фильма, заснятого на кинопленке с помощью этого аппарата, состоялась в марте 1895 г., а в декабре этого же года в Париже начал функционировать первый кинотеатр.

Фонограф Т.А. Эдисона (1877 г.)

Изобретение радио

Одним из величайших открытий в области техники явилось изобретение радио. Честь его изобретения принадлежит великому русскому ученому А.С. Попову (1859-1906). Еще в 1886 г. немецкий ученый Г. Герц (1857-1894) впервые экспериментально доказал факт излучения электромагнитных волн. Он установил, что электромагнитные волны подчиняются тем же основным законам, что и световые волны.

В конце 90-х годов Н. Тесло в Европе и Америке прочел ряд докладов, сопровождавшихся демонстрированием экспериментов.

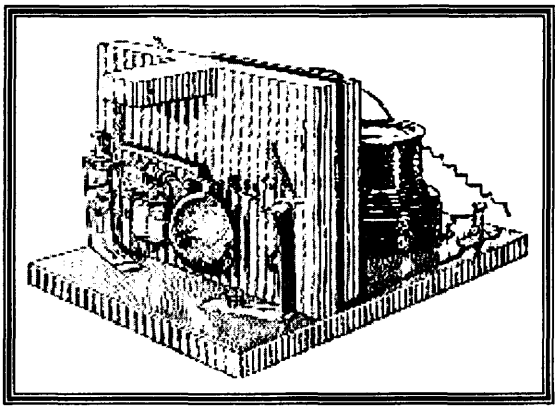
Он возбуждал длинные волны с помощью генераторов высокой частоты, зажигал лампы и посылал сигналы на расстояние. Тесло уверенно предсказывал возможность применения этих волн для телефонии и даже для передачи электрической энергии.

7 мая 1895 г. А.С. Попов на заседании Русского физико-математического общества в Петербурге впервые продемонстрировал радиоприемник. В работе над повышением чувствительности приборов для обнаруживания электромагнитных колебаний Попов шел своим оригинальным путем. Он впервые применил антенну и, видя несовершенство вибраторов как источников электромагнитных волн, приспособил приемник для регистрации грозовых разрядов атмосферного электричества. Радиоприемник, изобретенный Поповым, был назван им грозоотметчиком.

Устройство грозоотметчика сводилось к следующему: в цепь батареи включалась трубка с металлическими опилками и реле. В обычных условиях сила тока в обмотке реле была слабой, и якорь реле не притягивался. Но во время грозы грозовые разряды вызывали появление электромагнитных волн. Это приводило к тому, что сопротивление опилок в трубке падало и реле срабатывало, подключая электрический звонок, который и подавал сигнал о поступлении электромагнитных волн. Грозоотметчик Попова позволял принимать радиоволны на расстоянии нескольких километром.

Через год после первого доклада Попова и через два месяца после его второго доклада, в 1897 г., итальянец Г.Маркони взял патент в Англии на прибор для телеграфирования без проводов. Из описания видно, что радиоприемник Маркони весьма близко воспроизводил грозоотметчик А.С. Попова. В 1897 г. в Англии было образовано специальное акционерное общество по эксплуатации изобретения Маркони.

Радиотехника, основы которой были заложены работами А.С. Попова, стала особенно быстро развиваться после первой мировой войны, во время которой радиосвязь становится важнейшей формой связи в армии и флоте. Радио получило широкое применение затем и для гражданских целей.



Радиоприёмник А.С. Попова
(1895 г.)

34. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

К началу первой мировой войны мировая капиталистическая промышленность снабжала как армию, так и военно-морской флот самым разнообразным вооружением. Турбинные дредноуты, крейсера и миноносцы, подводные лодки, дальнобойная артиллерия огромных калибров, скорострельное пехотное вооружение и т.д. – вот чем характеризуется военная техника того времени. Первая мировая война привела к дальнейшему росту производства вооружений. Были разработаны принципиально новые взрывчатые вещества, новые виды вооружений. Выросла военная авиация, появились танки, были применены боевые отравляющие вещества и т.д.

Артиллерийское и пехотное вооружение

Артиллерия уже в конце XIX в. составляла один из самых могучих родов войск. Она воплощала огневую мощь армий. Ее огонь со второй половины XIX в. стал основным средством в бою. Начиная с 70-х годов XIX в. от битвы при Седане растет скорострельность орудий, повышается их дальнобойность, улучшается меткость стрельбы из всех родов орудий, увеличивается многообразие артиллерийских систем, растет подвижность артиллерии в целом. Уже к 70-м годам XIX в. с введением нарезной артиллерии дальность стрельбы орудий увеличилась до 3-3,5 км, а меткость ее превосходила меткость гладкоствольной артиллерии примерно в 5 раз. Однако с каждым годом армия предъявляла к артиллерии все новые и новые требования. Поэтому на всем протяжении рассматриваемого периода идет дальнейшее улучшение баллистических качеств орудий.

Особенно интенсивно количественное и качественное совершенствование артиллерии шло во время первой мировой войны 1914-1918 гг. Во время войны началось массовое производство орудий самых разнообразных систем, боеприпасов, приборов

управления огнем. Появилось множество образцов легких полевых пушек и гаубиц, тяжелых полевых орудий. В начале войны начали широко применяться совершенно новые типы оружия: появились станковые, а затем и ручные пулеметы, минометы, траншейные орудия. К концу войны армии имели специализированные артиллерийские части, противотанковую зенитную артиллерию, артиллерию сопровождения пехоты и т.д. Военная история не знала такого разнообразия артиллерийских орудий, которые были использованы в годы первой мировой войны.

В военное время увеличилась и дальнобойность артиллерии. Дальнобойность гаубиц возросла на 25%, пушек на 30%. Если в начале войны максимальная дальность полета артиллерийских снарядов не превышала 16-18 км, то в 1917 г. знаменитая немецкая пушка "Колосаль" обстреливала Париж с расстояния в 120 км.

Часть батарей тяжелой артиллерии, а также зенитные батареи были снабжены тракторами. Паровые тракторы использовались для буксировки тяжелых осадных орудий. Гусеничный трактор был применен в войну 1914-1918 гг. впервые и именно для нужд артиллерии. Тракторы обеспечили перевозку тяжелого орудийного парка независимо от состояния дорог.

Пехотное вооружение в начале войны состояло из нарезной винтовки и штыка. В ходе войны вооружение пехоты совершенно изменилось. Значение винтовки как оружия одиночного бойца, несмотря на то, что сама винтовка за время войны претерпела большие изменения, к концу войны явно уменьшилось, в то же время чрезвычайно повысилась роль нового пехотного оружия – пулеметов.

Взрывчатые вещества

В тесной связи с развитием артиллерии находится изобретение новых взрывчатых веществ. Стремление к дальнейшему повышению баллистических качеств артиллерии и ручного огнестрельного оружия поставило перед военной наукой и техникой задачу

изобретения более мощных взрывчатых веществ, чем дымный порох.

В 70-х годах XIX в. была изобретена скорострельная магазинная винтовка. Но ее выгодные боевые качества терялись из-за применения дымного пороха: при частой стрельбе из магазинной винтовки дым не успевал рассеиваться, поэтому стрелкам было плохо видны цели. Таким образом, практика военного дела поставила задачу открытия малодымного или бездымного пороха. Независимо от французов Д.И. Менделеев в России открыл секрет бездымного пороха, В 1891 г. было начато заводское изготовление бездымного пороха по методу Менделеева. В других странах – в Англии, США, Германии – к началу XX в. также сумели наладить производство бездымного пороха.

Со второй половины XIX в. появляются бризантные (дробящие) взрывчатые вещества. В 1854 г. русский химик Н.Н. Зинин впервые предложил применить нитроглицерин в качестве взрывчатого вещества. В 1863 г. артиллерийский офицер В.Ф. Петрушевский разработал способ приготовления значительных количеств нитроглицерина и способ его взрывания. Однако русское военное ведомство отказалось ассигновать средства для дальнейших опытов.

Работа над изобретением нового взрывчатого вещества перешла в Швецию, где этим делом занялся инженер А. Нобель (1833-1896), который был хорошо знаком с открытиями Зинина и Петрушевского. Продолжая работы русских ученых, Нобель в 1865 г. изобрел капсюль-детонатор, при применении которого получался наиболее мощный взрыв нитроглицерина. В 1888 г. он предложил нитроглицериновый порох – баллиат. Его фабрики в Швеции, Франции, Германии и в других странах по производству нового взрывчатого вещества принесли Нобелю огромное состояние.

В войне 1914-1918 гг. было испытано еще одно химическое нововведение – боевые отравляющие вещества. Газовая бомба – один из новых видов войны, порожденных XX веком. Первыми применили газы немцы в 1915 г. К концу войны в Германии около 1/4 всех боевых припасов для артиллерии составляли химические снаряды. Первыми отравляющими веществами были хлор, хлорпикрин,

фосген, иприт и некоторые другие. Вред, причиненный газами, был огромен. По всеобщему признанию, газовая война была одной из самых варварских форм войны. Она была категорически запрещена международным правом.

Новые типы боевых машин

Накануне войны 1914 г., а также во время военных действий появились принципиально новые боевые машины, обязанные своим происхождением двигателю внутреннего сгорания.

К началу войны 1914 г. авиация играла роль вспомогательного разведывательного средства, главным образом средства глубокой разведки. Все воевавшие страны, вместе взятые, имели накануне войны около 600 самолетов в строю и приблизительно 1 тыс. самолетов в запасе. Качество самолетов было крайне низкое, они не были вооружены. Однако в течение войны авиация весьма быстро возросла количественно и значительно усовершенствовалась качественно. Уже в 1915 г. сложились 3 рода военной авиации: разведывательная, истребительная и бомбардировочная. За время войны были созданы истребители, развивающие горизонтальную скорость до 220 км в час с высотой полета до 7 км и дальностью до 900 км. Появились легкие, средние и тяжелые бомбардировщики со скоростью 180 км/час, с потолком полета 4,5-5,5 км, дальностью 500-600 км и бомбовой нагрузкой 0,5-2 т. В ряде стран, особенно во Франции, Англии, Германии, развернулось интенсивное для того времени строительство самолетов. Это три страны за период войны построили почти 150 тыс. самолетов.

Во время войны появились и совершенно новые боевые машины – танки. Танк представлял собой полностью бронированную машину с мощным вооружением, установленным во вращающейся башне. Огневая мощь танка обеспечивается мощностью его вооружения. Он способен передвигаться не только по дорогам, но и при полном бездорожье, а также преодолевать естественные и искусственные препятствия.

Первый проект вездеходной бронированной боевой машины был разработан во Франции капитаном Левассером в 1903 г. В

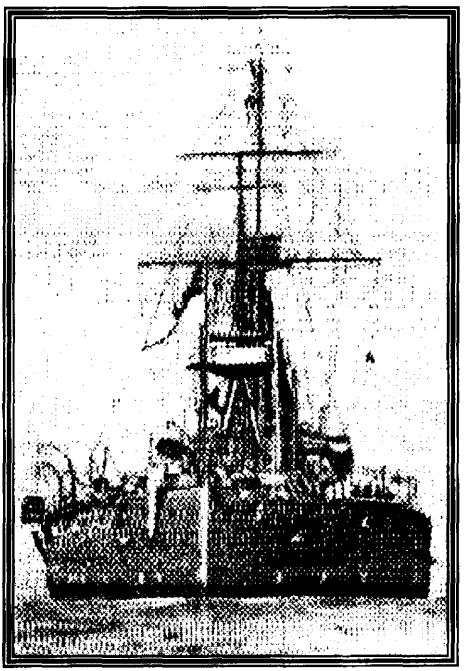
1911 г. в Петербурге русский инженер В.Д. Менделеев предложил свой оригинальный проект бронированной гусеничной машины. В 1912 г. лейтенант австро-венгерской армии Бурштын также предложил военному министерству проект танка. Проект был возвращен изобретателю с надписью: "Человек сошел с ума". И только в Англии идея "сухопутного крейсера" встретила в военных кругах поддержку. В октябре 1914 г. в английское военное министерство был представлен разработанный английскими инженерами Триттоном и Вильсоном проект гусеничной бронированной машины. Первый английский танк был фактически бронированным американским гусеничным трактором "Холт". В 1915 г. в Англии был построен тяжелый танк, послуживший исходным образцом для первых боеспособных английских танков.

Впервые танки были применены во время первой мировой войны в сражении на р. Сомме 15 сентября 1916 г., из 32 машин, двинутых в атаку, непосредственно в бою участвовали только 18. Сражение при Камбре 20 ноября 1917 г. показало, на что способны новые машины. Англичане бросили в атаку 378 танков. Они прорвали сильно укрепленные позиции немцев и продвинулись в глубину на 8 км. Немцы потерпели поражение. Было захвачено 8 тыс. пленных и 100 орудий. Самым крупным танковым сражением во время первой мировой войны было сражение при Амьене 8 августа 1918 г.: в нем участвовали 580 английских и 90 французских танков. В этом бою танки решили успех боя. Немецкие войска потерпели поражение. Немецкий генерал Людендорф назвал этот день "черным днем германской армии".

Военное судостроение

Война на море в 1914-1918 гг. велась с такой же интенсивностью, как и на суше. Перед мировой войной основными типами военных судов являлись крупнейшие морские корабли, сначала броненосцы, потом дредноуты. Броненосцы были основным классом военных кораблей XIX в. В 1906-1908 гг. они были заменены еще более мощным линейным военным кораблем типа «Дредно-

ут». Первый дредноут был построен в Англии в 1906 г. «Дредноут» отличался от броненосца главным образом мощностью вооружения и брони.



Военный корабль типа «Дредноут» (Англия)

Военные корабли превратились в целые инженерные сооружения: на них устанавливались двигательные механизмы, крупные электроустановки, мощное вооружение, радиостанции, сложнейшие приборы управления кораблем и боевыми средствами. Строительство, управление и эксплуатация военных кораблей требовали точных научных знаний. Для постройки дредноутов были необходимы огромные средства, которые были под силу только странам с высоко развитой промышленностью.

Во время войны был применен совершенно новый вид морского оружия – подводные лодки. Подводные лодки были одним из главнейших достижений военно-морской техники XIX в. Подвод-

ная лодка – боевой военный корабль, предназначенный для нанесения скрытых торпедных ударов по кораблям и транспортам противника, а также для ведения разведки и расстановки мин.

В 1855 г. инженер Бауэр, работавший в России, построил подводную лодку "Морской черт". С мая по октябрь 1856 г. эта лодка с экипажем 11 человек совершила 134 подводных плавания на близкое расстояние. В 1861 г. французский инженер О. Риц создал две подводные лодки. В 1864 г. американец Онлей построил подводную лодку "Давид", вооруженную миной.

Подводя итоги достижениям военной техники, можно сказать, что военная техника периода империализма качественно отличается от военной техники предыдущего периода. Она носит на себе все черты машинного капитализма. В составе армий появляются в невиданных до того времени количествах артиллерийские орудия, новые средства связи, телефоны и телеграфы, автомобили. Наконец, появились совершенно новые типы боевых средств: авиация, танки, подводные лодки. На поле боя, таким образом, стали действовать машины. Если первую мировую войну еще нельзя было назвать в полном смысле слова войной машин и моторов, то все же она близко приближается к ней. Применение машин в этот период стало главнейшим условием ведения войны.

35. СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Период с 1871 по 1917 г. – один из важнейших в развитии современного естествознания, период революционных открытий в различных областях естественных наук и ломки старых представлений о мире.

В рассматриваемый период происходит дальнейшая специализация науки, появление новых специальных отраслей ее. В то же время ранее обособленные и самостоятельно развивавшиеся отрасли науки начинают связываться новыми, "пограничными" науками. Так, на границе физики и химии возникает как самостоятельная область науки физическая химия; на границе химии и биологии - биохимия.

Математика

Начало нового периода в развитии математики связано с дальнейшей разработкой выводов Н.И. Лобаческого, Я. Больяци и Б. Римана по неэвклидовой геометрии. Их исследования были развиты итальянским ученым Е. Бельтрами (1835-1900), а также немецким математиком Ф. Клейном (1849-1925).

Выдающимся событием в области аксиоматического метода явилась опубликованная в 1899 г. работа немецкого математика Д. Гильберта (1862-1943), который впервые разрешил задачу построения геометрической системы, логически развертывающей из точно сформулированных, независимых посылок.

Значительное развитие получило учение об общих свойствах конечных и особенно бесконечных множеств. Теория множеств как математическая дисциплина была основана в 1874-1884 гг. немецким математиком Г. Кантором (1845-1918). Идея и понятия теории множеств явилась одной из основ развития теории функций действительного переменного, современной общей топологии и других дисциплин.

В рассматриваемый период большое развитие получила теория вероятностей. Этот раздел математики занимается изучением слу-

чайных явлений, течение которых заранее нельзя точно предсказать и существование которых при, казалось бы, одинаковых условиях может протекать совершенно различно в зависимости от случая.

Важным направлением в развитии математики конца XIX и начала XX в. является теория групп, т.е. учение о симметрии в самом общем виде. Первоначально она развивалась лишь как вспомогательный аппарат для решения уравнений высших степеней в радикалах. В течение XIX и XX вв. важное значение закономерностей симметрии выявилось во многих других разделах науки (геометрии, кристаллографии, физики, химии). Благодаря этому методы и результаты теории групп получили очень широкое распространение.

Очень важным в указанную эпоху было возникновение понятия функционального пространства, а также основных идей функционального анализа. В математике пространство определяется как множество объектов, между которыми имеются отношения, сходные по своей структуре с обычными пространственными отношениями. Исторически первым по времени является понятие эвклидова трехмерного пространства, которое рассматривается как множество точек, связанных рядом определенных отношений. В результате постепенного его обогащения возникло понятие функционального пространства, в котором точками являются функции. Такие пространства рассматривались итальянскими математиками Д. Гильбертом (1904 г.) и венгерским ученым Ф. Рисом (1912 г.).

Астрономия

Рассматриваемый период знаменуется важными событиями в развитии астрономии. Если наука во второй половине XIX в. не знала путей для выяснения физической природы процессов и явлений, происходящих во вселенной, то теперь астрономия обогатилась новыми методами изучения космоса. Эти методы – спектральный анализ и фотография – основаны на достижениях физи-

ки и химии. Астроспектроскопия и фотография обусловили быстрое совершенствование новой отрасли астрономии – астрофизики.

Существенное развитие получила звездная астрономия, которая при исследованиях закономерностей звездной системы, помимо геометрических характеристик (параллаксов, собственных движений), стала широко использовать полученные астрофизическими методами физические характеристики звезд: спектральные классы, лучевые скорости, показатели цвета и др. Это позволило гораздо глубже познать закономерности строения и развития звездного мира.

Отрицательное влияние на мировоззрение астрономов XIX и начала XX в. оказал общий кризис естествознания, который появился в астрономии в тенденции к отрицанию бесконечности вселенной во времени и к признанию нашей Галактики единственной звездной системой, включающей все небесные тела. Однако исследования, выполненные рядом передовых ученых, доказали существование других звездных систем. В результате сложился новый раздел звездной астрономии – внегалактическая астрономия.

Механика

В конце XIX и начале XX в. получают своё дальнейшее развитие как общие разделы механики – динамика твердого тела, теория устойчивости движения, так и механика жидкостей и газов. Ряд исследований по механике был ответом на практические запросы техники, другие, опережая запросы практики, казались чисто теоретическими, отвлеченными, и только наше время показало их практическое значение.

Прямую связь с практическими вопросами имели теоретические работы по динамике тяжелого твердого тела. Исследование этой проблемы стимулировалось тем, что конец XIX в. был периодом широкого распространения нарезных артиллерийских систем. Надо было придать снаряду быстрое вращение, которое обеспечива-

ло бы ему необходимую устойчивость в полете. Решение этой задачи механики дали русские ученые артиллеристы Н.В. Маевский (1823-1892), Н.А. Забудский (1853-1917). Позже над этой проблемой работал А.Н. Крылов (1863-1945).

Проблема движения быстровращающегося снаряда является частным случаем динамики гироскопа (волчка). Теория гироскопа тесно связана с одной из наиболее общих проблем механики – с проблемой устойчивости равновесия и движения материальных систем. Общее ее решение было дано А.М. Ляпуновым в работе "Общая задача об устойчивости движения" (1892 г.). Большой вклад в общую теорию устойчивости движения тел внес французский ученый А. Пуанкаре.

В последней трети XIX и начале XX в. получает дальнейшее развитие механика жидкости. Немецкий ученый Г. Гельмгольц (1821-1894) разрабатывает учение о вихрях в жидкости. В этот же период развивается динамика вязкой жидкости.

Решающую роль в создании аэродинамики сыграл русский ученый Н.Е. Жуковский (1847-1921). В 1904 г. Жуковский сделал открытие, послужившее основой всего дальнейшего развития современной аэродинамики. В работе "О присоединенных вихрях", которая была доложена в Московском математическом обществе 15 ноября 1905 г., Жуковский дал формулу для определения подъемной силы крыла, являющуюся основой всех аэродинамических расчетов самолетов.

К этому же времени относятся работы немецкого ученого Л. Прандтля, который в 1905 г. в труде "О движении жидкости при очень малом трении" дал весьма плодотворное для последующего развития механики представление о пограничном слое жидкости, прилегающей к поверхности обтекаемого твердого тела, объяснив сопротивление тела, движущегося в жидкости или газе, главным образом отрывом пограничного слоя. Прандтль много сделал для развития теории крыла.

В 1902 г. появилась работа русского ученого С.А. Чаплыгина (1869-1942), озаглавленная "О газовых струях", которая положила

начало новой области механики – газовой динамике. В работе был дан метод исследования в струевых движениях газа при любых дозвуковых скоростях. Огромное значение этого исследования обнаружилось значительно позже, когда развитие скоростной авиации привело к изучению сил, с которыми воздух действует на самолет, летящий со скоростью, приближающейся к скорости звука.

Выдающийся русский ученый К.Э. Циолковский (1857-1935) создал теорию полета ракеты с учетом изменения ее массы, математически доказав возможность применения реактивных аппаратов для межпланетных сообщений.

Физика

Последняя четверть XIX в. ознаменовалась двумя важнейшими открытиями, преобразившими господствующие до этого физические представления о строении материи: была экспериментально доказана реальность электромагнитного поля и открыла атомистическая природа электрических зарядов – источников электромагнитного поля.

В 1887 г. Генриху Герцу удалось впервые обнаружить возникновение электромагнитных волн. Он доказал, что эти волны, так же как и световые лучи, отражаются, преломляются и т.д.

В течение следующего десятилетия были открыты почти все диапазоны электромагнитных волн – от нескольких сот метров до 20 ангстремов.

В 1895 г. немецкий физик В. Рентген открыл электромагнитное излучение, названное им х-лучами. Вскоре было доказано, что лучи Рентгена – это электромагнитные волны очень короткой длины. Открытие рентгеновских лучей приобрело большое практическое значение, в частности в медицине.

В 1870 г. англичанин У. Крукс открыл катодные лучи в разрядной трубке с разреженным воздухом. В 1897 г. английский ученый Дж. Томсон (1856-1940) показал, что катодные лучи есть поток отрицательных электронов.

Генрих Герц

Вильгельм Рентген

Окончательно атомное строение электрических зарядов было доказано только в 1911 г. опытами американского ученого Милликена (1868-1953).

Открытие и исследование электронов, их взаимодействия и движения сыграли огромную роль в истории учения о веществе. Рядом опытов было доказано, что абсолютная величина заряда любого тела, как отрицательного, так и положительного, составляет целое кратное заряда электрона. Следовательно, заряд электрона есть "атом" электричества. Электрон (в общем смысле этого слова, т.е. как положительный, так и отрицательный), – источник электрического поля, через которое он связан с другими электронами. При своем движении он создает магнитное поле, а при ускорении движения электронов возникают электромагнитные волны. В конце XIX в. было окончательно установлено, что свет излучается и поглощается электронами, входящими в состав атома вещества.

Развитие учения об электромагнитном поле, открытие электрона, установление электрической структуры атома привели к синтезу этих достижений в так называемой электронной теории, сложившейся в конце XIX – начале XX в. Основы этой теории содержались в работах выдающегося голландского ученого Г. Лоренца (1853-1928), резюмированные в книге "Теория электронов" (1909 г.).

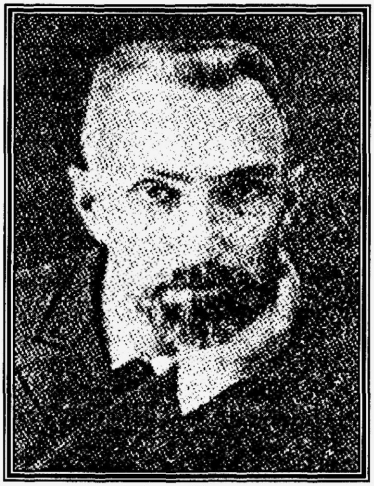
Рассматривая законы движения электронов в связи с изменениями, связывающими их поля, электронная теория раскрывала внутренний механизм электрических и магнитных явлений, электрических и магнитных свойств вещества. Электронная теория Лоренца установила также замечательное свойство быстродвижущихся электронов – зависимость массы электрона от скорости его движения. Она показала также, что при быстром движении тел (т.е. систем заряженных частиц, связанных электромагнитным полем) изменяются и такие их свойства, как объем и длительность происходящих в теле процессов.

В результате исследований Г. Лоренца, Дж. Томсона и др. создались предпосылки к пониманию строения атома как сложного образования. Этому способствовало открытие естественной радиоактивности А. Беккерелем (1852-1908) и Пьером и Марией Кюри в конце 90-х годов XIX в. Оказалось, что атомы наиболее тяжелых химических элементов не вечны, а беспрерывно разрушаются. Естественно было сделать предположение, что атом – это система электрически заряженных частиц, что в состав любых атомов входят электроны.

В начале XX в. началась разработка теории атома – основы современной физики. Исходя их периодической системы элементов Менделеева, Дж. Томсон предположил, что электроны в атоме располагаются слоями и химические свойства элемента определяются внешним слоем электронов, что в дальнейшем и подтвердилось.

В 1911 г. английский физик Э. Резерфорд (1871-1927), изучая рассеивание альфа-частиц (ядер гелия) атомами веществ, установил, что альфа-частицы, несмотря на то, что они испытывают сотни тысяч столкновений с атомами, отклоняются большей частью на очень малые углы. Лишь в некоторых случаях альфа-частица испытывает отклонение на большой угол в 120-150°. Следовательно, встречные атомы пронизываются быстрой и массивной альфа-частицей. Исходя из этого, Резерфорд предложил свою модель атома, так называемую планетарную модель, согласно которой в центре атома находится положительно заряженное ядро, масса

которого почти равна массе атома. Величина заряда ядра возрастает от одного химического элемента к другому на величину, равную заряду электрона (но с положительным знаком). Численно заряд атома, выраженный в единицах элементарного заряда, равен порядковому номеру соответствующего элемента в периодической системе. Вокруг ядра движутся электроны, подобно планетам вокруг Солнца. Число электронов также равно номеру элемента, так что их совокупный заряд нейтрализует положительный заряд ядра.



Пьер Кюри

Мария Складовская Кюри

В 1900 г. немецкий физик М. Планк (1858-1947), исходя из законов теплового излучения, выдвинул гениальное предположение, что элементарные излучатели – атомы – могут отдавать свою энергию электромагнитному полю (т.е. излучать свет) только дискретными порциями – квантами.

В 1905 г. А. Эйнштейн (1879-1955), развивая квантовую теорию, выдвинул мысль о том, что свет представляет собой совокупность элементарных световых "частиц" – фотонов, или квантов света. Эйнштейн ввел представление о дискретной (квантовой) структуре поля излучения, что позволило сразу же объяснить целый ряд физических явлений – законы фотоэффекта, люминесценции, фотохимические закономерности.

Эрнст Резерфорд

Альберт Эйнштейн

Исходя из этих представлений, датский физик Н. Бор в 1913 г. сформулировал в виде постулатов новые законы движения электронов в атоме (движение электронов только по "дозволенным" орбитам, излучение порции света – фотона – только при переходе электрона с одной "дозволенной" орбиты на другую). Несмотря на свою противоречивость, теория Бора дала объяснение ряду оптических, химических и иных явлений.

Важнейшим обобщением развития всей физики рассматриваемого периода, прежде всего теории поля и теории электронов была теория относительности, создавшая новые физические представления о пространстве, времени и тяготении. Создание этих новых представлений, подготовленное всем ходом развития науки, связано с именем А. Эйнштейна. Эта теория была изложена им в 1905 г. (специальная теория относительности) и в 1916 г. (общая теория относительности).

Общая теория относительности Эйнштейна является основой для изучения космологических проблем, а специальная теория

относительности света является одной из основ всей современной физики, основой для исследования атома, ядра и элементарных частиц. По масштабу переворота, совершенного Эйнштейном в науке, его можно сравнить с Ньютоном.

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

36. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Рост применения электричества

Характерной особенностью развития техники после первой мировой войны является быстро растущее применение электричества во всех отраслях техники. На протяжении XX в. выработка электроэнергии постоянно растет. С 1900 по 1957 г. выработка электроэнергии в капиталистических странах выросла почти в 100 раз. В 1900 г. во всем мире было выработано 15 млрд. квт-ч электроэнергии, в 1913 г. выработка электроэнергии составили уже 35-40 млрд. квт-ч. Перед второй мировой войной (1938 г.) выработка электроэнергии достигла 456 млрд. квт-ч. После второй мировой войны производство электроэнергии продолжало расти. В 1950 г. было выработано 950 млрд. квт-ч, в 1952 г. – 1017 млрд. квт-ч, в 1954 г. – 1346 млрд. квт-ч, а в 1957 г. только в капиталистических странах было выработано 1470 млрд. квт-ч, причем почти половина ее приходилась на долю США.

Рост выработки электроэнергии обусловил серьезные сдвиги в производстве и решении проблемы использования электричества во всех областях материальной жизни общества.

Если на первых этапах развития электротехники электричество использовалось в основном лишь для освещения, то затем во все большем количестве начинает употребляться на силовые нужды в промышленности. Растет значение электроэнергии на транспорте, в сельском хозяйстве, в металлургии и, наконец, в химической промышленности. В 1945 г. в США для освещения расходовалось 7,74% всей произведенной электроэнергии, в силовых двигателях – 63,24, в электропечах – 13,67, для электролитических процессов – 13,13% электроэнергии, прочие расходы составили 2,22%. В 1955 г. промышленность США потребовала более половины произведенной в стране электроэнергии.

Огромный рост применения электричества в промышленности был подготовлен спросом всех отраслей производства на новый, более совершенный современный двигатель, на новую технологию в металлургии и химии. Электроэнергия преобразила технологические процессы в химической и металлургической промышленности и во многих других отраслях производства. Электричество в XX в. стало наиболее универсальным видом энергии в технике.

Повышение экономичности электростанций

В начале XX в. по мере все расширяющегося электростроительства в ряде стран появляются так называемые районные тепловые электростанции (РЭС), на которых централизуется выработка электроэнергии для нужд целых районов с их световой и производственной нагрузками. Распространенные до появления районных электростанций городские станции обслуживали обычно отдельные районы города, ту или иную отдельную группу предприятий или жилые кварталы с бытовым потреблением; некоторые станции вырабатывали энергию для нужд городского транспорта (трамвай). Появление РЭС означало, прежде всего, тенденцию к повышению экономичности методов получения электроэнергии (т.е. работы электростанций), причем этому в огромной степени способствовало введение в практику мощных турбогенераторов.

Уже к началу 30-х годов мощность отдельных тепловых станций в ряде случаев превышала 0,5 млн. квт при единичной мощности агрегатов до 150-200 тыс. квт. Ныне стало обычным, что мощность тепловых районных электростанций составляет несколько сотен тысяч киловатт. Современные мощные электростанции достигают громадных размеров. Пролет машинного зала главного корпуса станции составляет 30-50 м, длина – более 200 м, высота – 40-50 м.

Большой объем капитального строительства делает крайне важным вопрос о снижении стоимости и ускорении сроков строительства электростанций. Это достигается широким использованием

сборного железобетона, индустриальных методов строительства, тщательной продуманностью проекта станций.

Повышение экономичности тепловых электростанций сопровождается ростом их мощности и органически связано с повышением технических параметров теплосилового оборудования. Если в 1900-1910 гг. единичная мощность паротурбинного агрегата крупной электростанции составляла не более 10-25 тыс. квт, то в 1950 г. она достигла 100-150 тыс. квт. Путем повышения давления и температуры водяного пара, поступающего в турбины, достигается повышение экономичности тепловых электростанций за счет уменьшения удельного расхода пара в турбине (т.е. уменьшение удельного расхода тепла на квт-ч).

В настоящее время на тепловых электростанциях широко распространены теплосиловые установки с начальными параметрами пара 90 атм, 535°. В современных паротурбинных установках КПД вырос до 25-30% по сравнению с 4-5% на первых электростанциях и 9-11% в начале 20-х годов. В паротурбинной установке с давлением пара в 30 атм. общий КПД составляет 23-25%, в установках с давлением в 100 атм. – 30%, а при 170 атм. – до 34-38%.

Вместе с тем дальнейшее повышение давления и температуры пара вызывает ряд технических трудностей, в частности падает эффективность работы в специальных пароосепарационных устройствах котлов, с помощью которых в обычных условиях устраняется возможность отложения солей на рабочих органах турбин. Тем не менее, все преимущества работы на высоких параметрах пара настоятельно диктуют необходимость дальнейшего научно-технического прогресса в этой области (и, прежде всего в металлургии стали).

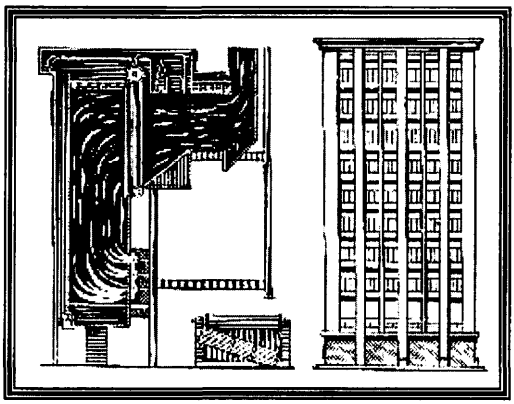
В повышении экономичности тепловых станций большую роль сыграло развитие топочно-котельной техники: переход к мощным котлоагрегатам, новым методам сжигания большого количества тепла, широкой механизации процессов подачи и приготовления некоторых видов топлива. К 30-м годам в технологии сжигания топлива начинается переход к крупным котельным топкам (с водяным экраном) для сжигания твердого топлива в пылевидном

состоянии. В настоящее время крупные электростанции сжигают распыленный уголь, который остается основным топливом для выработки электроэнергии. В 40-х годах на электростанциях появились прямоточные паровые котлы, а также новые виды топок, в которых достигнуто эффективное сжигание дробленого угля.

Характерным направлением электрификации является развитие теплофикации и создание теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Переход от чисто конденсационных электростанций к ТЭЦ наряду с процессом повышения начальных параметров пара является крупнейшим сдвигом в области повышения экономичности всей паротурбинной установки. ТЭЦ вырабатывает наряду с электроэнергией тепло для производственных и коммунально-бытовых нужд за счет того, что тепло пара, отработавшего в турбине или только в части ступеней турбины, используется затем в отопительных системах зданий или применяется в технологических процессах некоторых производств. В современных крупных ТЭЦ используются обычно турбогенераторы в 25 и 50 тыс. квт с тенденцией к повышению до 100 тыс. квт.

В развитии теплофикации можно наметить три исторических этапа: первый этап характеризуется наличием обособленных электростанций и отдельных установок для удовлетворения теплового потребления; второй – появление (в начале XX в.) местных фабрично-заводских и коммунальных теплоэлектрических станций, а также районных котельных и третий – строительством районных ТЭЦ.

Одной из характерной черт развития современной электроэнергетики является повышение роли гидроэлектростанций, которые экономичнее наиболее современных тепловых электростанций. Стоимость электроэнергии, выработанной на гидроэлектростанциях, почти в 3-4 раза ниже, чем на тепловых станциях, однако первоначальные затраты на сооружение ГЭС выше (в основном за счет большого объема строительным – земляных и бетонных – работ). Тепловые электростанции обладают на современном этапе развития решающим преимуществом – более короткими сроками строительства при меньших капитальных затратах на единицу вновь вводимой мощности.

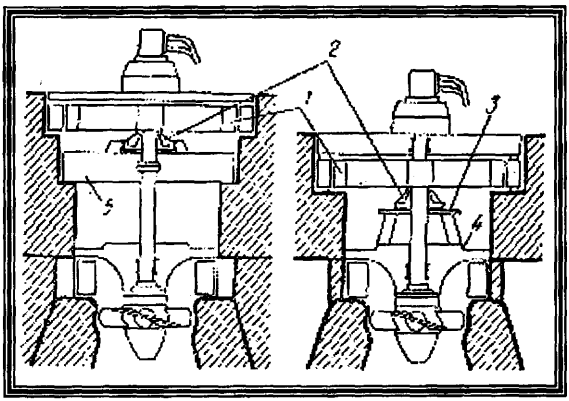


Паровые котлы новейшего и старого типа в сравнении с современным зданием

Строительство гидроэлектростанций приобретает особое значение в связи с тем, что дешевая водная энергия позволяет экономить ценные сорта ископаемого топлива. Для стран, бедных углем, но имеющих водные ресурсы, этот вопрос является решающим для прогресса всех отраслей техники.

На протяжении XX в. в энергетическое хозяйство внедряется все более и более совершенное оборудование, происходит развитие паровых турбин, растет их мощность. Экономичность новых установок постоянно повышается путем использования рациональных тепловых схем, а также путем совершенствования всего вспомогательного оборудования паротурбинных станций (подогревателей, испарителей, эжекторов, питательных насосов и др.).

Вот уже более полувека турбина является универсальным двигателем для привода электрических генераторов электростанций. И хотя за последние три-четыре десятилетия основные системы паровых турбин мало изменились (в них вносились лишь некоторые усовершенствования), однако в огромной степени увеличились единичные мощности агрегатов, большое применение получили турбины специального назначения. Уже к началу 30-х годов мощность паровой турбины почти в 200 раз повышала мощность турбины 1900 г. В настоящее время наряду с турбинами мощностью до 200-250 тыс. квт создаются турбины мощностью в 300-350 квт и намечается создание агрегатов мощностью в 500-600 тыс. квт.



Турбогенератор Камской ГЭС

По характеру теплового процесса помимо конденсационных турбин выделяются специальные турбины – с противодавлением и промежуточным отбором пара. Специальные турбины стали появляться в основном с 20-х годов для установок комбинированной выработки электроэнергии и тепла (впоследствии – ТЭЦ).

На современных электростанциях применяются и предвключенные турбины – с высоким начальным давлением пара и высоким противодавлением, когда отработавший в них пар поступает в обычные турбины, а также турбины высокого давления с промежуточным (вторичным) перегревом пара (перегреву подвергают пар из промежуточной ступени турбины), чисто реактивные турбины, паротурбинные установки с применением ртутно-водяного бинарного цикла и, наконец, транспортные турбины (в основном судовые).

Электрические сети и системы

Районные электростанции обычно работают параллельно между собой – на общую электросеть – и объединяются в отдельные крупные энергетические системы. Крупные гидроэлектростанции являются важнейшим элементом энергетической системы, которая сама по себе является совокупностью электростанций и электри-

ческих сетей. Следует отметить, что гидроэлектростанции целесообразно использовать в системе для снятия "пиков" суточного графика загрузки. Объединение электрических станций осуществляется районными электросетями, а объединение энергосистем в единую энергетическую систему – единой высоковольтной сетью. Электросеть связывает эти электростанции между собой и с потребителями энергии.

Объединение электростанций общей высоковольтной сетью в единую систему имеет большие технические и экономические преимущества и играет первостепенную роль в развитии электрификации всех стран.

Начало развитию электросетей было положено в начале XX в. созданием линии распределительной сети районных станций напряжением 6-35 ква. Это подготовило почву для перехода к электропередачам более высокого напряжения, и уже в 1907 г. в США имелась линия напряжения в 110 кв. Первая в Европе линия электропередачи на 110 кв была создана в 1912 г. в Германии. В 1922 г. в США была построена линия электропередачи напряжением в 220 кв. К 1927 г. общая протяженность высоковольтных электролиний (напряжением от 13 до 220 кв) составила в США около 80 тыс.км., однако эти линии отличались крайним разнообразием применяемого вольтажа. В 1922 г. в Советском Союзе была впервые создана линия электропередачи напряжением 110 кв (линия Шатурская РЭС – Москва). Все эти электролинии работали на переменном токе.

Начиная с 30-х годов достигнуты значительные успехи в строительстве электросистем. В Англии в 1936-1937 гг. в основном была закончена и введена в эксплуатацию единая высоковольтная сеть (так называемая "Грид") общей протяженностью около 8 тыс. км. К этой сети были присоединены электростанции мощностью примерно в 9 млн. квт. В 1946 г. "Грид" включала 142 электростанции с установленной мощностью уже в 11,6 млн. квт, а в 1951 г. – 289 станций мощностью в 14,5 млн. квт. В 1957 г. мощность объединенной энергосистемы Англии превысила 20 млн. квт.

В США до второй мировой войны протяженность электросетей напряжением в 100 кв и выше составляло около 60 тыс. км, а напряжением в 33 кв и выше – более 200 тыс. км. К середине 40-х годов максимальное напряжение на линиях электропередач в США составляло 287 кв. Энергетическое хозяйство США по существу не имеет единой энергосистемы. Мощность крупнейших систем достигает 8-10 млн. квт, а установленная мощность объединенно работающих электроэнергетических систем в 1955 г. составляла примерно 80 млн. квт. В Швеции с 1952 г. действует линия электропередачи длиной около 960 км, напряжением в 380 кв. В 1960 г. максимальное напряжение на зарубежных линиях электропередач не превышало 380 кв.

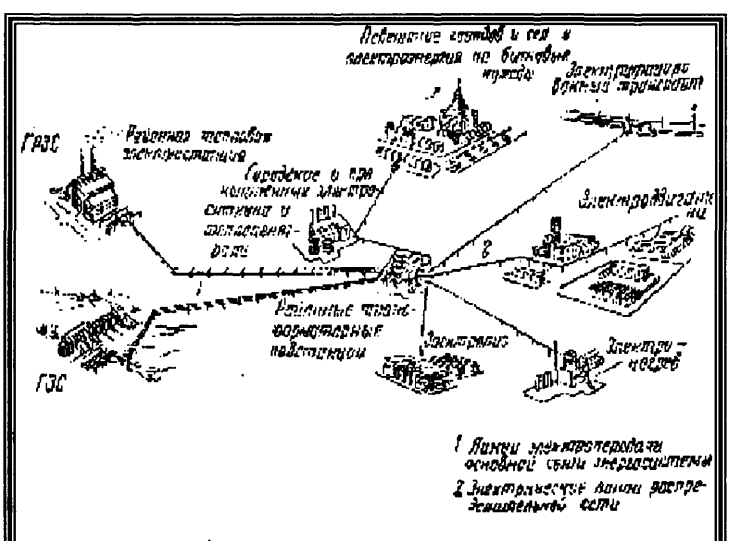
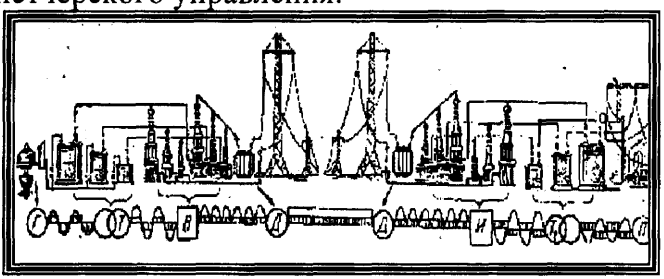


Схема энергетической системы

Протяженность электросети напряжением от 90 кв и выше на 1000 км^2 территории в среднем составляет: во Франции – 39 км, в Англии – 30,1 км, в США – 16,5 км.

Следует подчеркнуть, что электроэнергетика является областью, где автоматизация и телемеханизация управления и контроля дают чрезвычайно высокий технико-экономический эффект. Поэтому телемеханизация наряду с автоматизацией систем в

электроэнергетике получает широкое развитие. Одним из важных средств улучшения эксплуатации энергетических систем явилось широкое введение диспетчерских пунктов, оборудованных новейшими средствами автоматики и телемеханики. Все более быстрое и эффективное развитие средства телемеханизации получили вначале в первых крупных энергетических гидротехнических установках, а затем при объединении электрических установок в энергосистемы и организации централизованного диспетчерского управления.



Принципиальная схема линии передачи постоянного тока высокого напряжения на дальнее расстояние
Г – генератор электроэнергии (переменный ток); Т – трансформаторы; В – выпрямители; Д – сглаживающий дроссель (реактор); T_1 – трансформаторы, понижающие напряжение; П – потребители электроэнергии

К середине XX в. наибольшее развитие телемеханика получила в энергетических системах, где осуществляется управление (и контроль) комплексом электростанций, подстанций, линий электропередачи с центрального диспетчерского пункта с помощью телемеханической аппаратуры. Телемеханизация позволяет управлять на расстоянии насосами шлюзов, устанавливать автоматические связи между агрегатами или установками, расположенными на расстоянии друг от друга (например, агрегатами ГЭС) и т.п.

Главной частью телемеханики является телеуправление, позволяющее быстро изменять режим работы электростанций при изменении режима отдельных крупных объектов энергосистемы. Первые телемеханические устройства в этой области появились в Европе и США в 20-х годах. До недавнего времени в Англии 132 мощных электростанций, 230 подстанций и все связывающие их

основные магистральные электролинии управлялись из 7 диспетчерских пунктов. В США в начале 1955 г. был включен в эксплуатацию новый диспетчерский пункт Северо-западной электросистемы.

Электрическая тяга

С самого начала нашего века электроэнергия все больше широко используется на железных дорогах, являющихся важнейшим видом транспорта XX в. Протяженность железных дорог за последние полвека возросла примерно вдвое. Паровоз, верно служивший свыше 100 лет, на протяжении нашего века все более уступает место новым, более мощным и экономичным локомотивам, в частности электровозам. Если у паровоза эффективный коэффициент полезного действия практически составляет 4-5% и превышает 6-8%, а общий КПД ниже 10%, то КПД электровозов (при получении электроэнергии от тепловой электростанции) достигает 16-19%, причем коэффициент полезного действия электровоза значительно повышается при использовании энергии ГЭС.

В результате роста выработки дешевой электроэнергии, поступающей с крупных энергосистем, в XX в. были созданы необходимые предпосылки для широкого внедрения электрической тяги на железных дорогах. На электрифицированных железных дорогах источником энергии является обычная электростанция, а локомотив-электровоз получает электроэнергию извне при помощи контактной сети и токоприемников. Одним из достоинств электротяги и важным резервом экономии электроэнергии при ней является рекуперация (возвращение) электрической энергии в электросеть.

В 20-х годах начинается электрификация железных дорог в США, Франции, Италии, Германии, а также в СССР, но в целом электрифицированных железных дорог в это время было немного (да и сейчас доля электрифицированных железных дорог в общей мировой их сети составляет примерно 4%).

С конца 900 годов в некоторых странах начинает устанавливаться своя основная система тока для электротяги, причем особенное значение приобретает система однофазного тока понижен-

ной частоты, постоянного тока и отчасти трехфазного тока. В 1920 г. в США железные дороги были электрифицированы с применением в основном постоянного тока напряжением 1500 в (и отчасти до 3000 в). Во Франции была принята система постоянного тока, в Италии – трехфазного тока напряжением в 3000-4000 в. В Германии, Швеции, Швейцарии, Норвегии в 20-х годах на электрифицированных железных дорогах использовался также однофазный ток пониженной частоты напряжением до 15 кв.

В первые годы после внедрения электрической тяги система постоянного тока, полностью себя оправдав, получила наибольшее распространение. В настоящее время более 67% электрифицированных магистральных железных дорог мира работают на постоянном токе. Но рост грузооборота железных дорог, необходимость повышения скорости движения поездов потребовали разработки более эффективной системы тяги, прежде всего на основе использования преимуществ переменного тока промышленной частоты и повышенного напряжения. Применение переменного тока значительно сокращает расходы на сооружение тяговых подстанций ввиду уменьшения их числа и упрощения оборудования, а также уменьшает эксплуатационные расходы железных дорог и приводит к экономии цветных металлов за счет уменьшения сечения проводов контактной сети.

Хотя впервые электрификация железнодорожных линий на однофазном токе промышленной частоты была осуществлена в Венгрии еще в 1934 г., лишь в последние годы наметился переход на чрезвычайно прогрессивную систему тяги на однофазном токе промышленной частоты напряжением в 20000–25000 в. В этом случае тяговые двигателя электровоза могут работать на постоянном токе пониженного напряжения, причем трансформирование и преобразование тока производятся на подстанциях, а на установках, включенных в электрическую схему самого электровоза.

Успехи электровозостроения в значительной степени связаны с прогрессом в области создания электродвигателей и преобразователей тока. В 50-х годах все начинают применяться полупроводниковые силовые выпрямители. В конце 1955 г. впервые в Англии на опытном участке однофазного тока промышленной частоты была испытана электросекция с германиевыми выпрямителями

(мощность выпрямителя – 750 квт). В этом же году в Англии был создан первый силовой (германиевый) выпрямитель, рассчитанный на 1 тыс. квт, и запроектирован выпрямитель до 18 тыс. квт.

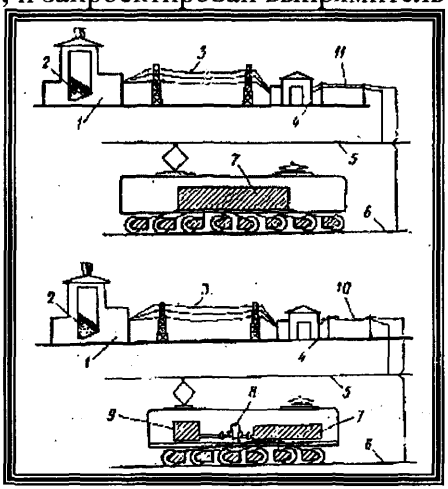


Схема электровозной тяги на переменном (вверху) и постоянном токе: 1-2 – электростанция; 3 – высоковольтная линия электропередачи переменного тока; 5 – контактный провод; 6 – рельсы; 7 – аппараты управления; 8 – ртутный выпрямитель; 9 – понижающий трансформатор; 10 – однофазный переменный ток; 11 – постоянный ток

В последние годы все больше применяются мощные полупроводниковые выпрямители на основе кремния. Эти выпрямители отличаются высоким КПД (99,6%). Они позволяют выпрямлять переменный ток значительной мощности напряжением более 500 в. Большое количество различных кремниевых выпрямителей в настоящее время выпускается, например, фирмой "Сименс-Шукерт" (ФРГ).

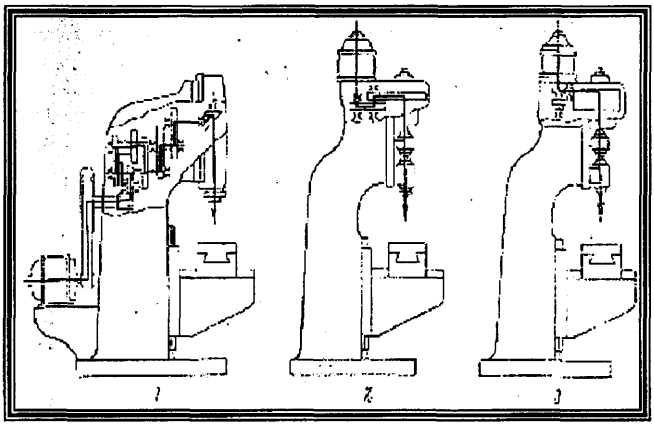
Совершенствование электропривода и внедрение электроэнергии в технологические процессы производства

С начала XX в. в силовом аппарате производства происходит расширение сферы применения электропривода, являющегося основой комплексной механизации и автоматизации производственных процессов в промышленности.

В области электрификации рабочих машин крайне важным является развитие электропривода, внедрение наиболее совершенных типов электроприводов: переход к одиночному (индивидуальному) и – главное – многодвигательному электроприводу с широко развитой системой регулирования и автоматики. В том случае, когда каждый рабочий орган единой машины приводится в движение отдельным электродвигателем, основой развития электропривода является развитие автоматического управления его работой. Многодвигательный электропривод, обеспечивающий автоматическое выполнение производственных операций и согласование отдельных движений, т.е. автоматизированный электропривод, получил огромное распространение, ибо за счет более точного и плавного регулирования скорости повышается производительность станка и облегчается труд рабочих.

Именно в связи с развитием автоматики в качестве регуляторов тока широкое распространение получили генераторы постоянного тока. Большое значение при этом имело распространение регулируемого электропривода постоянного тока, питаемого от отдельного генератора (система "генератор-двигатель") или от ионного преобразователя, например ртутного выпрямителя (система "ионный преобразователь – двигатель"). Исследования в этой области начались в 90-х годах XIX в. В дальнейшем они привели к значительному упрощению кинематики производственных машин и уменьшению числа узлов трения между электродвигателем и рабочим органом.

С широким развитием систем автоматического регулирования большое распространение получили так называемые электромашинные регуляторы, или усилители, – ЭМУ, являющиеся одним из важнейшим элементов систем автоматизированного электропривода. Все шире стали применяться электронно-ионные (ламповые), затем магнитные, а в последние годы полупроводниковые усилители. С помощью малых мощностей эти усилители позволяют управлять крупными механизмами. Электромашинные усилители (ЭМУ) начали распространяться в конце 30-х годов и в настоящее время широко используются в промышленности.



Упрощение кинематической схемы сверлильного станка:
1 – применение нерегулируемого двигателя и механического регулирования скорости станка; 2 – электромеханическое регулирование скорости; 3 – электрическое регулирование скорости в случае применения регулируемого двигателя постоянного тока

Наконец, надо отметить быстрое развитие малых электродвигателей мощностью менее 0,5 л.с. и микродвигателей мощностью 0,001-0,0005 л.с. За последние годы особенно развилась область специальных малых двигателей для нужд автоматики, авиации, счетно-решающих устройств, а также для бытовых электроприборов (например, электробритв).

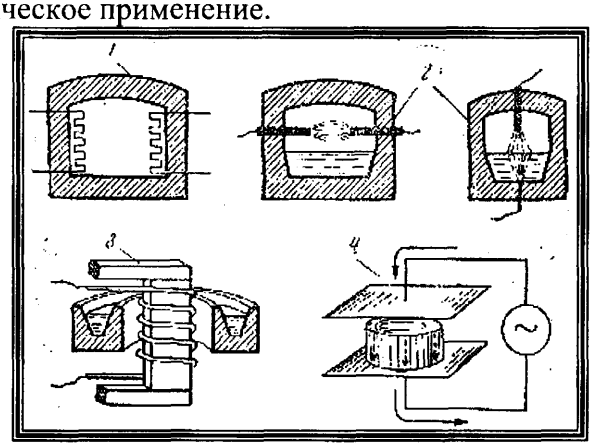
Внедрение электричества идет по линии обработки деталей и изделий (применение индукционного нагрева в сочетании с механической обработкой с помощью токов высокой частоты, анодно-механическая обработка металлов, электрохимический и электроискровой способы обработки металлов и др.).

Для нагрева металла в жидкой среде при химической или химико-термической обработке (закалке, отпуске и др.) применяются ванные печи, в которых нагрев среды и поддержание заданной температуры можно осуществлять с помощью электричества (внутренний обогрев ванной печи). Преимущества электронагрева – хорошее использование тепла, возможность достижения наивысших температур, удобства регулирования температуры ванны, возможность получения чистого металла. Нагрев металла с помо-

щью электричества нашел широкое применение в технике как при механической (в основном давление), так и при термической обработке. Большой интерес представляют электрические печи (ферросплавные, сталеплавильные, термические и др.), которые сейчас широко используются в металлургии. Емкость электроплавильных печей достигает 180 т, а мощность – до 34000 квт в одном агрегате.

Идея использования электрического тока для плавки металла возникла давно – в самом начале XIX в. Но условия для внедрения электричества в металлургию сложились лишь в XX в., когда строительство экономичных тепловых электростанций и особенно гидроэлектростанций способствовало резкому снижению стоимости электроэнергии. С другой стороны, в XX в. резко возрос спрос на легированную сталь.

Впервые электрическая энергия начинает применяться в печах в качестве источника тепла во Франции в 90-х годах XIX в. В 1898-1899 гг. изобретатели Э. Стассно в Италии и П. Эру во Франции создали вполне работоспособные дуговые печи для плавки стали, а также для рудовосстановительной плавки, получившие затем широкое практическое применение.



Способы электронагрева и типы электропечей:
1 – печь сопротивления;
2 – дуговые печи;
3 – индукционная печь;
4 – схема электронагрева в поле конденсатора

Особый интерес индукционные электропечи, в которых тепло выделяется в нагреваемом материале в результате возбуждения в нем вихревых токов (если материал – электрический проводник) или за счет диэлектрических потерь (если материал – диэлектрик).

Выделение тепла в материале, вызванное переменными магнитными и электрическими полями, было известно еще в XIX в. Долгое время с этим явлением боролись. Однако в нашем веке эти, казалось бы, совершенно не желательные, явления удалось не только использовать в технике для определенных целей, но при этом и и значительно усилить. В результате был получен новый метод технологического нагрева, в значительной мере обусловленный развитием техники высоких частот – в основном радиотехники. Потребность в новых, высокопрочных и специальных сталях стимулировало развитие новых методов термообработки, в частности поверхностной закалки, а также плавки металлов. Широкое применение в ряде отраслей народного хозяйства получил индукционный нагрев различных неметаллических изделий и материалов (например, сушка древесины и керамики токами высокой частоты).

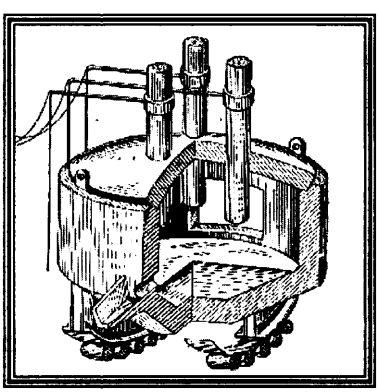


Схема электропечи П. Эру

За годы после второй мировой войны в промышленной электротермии появилось новое направление, связанное со все более широким применением нагрева диэлектриков (а также полупро-

водников) в электрическом поле – диэлектрический нагрев. В этом случае нагреваемый материал находится в электрическом поле конденсатора, к которому подведено напряжение высокой частоты; токи в материале вызывают выделение в нем тепла и его нагрев. Такой нагрев используется при скоростной сушке древесины, бумаги, пряжи, зерна, для склейки древесины, сваривания и прессования пластмасс, вулканизации каучука и т.д.

Наконец, в области применения токов высокой частоты следует отметить перспективы перехода транспорта на систему бесконтактного наземного высокочастотного электротранспорта.

Одним из важнейших применений электричества в XX в. является электросварка. В 1927 г. Д. Дульчевским был разработан способ дуговой электросварки меди под слоем порошкообразного горючего вещества (флюса), что легло в основу разработанного позднее в СССР способа автоматической сварки. В 1932 г. К.К. Хреновым был разработан способ подводной электродуговой сварки и резки металлов. Перед второй мировой войной в результате работ академика Е.О. Патона была освоена и внедрена в промышленность автоматическая скоростная сварка под слоем флюса, ныне получившая широкое применение в промышленности.

За последние 40-50 лет электроэнергетическая техника претерпела большие качественные и количественные изменения. Неизмеримо увеличились мощности электростанций. Важнейшее значение приобрели крупнейшие ГЭС. Широкое развитие получили электрические сети и энергетические системы. В десятки раз увеличились единичные мощности турбогенераторов тепловых электростанций. Получили полное развитие теплофикационные установки. Автоматика проникла как в область производства электроэнергии (например, централизованное управление гидростанциями), так и в область ее использования (усовершенствование электропривода). Быстро растет применение электричества непосредственно в технологических процессах производства. Например, созданы первые мощные атомные электростанции. Вместе с тем электрическая энергия стала широко использоваться и в быту.

37. ПРИМЕНЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В АВТОТРАНСПОРТЕ, АВИАЦИИ, РАКЕТОСТРОЕНИИ

Значение и краткая характеристика двигателей внутреннего сгорания

Наряду с широчайшим распространением электричества, электрических двигателей характерной особенностью техники XX в. является исключительно быстрое развитие двигателей внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания, послуживший основой для возникновения целого ряда новых отраслей промышленности – автомобильной, тракторной, авиационной, а также основой механизации сельского хозяйства и строительства, – идеально отвечал насущным потребностям развития техники. Наконец, двигатель внутреннего сгорания позволил приступить к созданию космических кораблей-спутников.

Это тепловые двигатели, в которых сжигание топлива в отличие от паровых машин происходит в специальных камерах самого двигателя (в рабочем цилиндре), а работа расширения продуктов сгорания воспринимается поршнем. Поршневые двигатели внутреннего сгорания можно подразделить на две основные группы.

Первая группа – так называемые двигатели низкого сжатия, для которых обязательно искусственное (постороннее) зажигание рабочей смеси в цилиндре. Здесь основное значение получили так называемые карбюраторные двигатели – автомобильные и отчасти авиационные, – работающие на легком топливе (главным образом бензине).

Вторая группа – двигатели высокого сжатия, где зажигание рабочей смеси происходит за счет высокой температуры, развивающейся при сжатии воздуха (самовоспламенение топлива). Эти двигатели обычно работают на тяжелом топливе. Исторически они начали широко применяться позже двигателей низкого сжатия. Двигатели высокого сжатия распадаются на две группы – ком-

прессорные, в которых пневматическое распыление топлива обеспечивается при помощи компрессора, подающего воздух с давлением 50-60 атм, и бескомпрессорное (исторически появившееся позднее первых), в которых механическое распыление топлива осуществляется под давлением 200-600 атм и больше.

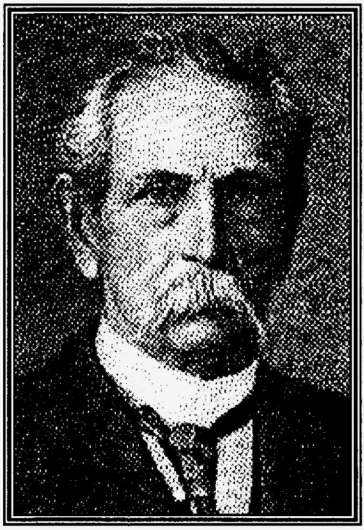
Дизельные двигатели - двигатели с воспламенением от сжатия, работающие на тяжелом жидком топливе, – получили распространение на кораблях, а также на локомотивах железных дорог – тепловозах. К 1912 г. в Дании был построен первый корабль с дизельным двигателем – "Зеландия" водоизмещением 7 500 т. За десять лет, с 1918 по 1928 г., мировой тоннаж кораблей с дизельными двигателями возрос в 10 раз, причем в 1927 г. уже строились больше дизельных кораблей, чем паровых. К середине XX в. теплоходы составляли более 30% мирового тоннажа торгового флота. Половина грузовых и вспомогательных судов в настоящее время строятся с дизельными двигателями, мощность которых достигает 3 тыс.л.с. Бескомпрессорные двигатели на нефтяном топливе с успехом стали применяться на сухопутных транспортных (в том числе военных) средствах.

Долгое время попытки создать тепловоз заканчивались неудачей. Трудности заключались в поисках надежного способа передачи энергии от двигателя на ведущие оси колес. Этот вопрос был успешно разрешен лишь в 1924 г., когда ленинградскими заводами по проекту советского ученого Я.М. Гаккеля был построен первый мощный линейный тепловоз с использованием электрической передачи между группой, включающей генератор и двигатель, и тяговыми двигателями, находящимися на осях тепловоза. В тепловозе, таким образом, вращающий момент от вала двигателя передавался движущим осям через электрическую систему передачи. На тепловозе Гаккеля работал четырехтактный нереверсивный десятицилиндровый бескомпрессорный двигатель мощностью в 1 тыс. л.с., делавший 395 оборотов в минуту. Тепловоз имел также два генератора постоянного тока и тяговые двигатели. Пуск дизеля осуществлялся от аккумуляторной батареи при помощи одного из генераторов, а обратный ход – путем электрических переключений.

Развитие автомобильной и некоторых других областей техники на базе двигателей внутреннего сгорания

Развитие двигателей внутреннего сгорания связано с исключительно бурным развитием тех отраслей техники, в которых эти двигатели в основном применяются, – в первую очередь с автомобильной техникой и особенно с авиацией. С одной стороны, появление бензинового карбюраторного двигателя было важнейшей предпосылкой для создания и последующего развития автомобиля, а с другой стороны, именно автомобиль, выдвигая свои требования к новому двигателю, способствуя его дальнейшему совершенствованию, и подготовил двигатель внутреннего сгорания к использованию в авиации.

Готлиб Даймлер



Карл Бенц

История автомобильной техники, история автомобиля, начинается в 1885 г. с создания одноместной моторной повозки немецкого изобретателя Г. Даймлера, приводимой в действие бензиновым мотором. В 1886 г. Даймлер построил первый четырехколесный двухместный автомобиль, на котором ему удалось развить скорость до 18 км/час. Почти одновременно с Даймлером немецкий

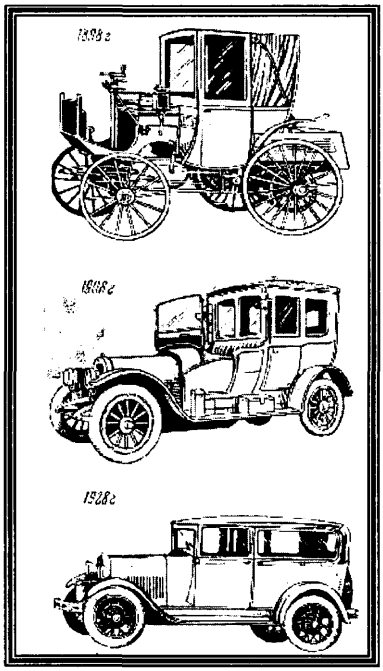
инженер К. Бенц создал в начале 1886 г. трехколесный автомобиль, развивавший скорость до 12-15 км/час.

К началу войны 1914-1918 гг. во всех странах было уже 1,9 млн. автомобилей. После первой мировой войны началось бурное развитие автомобильной промышленности и к 1950 г. в мире уже 46 с лишним миллионов автомобилей.

Автомобилестроение предъявляло огромный спрос на различного рода материалы и, можно сказать, сформировало целый ряд новых отраслей производства, удовлетворяющих запросы автомобильной промышленности. Развиваясь, автомобильная промышленность втянула в свою сферу другие отрасли промышленности.

Развитие автомобиля связано, прежде всего, с совершенствованием применяемых двигателей, и это уже понимали конструкторы первых автомобилей. Первые карбюраторы были сконструированы еще в 70-х годах. Затем появляются более совершенные карбюраторы поплавкового типа. В конце 1880-х годов была разработана теория катушки зажигания, а также создано первое магнето (Р. Бош в Германии). В 900-х годах начинает осуществляться переход к более совершенной системе электрического зажигания рабочей смеси, появляются механизмы и устройства для легкого пуска в ход автомобильного двигателя и в 1910 г. в США инженер Ч. Кеттеринг разработал конструкцию электрического стартера. Наряду с водяным охлаждением стенок цилиндров и головок двигателя в дальнейшем частично стали применять и воздушное охлаждение.

Применение бензинового двигателя хотя и явилось решающей предпосылкой для возникновения автомобиля, но первые механические повозки Даймлера и Бенца нельзя было назвать современным автомобилем. Машина Даймлера 1885 г. была грубым сочетанием нового двигателя с примитивным самокатом. В 1886 году Даймлер установил такой двигатель на обыкновенную четырехколесную пролетку (повозку). Бенц конструировал свои первые автомобили трехколесными. По существу это было объединение извозчичьей пролетки с велосипедом. Переднее колесо без всяких рессор Бенц взял от велосипеда, а два задних – вместе с рессорами и осью – от пролетки.



Легковые автомобили 1898 - 1928 гг

В конце XIX и начале XX в. в результате работ инженеров и изобретателей многих стран был создан автомобиль современного типа, причем в нем было использовано все, что было создано техникой в различных ее областях. Кузов, рама и рессоры были заимствованы у пролеток, рулевое управление и шины (а также цепная передача – привод первых автомобилей) – у велосипеда.

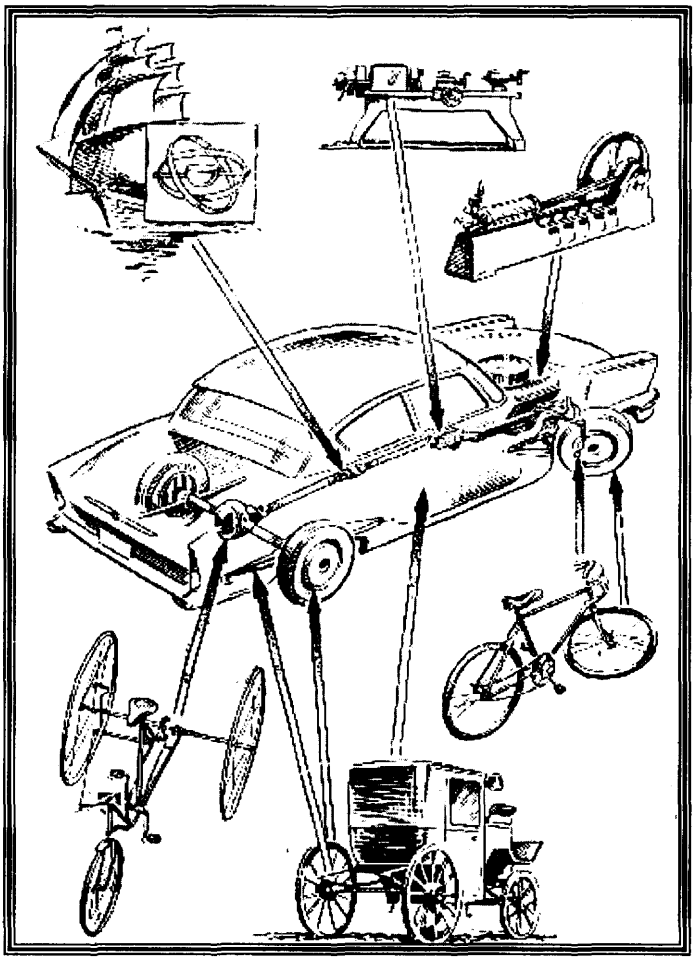
Важную роль в создании автомобиля сыграло изобретение во второй половине 40-х годов XIX в. резиновых сплошных шин и особенно (примерно через 50 лет после этого) пневматических шин с протектором и внутренней камерой (на основе работ английских изобретателей Р.У. Томпсона в 1845-1847 гг. и Дж. Б. Дэнлопа в 1884-1888 гг.). Коробку скоростей (передач), если не считать первых предложений Кулибина, заимствовали у металлорежущих станков. От первых паровых автомобилей был взят

дифференциал, позволяющий обеспечивать различную скорость ведущих колес, необходимую при поворотах машин.

В конце XIX в. потребность в транспорте не только для перемещения людей, но и для перевозки грузов к станциям, портам и другим пунктам, откуда можно было дальше отправлять грузы по железной дороге или водным путям, стало особенно острой. Это усиливало интерес к автомобилю. Потребность в автомобилях быстро росла, и в 1890 г. во Франции было создано одно из первых автомобилестроительных предприятий. В том же году Даймлером была основана компания по производству автомобилей. По мере развития производства, мощность выпускаемых этой компанией автомобилей все время росла. За 10 лет она увеличилась с 9-12 до 30 и даже 40 л.с. В 1900 г. здесь был создан автомобиль марки "Мерседес", приближающийся в основных чертах по конструкции и форме к легковым современным автомобилям. В 1899 г. был построен автомобильный завод в Италии, в Турине, выпускавших вначале автомобили "Фиат" в 3,5 и 8 л.с. Быстрый рост производства автомобилей здесь начался в годы первой мировой войны. В день на этом заводе выпускалось до 100 автомобилей (с четырехцилиндровыми двигателями мощностью до 50-60 и даже 100 л.с.), а также тракторы и самолеты.

В США первый автомобиль был выпущен в 1903 г. на небольшом заводе, принадлежащем Г.Форду. Это была машина с двухцилиндровым двигателей мощностью 8 л.с. (модель "А"). Производство автомобилей на заводе Форда быстро росло. В 1908-1909 гг. на нем было освоено производство автомобилей новой модели – модели "Т" (модель "Т" выпускалась до середины 1927 г.), и в 1915 г. с конвейера сошел уже миллионный автомобиль. К этому времени на автомобильных заводах Форда в Детройте выпускалось до 250 тыс. автомобилей в год.

В течение полувека происходит непрерывный процесс изменения компоновки и формы автомобиля, что улучшило его эксплуатационные качества. Улучшались и конструкции автомобильных двигателей.



Происхождение некоторых узлов и механизмов автомобиля

Одним из основных показателей качества автомобильного двигателя явилось повышение степени сжатия горючей смеси перед ее зажиганием, т.е. отношение объема цилиндра при крайнем нижнем положении поршня к объему цилиндра при крайнем верхнем положении поршня (в конце сжатия). Увеличение такого сжатия увеличивает и мощность двигателя. Повышение степени сжатия горючей смеси связано с повышением так называемого октанового

числа горючего – показателя, характеризующего антидетонационные свойства бензина. Детонация горючей смеси приводит к преждевременному и неправильному (чрезмерно быстрому) сгоранию горючего и резкому увеличению его расхода и в результате к потере мощности двигателя. Уже в середине второй мировой войны ряд английских и особенно американских карбюраторных двигателей имели высокую степень сжатия – 6,5-6,8 и работали на бензине с октановым числом не менее 70-72. Достигнутое затем повышение степени сжатия, а также скорости вращения коленчатого вала и совершенствование конструкции двигателей (в части карбюрации, механизма газораспределения) обеспечили значительное повышение литровой мощности двигателей, т.е. мощности, приходящейся на каждый литр рабочего объема двигателя.

Важным этапом в развитии автомобильных двигателей было применение наряду с карбюраторными дизельных двигателей. Легковые автомобили с дизельными двигателями выпускались еще до второй мировой войны немецкой фирмой "Мерседес-Бенц". После войны дизельные автомобили стали производиться на некоторых заводах в ФРГ, Англии и Италии. В Европе дизельные двигатели широко применяются для самых разнообразных типов грузовиков, а в США в основном на многотоннажных грузовиках.

Современная техника позволила вернуться к газовому двигателю на автомобиле, причем в настоящее время применяется сжатый или сжиженный газ. Газ подается в редуктор для снижения давления, а затем поступает в смеситель для питания двигателя. Газобаллонный автотранспорт получил большое техническое развитие как в Европе, так и в Америке. Одним из основных преимуществ газа является возможность повышения степени сжатия в двигателе. Это ведет к тому, что уменьшается износ двигателя, более совершенно происходит образование топливо-воздушной смеси, кроме того сгорание газа приводит к менее шумной, бездымной работе двигателя. Эффективность применения природных, коксовых и других сжатых газов существенно повышается с увеличением грузоподъемности машины.

Основной задачей конструкторов двигателей является стремление добиться наибольшей мощности при сравнительно небольших размеров. Мощность автомобильного двигателя в зависимости от класса автомобиля в настоящее время составляет от 40-50 л.с. до 150-200 л.с. и больше. Вместо однорядных 8- и 6-цилиндровых двигателей в последнее время распространяются двухрядные V-образные двигатели. Получаемое за счет этого укорочение двигателя и продвижение его вперед, позволили создать просторный кузов, не увеличивая расстояния между колесами.

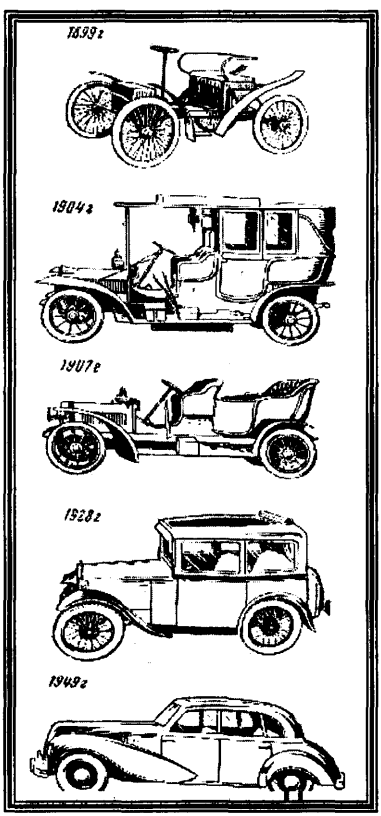
В середине 50-х годов появились бескарбюраторные бензиновые автомобильные двигатели. В течении многих лет, начиная с появления бензинового двигателя, инженеры многих стран работали над созданием карбюраторов с высоким КПД, но результаты пока еще малоудовлетворительны. Поэтому в ряде стран с середины 50-х годов конструкторы пошли по пути создания бескарбюраторных двигателей, а топливо с помощью специального насоса стали под большим давлением вводить прямо в камеру сгорания (или же во всасывающий трубопровод возле впускного клапана).

В 1956 г. бескарбюраторные двигатели с топливной аппаратурой "Бош" были установлены на автомобилях фирмы "Мерседес-Бенц" и "Галиаф". Двигатель одной из легковых машин фирмы "Мерседес-Бенц" развивал мощность 240 л.с. при степени сжатия 8,55, работая на бензине с октановым числом 80.

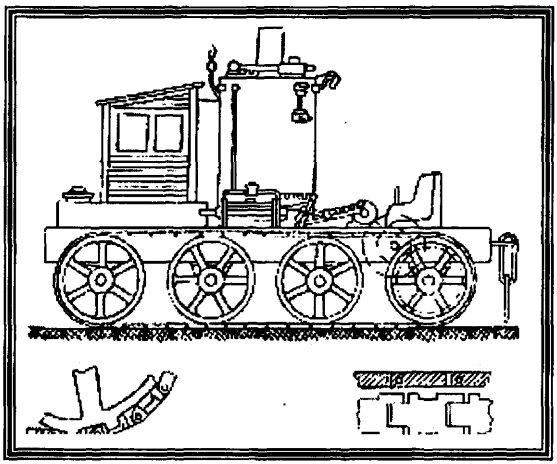
В трансмиссии современного автомобиля наряду с механическим фрикционным сцеплением с начала 30-х годов получает применение гидравлическое сцепление (гидромуфта), при которой передача крутящего момента осуществляется за счет кинетической энергии жидкости. Если в 40-х годах в автомобиле применялись коробки скоростей с механическим переключением, то в настоящее время они автоматически переключаются при помощи электрической и особенно гидравлической передач. В последнем случае усилие от двигателя передается на жидкостный преобразователь крутящего момента – гидротрансформатор, который умножает передаваемый момент и является главной частью автоматической передачи. При автоматической трансмиссии с помощью различных сервоустройств, которые включают сцепление при пере-

ключении передач в коробке, облегчается управление автомобилем. Вместе с тем усилители рулевого механизма облегчают маневрирование автомобиля (особенно грузовиков) на стоянках, когда приходится поворачивать колеса на месте или на малой скорости – на большой угол.

Изобретение двигателя внутреннего сгорания позволило создать трактор, играющий крупную роль в современной технике как тягач не только для сельского хозяйства, но и для строительства. Особенное значение имело внедрение тракторов как основы механизации отдельных отраслей сельского хозяйства.



Легковые автомобили 1898 – 1949 гг.



Паровой гусеничный трактор
Блинова (внизу – звенья гусениц из стальных пластин)

Первые колесные тракторы на основе паровой машины появились в Англии и Франции еще в 30-х годах XIX в. С 50-х годов прошлого века эти тракторы стали использоваться для пахоты и других сельскохозяйственных работ. В 1876 г. был построен паровой трактор в США, однако в сельском хозяйстве США паровые тракторы начали применяться с 1890 г.

История трактора неразрывно связана с развитием двигателя внутреннего сгорания, а также гусеничного хода. Идея гусеничного хода, нашедшего ныне широкое применение, занимала умы целого ряда изобретателей в разных странах (в частности, в Англии, России, Франции) в XIX в. Наиболее удачное техническое решение идеи гусеничного хода было сделано в России инженером Д.А. Загряжским в 1837 г. Изобретатель создал "экипаж с подвижными колесами", т.е. тележку на гусеничном ходу, где шарнирные цепи, переброшенные с передних колес на задние, распределяли давление экипажа на большую площадь грунта для повышения проходимости по бездорожью.

Условия для развития современного типа трактора сложились лишь в начале XX в. с развитием двигателей внутреннего сгорания и накоплением некоторого опыта их эксплуатации на автомоби-

лях. Уже в начале 900-х годов на заводах компаний "Хорнсби", "Ломбард", "Харт-Парр" в США было освоено производство тракторов с двигателями внутреннего сгорания.

Тракторы первых выпусков были тяжелы, ненадежны в работе. Первые американские тракторы (в 1901 г.) весили до 10 т при мощности двигателя 22-45 л.с. Диаметр ведущих колес превышал 2,5 м. Первые колесные тракторы были крайне несовершенны, и к началу 900-х годов крупная американская фирма "Холт" наладила производство тракторов с гусеничным движителем.

К началу первой мировой войны был выработан практически применимый тип трактора главным образом для пахоты и культивация с двигателями мощностью 120 л.с. С 1917 г. на заводах фирмы "Форд" было начато производство тракторов марки "Фордзон". С 20-х годов началось массовое производство тракторов и в некоторых странах Европы (например, гусеничные тракторы фирмы "Вандерер – Доннер" в Германии).

После первой мировой войны конструкция тракторов непрерывно совершенствовалась, приспосабливаясь к потребностям различных отраслей хозяйства. Изменялись конструктивные элементы двигателя, ходового аппарата, подвески остова трактора и т.д. Были созданы специальные типы трактора.

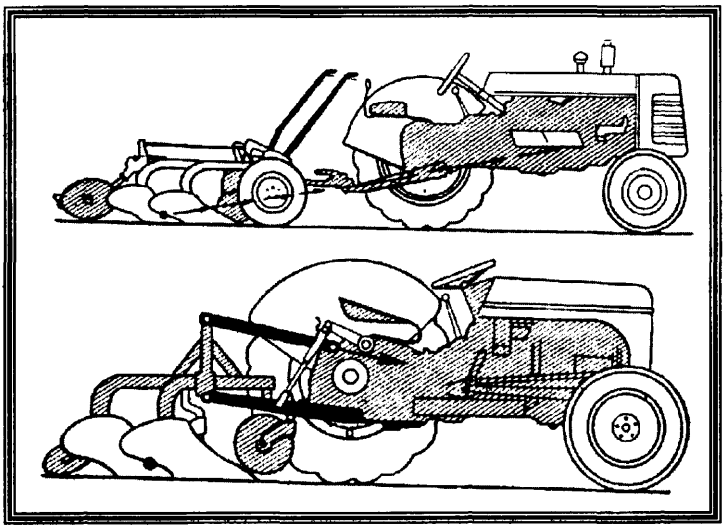
Все более специализируясь, тракторы по своей конструкции отходили от автомобиля, хотя колесные тракторы и до настоящего времени продолжают иметь с ним много общего, отличаясь от него добавочной передачей, снижающей скорость и повышающей крутящий момент на ведущих колесах.

Снабжение тракторов механическим, а затем, с 1937 г., и гидравлическим подъемником создало предпосылки для применения так называемых навесных машин и орудий (взамен прицепных), ныне широко распространенных.

В настоящее время по своему назначению различают тракторы сельскохозяйственные (общего назначения, пропашные), транспортные (тягачи) и специальные.

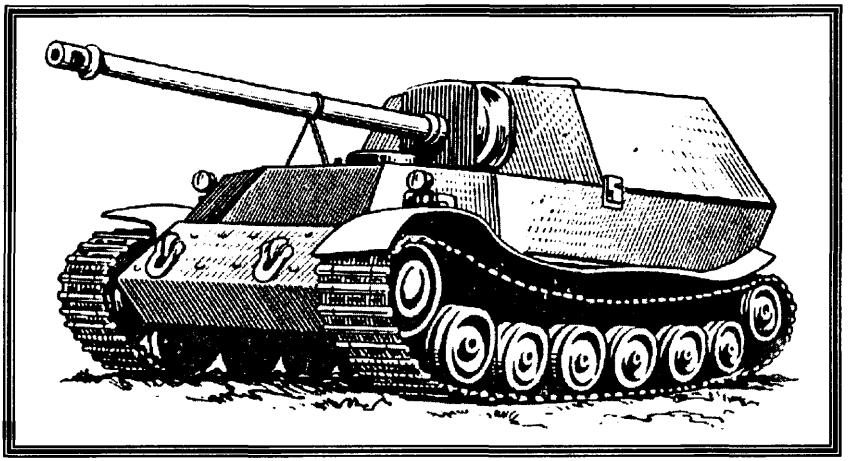
По типу двигателя тракторы бывают тепловыми и электрическими, по типу движителя - гусеничными, колесными и реже ко-

лесно-гусеничными (полугусеничными). Номинальное тяговое усилие тракторов колеблется от 0,5 до 8,5 т в зависимости от назначения.



Схематическое изображение трактора:
с прицепным сельскохозяйственным орудием (вверху);
с гидравлической навесной системой (внизу)

В заключение следует отметить, что двигатель внутреннего сгорания и гусеничный ход нашли себе широкое применение в совершенно иных машинах – танках. После первой мировой войны роль танков в боевых действиях непрерывно росла. Если в первую мировую войну было выпущено 9,1 тыс. танков, то во время второй мировой войны в США, Англии и Германии ежегодно производилось около 62 тыс. танков, бронемашин и самоходных орудий. В СССР в годы Великой Отечественной войны, начиная с 1943 г., ежегодно производилось до 30 тыс. танков, самоходных орудий и бронемашин. Танк прошел сложный путь развития от тихоходных, неповоротливых, технически несовершенных и малонадежных машин до совершенных скоростных боевых машин. Танк стал важнейшим элементом военной машинной техники.

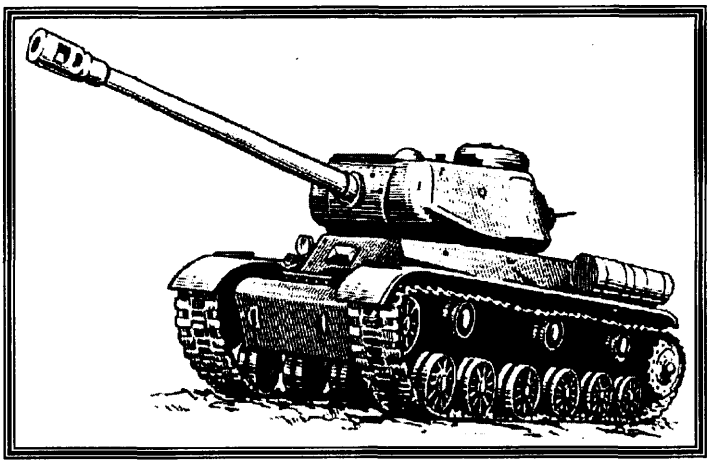


Немецкая самоходно-артиллерийская установка типа «Фердинанд» (1943 г.)

В период между двумя мировыми войнами происходило интенсивное развитие моторизации и механизации армий, в том числе развитие бронетанковых войск. В связи со значительным развитием автотракторной промышленности моторизованные войска были созданы во многих странах. Уже к концу первой мировой войны в системе войск основных воевавших стран насчитывалось свыше 340 тыс. автомашин.

В 1945 г. вес танков достигал 30-60 т, толщина брони доходила до 40-80 мм (в лобовой части – 180-200), скорость движения танков составляла 40-60 км/час по дорогам и 25-40 км/час по пересеченной местности. На вооружении, как правило, были 2 пулемета и орудие калибром 75-120 мм.

На всех современных танках в качестве силовой базы применяются двигатели внутреннего сгорания – карбюраторные или высокого сжатия, причем последние, в частности четырех- и двухтактные бескомпрессорные двигатели, получают все большее распространение. За последние несколько лет за рубежом появились опытные образцы танков с газотурбинными двигателями.



Советский тяжёлый танк

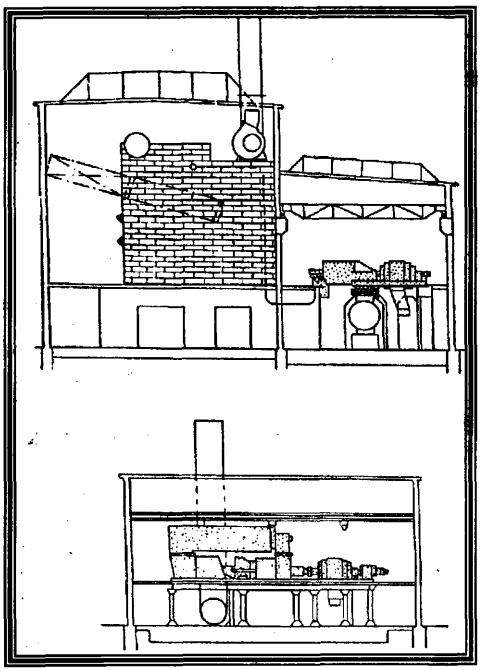
Газовые турбины и их применение

Во второй половине века с двигателями внутреннего сгорания поршневого типа все более конкурирует газовая турбина и компрессорный турбореактивный двигатель, имеющий газовую турбину. В этом двигателе используются отходящие газы, которые создают реактивную тягу; газовой турбине и реактивным двигателям в ближайшем будущем предстоит в значительной степени потеснить поршневые двигатели внутреннего сгорания. В последние годы газовые турбины и турбореактивные двигатели развиваются такими темпами, каких не знал ни один двигатель.

Газовая турбина – это двигатель внутреннего сгорания, конструктивно аналогичный паровой турбине, но в отличие от нее имеющий камеру сгорания и компрессор, подающий в нее воздух под давлением, который частично используется для охлаждения поступающих в турбину газов.

Более 300 лет велись работы над проблемой создания газовой турбины. Но по существу только в начале 90-х годов XIX в. удалось спроектировать и создать первую газотурбинную установку. Это сделал русский инженер Д. Кузьминский. Он сконструировал

реверсивную газовую турбину радиального типа постоянного давления. Турбина Кузьминского работала на парогазовой смеси (которая получалась в созданной им вскоре камере сгорания, названной им "газопарород").



Относительные размеры: обычной паротурбинной электростанции мощностью 500 квт (вверху) и газотурбинной электростанции такой же мощности (внизу)

Но, несмотря на многократные попытки, на протяжении довольно длительного времени не удавалось создать работоспособную газовую турбину главным образом потому, что не было жаропрочных сплавов, способных выдержать высокое механическое напряжение в условиях температуры 500-600°С. Не была разработана и теория газовой турбины.

Большим преимуществом газовых турбин сравнительно с паровыми является более высокий КПД, достигаемый за счет повыше-

ния температуры рабочих газов до 750°С и выше. Полагают, что практически КПД газовых турбин можно довести до 38% (а при температуре газа на лопатках турбины до 1200-1300° КПД может достигнуть 50-55%). Газотурбинная установка компактна, она может быть запущена за 10-15 минут, а паровая – за несколько часов. Мощная газотурбинная установка требует почти в два раза меньше производственной площади, чем такая же по мощности паротурбинная установка. Однако сейчас в энергетике предпочтение отдается паротурбинной технике, ибо пока мощность газовых турбин в одном агрегате не превышает 30-40 тыс. квт, т.е. в несколько раз меньше мощности паровых турбин. Кроме того, газовые турбины работают в настоящее время в основном на сравнительно высококачественном топливе, для их изготовления требуются дорогостоящие марки стали.

В последнее время газовые турбины получили более широкое применение в ряде отраслей народного хозяйства, и прежде всего на железнодорожном транспорте в связи с потребностями в локомотивах, развивающих большие мощности при минимальном собственном весе. В начале 50-х годов в некоторых странах были построены первые опытные газотурбовозы. Так, на железнодорожной линии "Юнион Пасифик" в США работало 6 газотурбинных локомотивов, построенных компаниями "Дженерал электрик" и "Американ локомотив", причем было заказано еще 19 газотурбовозов. Американский трехсекционный газотурбинный локомотив, построенный в 1958 г., развивает мощность в 8 тыс.л.с., т.е. значительно большую, чем товарный трехдизельный тепловоз.

В общем, однако, современные, пока маломощные газотурбинные двигатели еще недостаточно экономичны и дорого стоят.

Газотурбинный двигатель – это двигатель, которому, вероятно, предстоит вытеснить поршневой двигатель внутреннего сгорания. Сейчас ясно, что газотурбинный двигатель получит применение в различных отраслях народного хозяйства, в частности в авиации.

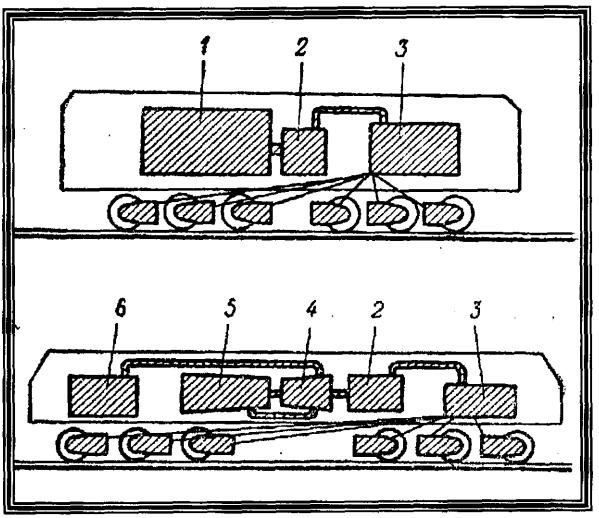


Схема тепловоза с дизелем (вверху) и с газотурбинной установкой (внизу): 1 – дизель; 2 – генератор электроэнергии; 3 – аппараты управления; 4 – газовая турбина; 5 – компрессор; 6 – жидкое топливо

Развитие авиационной техники

Самолет появился позднее автомобиля. До первой мировой войны по существу были сделаны лишь первые шаги в развитии авиации. В последующие годы целый ряд авиаторов шаг за шагом завоевывает все новые рубежи полетов на более совершенных аппаратах. Сильное развитие авиация получила в годы войны. К концу первой мировой войны во всех странах было уже около 60 тыс. самолетов. После войны началось бурное развитие авиационной техники. В последние годы второй мировой войны в Советском Союзе и Германии производилось ежегодно по 40 тыс. самолетов, в Англии – 30 тыс., а в США – около 97 тыс.

Работы по развитию авиационной техники перед первой мировой войной, а также теоретические исследования в области аэродинамики были предпосылками, открывшими простор для дальнейшего развития авиации.

Путь, пройденный авиацией с 1913-1914 гг., можно было проиллюстрировать следующими данными:

Горизонтальная скорость самолетов 1914 г. не превышала 100 км/час, а наилучших машин – 150 км/час. В 1918 г. скорость самолетов-истребителей достигла 220 км/час. В 1939 г. она составляла уже 550 км/час (достигая в ряде случаев 700-750 км/час). В 1945 г. скорость истребителя достигла 700 км/час, а в 1946 г. на английском реактивном самолете "Метеор" была достигнута скорость 975 км/час. В 1948 г. скорость реактивного самолета превысила 1079 км/час, в 1953 г. – 1205 км/час. В 1955 г. скорость реактивного истребителя достигла 1500 км/час, а в 1957 г. на вооружение ВВС США поступили реактивные истребители, имеющие максимальную скорость 1600 км/час. Наибольшая скорость истребителя к 1958 г. составляла 2000-2200 км/час, а тяжелого бомбардировщика – 1100-1200 км/час.

Быстрыми темпами рос потолок авиации. В 1914 г. потолок самолета был равен 2,5-3 км. В 1918 г. потолок истребителей достигал 7 км, а в 1939 г. – 10-12 км, в 1945 г. он вырос до 13,5 км, а к 1950 г. был равен 18 км.

Дальность полета самолетов в 1914 г. не превышала 240 км, в 1918 г. она достигла 600 км, а в 1939 г. превысила 3 тс. км, в 1945 г. дальность полета возросла до 5000 км (если не учитывать возможности заправки самолетов горючим в воздухе). После войны продолжался рост дальности полета авиации.

Бурное развитие авиации немыслимо без постоянной разработки теоретических основ ее, без развития прикладной аэродинамики (являющейся основным разделом аэромеханики). Аэродинамика - наука о движении воздуха и других газов, о воздействии газов на обтекаемые ими тела – возникли давно. Первые расчеты в этой области делались на основе теоретических работ Ньютона. Это и последующие исследования ученых ряда стран явились предпосылкой работ выдающегося русского ученого Н.Е. Жуковского, который разработал важные проблемы теоретической и экспериментальной аэродинамики, вытекающие из запросов авиационной техники.

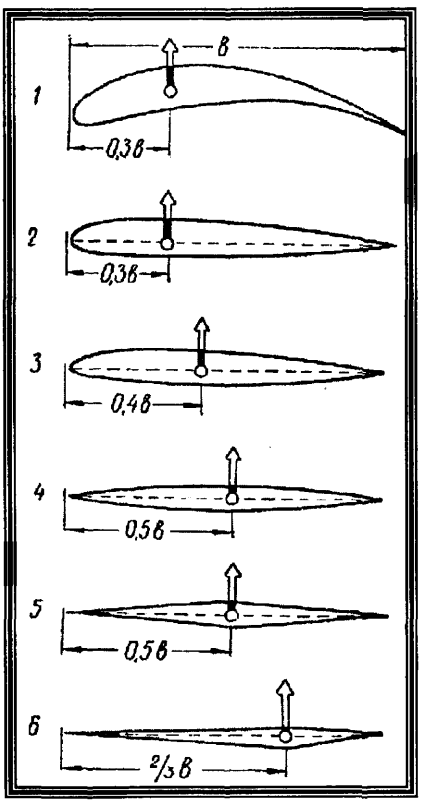
Важнейшим качеством самолета является его скорость, и вся история развития современного самолета есть прежде всего история роста его скорости. Вместе со скоростью увеличивались высота и дальность полета, полезная нагрузка, а также надежность авиационных двигателей и других конструктивных элементов самолета, улучшалось оборудование и др.

Наибольшее влияние на рост скорости самолета оказал переход от биплана к моноплану, улучшение аэродинамических характеристик крыльев и усовершенствование шасси, а также увеличение мощности двигателей. Прослеживая рост скорости самолета в 30-40-х годах, следует прежде всего отметить важнейшие моменты в его развитии, обусловившие резкие скачки в росте скорости.

К середине 30-х годов скачок в повышении скорости был связан с переходом к самолетам – монопланам, а также с широким применением двигателей с наддувом, а примерно через 10 лет (с 1944-1946 гг.) второй скачок был обусловлен переходом к турбореактивным двигателям, причем в этом случае скорость самолета возросла на 40%.

Исходя из основных требований к профилю крыла - малое лобовое сопротивление, большая подъемная сила при заданной скорости, прочность - конструкторы на базе теоретических выводов аэродинамики непрерывно изыскивали наиболее совершенные профили крыла (сечение крыла вертикальной плоскостью). С первых лет XX в. и почти до начала второй мировой войны нижняя вогнутая поверхность крыла постепенно заменялась менее вогнутой и плоской, а затем - выпуклой. Некоторое уменьшение в результате этого подъемной силы крыла полностью компенсировалось за счет применения с 30-х годов особых предкрылков на передней кромке крыла и, что особенно важно, щитков-закрылков различной формы - на задней кромке крыла. Такие закрылки позволили строить самолеты с большой нагрузкой на квадратный метр площади крыла, что связано с естественным стремлением разместить двигатели увеличенной мощности и оборудование большего веса без одновременного увеличения геометрических размеров самолета.

Форма корпуса самолета претерпела, вообще говоря, небольшие изменения. Фюзеляжу предавались все более обтекаемые формы, была осуществлена герметизация конструкции, поверхность самолета делалась совершенно гладкой. Лишь на многих последних сверхзвуковых моделях передняя часть корпуса самолетов для уменьшения лобового сопротивления изготовляется в виде тонкого длинного острия. Новые скоростные самолеты обычно имеют заостренной формы нос, плавно переходящий в кабину пилота, удлиненный округлый фюзеляж, тонкие стреловидные крылья.



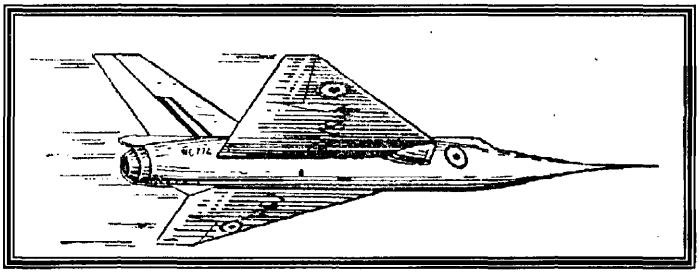
Эволюция профиля крыла:
1 – профиль крыла Жуковского;
2 – крылья 20-х годов;
3 – крыло реактивного самолёта;
4-5 – чечевице- и ромбовидное;
6 – крыло К.Э. Циолковского

Двигатели внутреннего сгорания в авиации – как бензиновые, так и тяжелого топлива – сначала развивались по схеме обычного автомобильного двигателя с использованием водяного охлаждения

или специального звездообразного типа с воздушным охлаждением (когда вращаются вокруг неподвижного коленчатого вала радиально расположенные цилиндры). Однако уже вскоре звездообразные (ротативные) двигатели из-за крупных недостатков (значительные силы инерции, развиваемые большими вращающимися массами) были вытеснены более мощными неротативными двигателями стационарного типа. С начала 20-х годов во многих странах ведется работа по созданию более совершенных конструкций двигателей. В конструкциях авиационных двигателей были сделаны такие важнейшие усовершенствования, как применение редукторов для изменения числа оборотов винтомоторной установки, форсирование двигателей наддувом, использование специальных сталей и алюминиевых сплавов.

Рост мощности поршневых двигателей вызвал совершенствования и движителя – винта. Во время первой мировой войны в основном применялись деревянные винты. Через несколько лет после войны, в 20-х годах, стали распространяться винты с металлическими лопастями, неподвижно закрепленными во втулке. В дальнейшем такие винты фиксированного в полете шага перестали удовлетворять требованиям авиации, и лопасти винта стали укреплять во втулке так, чтобы можно было поворачивать каждую лопасть относительно ее продольной оси, т.е. начали применяться винты переменного (изменяемого) в полете шага. Это позволило использовать полную мощность двигателя на всех скоростях.

В конце второй мировой войны горизонтальная скорость истребителя с поршневым двигателем достигла 700-750 км/час. Для достижения больших скоростей требовалось значительное увеличение мощности двигателя, а это вело к росту его размеров и веса, а также веса забираемого горючего. Однако это в свою очередь приводило к снижению мощности винтомоторной установки. В результате возможности поршневых двигателей были исчерпаны. На смену им пришли турбореактивные двигатели, которые при размерах, близких к поршневым, развивают гораздо большую мощность, и в результате в 1947 г. экспериментальный реактивный самолет "Белл Х-1" (США) впервые достиг скорости распространения звука.



Английский реактивный самолёт «Фэйри, Дельта-2»

Возможность достижения сверхзвуковых скоростей связано не только с увеличением мощности силовой установки и совершенствованием аэродинамических форм самолета, но, в первую очередь, и борьбой с сильным нагревом наружных поверхностей самолета при больших скоростях полета, с так называемым тепловым барьером.

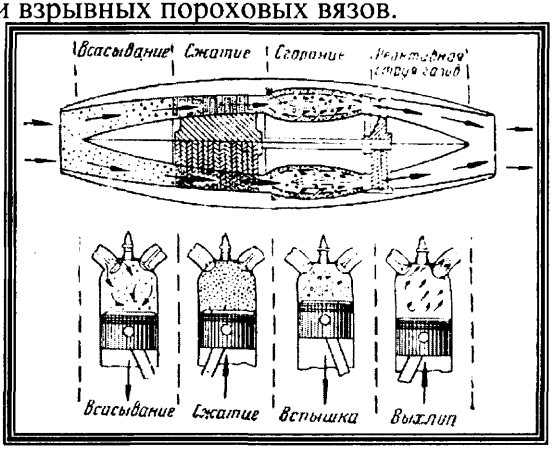
При скорости 1200 км/час на малой высоте полета в результате взаимного трения самолета и обтекающего воздуха происходит нагрев поверхности самолета до 100°С. На поверхности самолета, летящего в три раза быстрее звука, развивается температура 400-450°С, что ведет к понижению прочности самолета. При скорости в 5 раз превышающей звуковую, даже на высоте 11 км самолет раскалился бы докрасна (600°С). В связи с этим на скоростных самолетах приходится устанавливать сложное и тяжелое охладительное оборудование, чтобы поддержать безопасную температуру для нормальной работы летчика и электронной аппаратуры.

Значительные проблемы встают и в области управления современными самолетами. Аэродинамические силы, воздействующие на самолет, столь огромны, что для приведения в действие системы управления требуется усилие в 100 раз больше, чем может дать человек. Только одна система управления современным самолетом требует мощности свыше 20 лошадиных сил.

Оборудование самолета нуждается в большом количестве электрической энергии, причем суммарная мощность источников электроэнергии (электрогенераторы) на больших самолетах достигает 200-300 квт.

Реактивные двигатели

Идея реактивного двигателя, как и многие технические идеи, положенные в основу современной техники, восходит к древнейшим временам. Важным этапом в развитии идеи реактивного движения явилось предложение употреблять ракеты в качестве двигателя для летательного аппарата. Эта идея была впервые сформулирована русским революционером-народовольцем Н.И. Кибальчичем, который незадолго до казни, в марте 1881 г., предложил схему летательного аппарата (ракетоплана) с использованием реактивной тяги взрывных пороховых вязов.



Сравнение механизма работы реактивного и поршневого двигателей

В начале XX в. русский ученый К.Э. Циолковский теоретически обосновал возможность осуществления межпланетных полетов с помощью реактивных двигателей.

Реактивные двигатели, в которых тяга создается силой реактивного движения струи газов, вытекающих с огромной скоростью из реактивного сопла, делятся на две группы. Первая группа – это бескомпрессорные воздушно-реактивные двигатели, т.е. двигатели, в которых сжатие воздуха в камере сгорания обеспечивается за счет динамического напора воздуха. Наиболее типичными среди них являются так называемые прямоточные двигатели. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели используют в качестве окислителя атмосферный воздух.

Однако применение прямоточных воздушно-реактивных двигателей достаточно эффективно лишь в условиях, когда обеспечена большая скорость полета самолета – сверхзвуковая скорость, при которой воздух будет врываться в камеру сгорания двигателя под сравнительно большим давлением.

В развитии реактивных двигателе основное значение имеет другая группа воздушно-реактивных двигателей – турбореактивные двигатели.

В турбореактивных двигателях имеется газовая турбина, которая приводит в движение компрессор, нагнетающий воздух в камеру сгорания (помимо сжатия поступающего воздуха от скоростного напора), а отходящие газы используются для реактивной тяги. Если четыре такта в цилиндре поршневого двигателя чередуются во времени, то процессы, происходящие в турбокомпрессорном реактивном двигателе, чередуются в пространстве.

Внимание к реактивному двигателю и перспективам его развития резко усилилось во время второй мировой войны. В 1941 г. в Англии был осуществлен также полет на экспериментальном самолете-истребителе с турбореактивным двигателем конструкции английского авиаконструктора Франка Уиттла, запатентованной им еще в 1930 г. На самолете Уиттла был установлен двигатель с газовой турбиной, которая приводила в действие центробежный компрессор, подающий воздух в камеру сгорания; продукты сгорания использовались для создания реактивной тяги. Через полтора года произошло первой летное испытание американского истребителя с двумя двигателями Уиттла, причем во время полета была достигнута скорость 800 км/час. В Германии в годы второй мировой войны была создана одна из наиболее отработанных и доведенных до конца конструкций реактивных истребителей – двухмоторного "Ме-262". Этот самолет развивал скорость около 850 км/час.

Появление турбинореактивных двигателей внесло целую революцию в развитие авиации, привело к изменению конструкции самолета, позволило достигнуть звуковых и сверхзвуковых скоростей полета самолета.

Несколько обособленно стоят жидкостно-реактивные двигатели. Жидкостно-реактивный двигатель отличается от других реактивных

двигателей тем, что несет с собой вместе с топливом весь запас окислителя, а не забирает необходимый для сжигания горючего воздух, содержащий кислород, из атмосферы. Это единственный двигатель, который может быть применен для сверхвысотного полета вне земной атмосферы. Впервые идея такого двигателя была высказана К.Э. Циолковским. Систематические экспериментальные работы над этими двигателями начались в 30-х годах XX в.

Ф.А. Цандер еще в 1933 г. построил и успешно испытал ракетный двигатель ОР-1, работавший на бензине и сжатом воздухе. В 1932-1933 гг. Цандер спроектировал и испытал двигатель РО-2, работавший на бензине и жидком кислороде. Этот двигатель был спроектирован для установки на планере в процессе подготовки его к полетам в качестве ракетоплана.

В 1930-1931 гг. группой ученых в Ленинграде был разработан и испытан первый советский реактивный двигатель ОРМ-1, работавший на жидком кислороде и жидком окислителе.

Преимущества современного реактивного двигателя перед поршневым видны из следующих данных. Если взять, например, реактивные самолеты с силой тяги в 4300 кг, то при скорости полета 1100 км/час это тяговое усилие равноценно мощности поршневого двигателя в 35 тыс. л.с., весящего 14 т, что примерно в 3-4 раза больше веса реактивного двигателя.

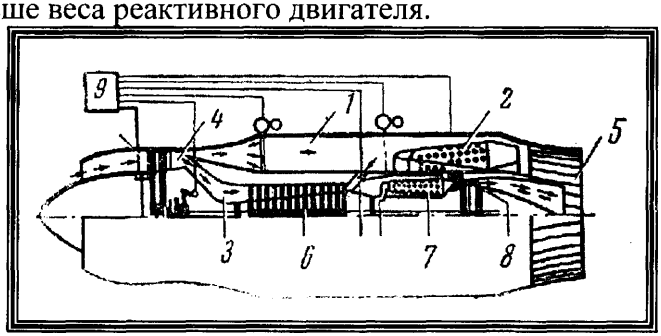


Схема двухконтурного реактивного двигателя:
1 – кольцевой канал, окружающий входной воздушный канал рпяточной системы двигателя; 2,7 – камеры сгорания; 3 – канал турбореактивной системы; 4,5 – объединение каналов на входе и выходе; 6 – осевой компрессор; 8 – турбина; 9 – система автоматического регулирования двигателя

Создание новейших ракет, беспилотной авиации и искусственных спутников Земли

Во второй мировой войне фашистская Германия применила боевые ракеты дальнего действия "А-4". Длина "А-4" составляла 14 м, наибольший диаметр – 1,65 м. В головной части ракеты-снаряда имелось боевое отделение, где содержалась 1 т взрывчатого вещества (боевой заряд).В снаряде было два бака: один бак с горючим и второй бак с окислителем. Горючего (спирта) в ракете было 3 т, а окислителя (жидкого кислорода) – 5,5 т.

Снаряд имел специальный насос для подачи окислителя и горючего в камеру сгорания, а также отделение с приборами управления. Для устойчивости ракеты и управления ею имелись направляющие плоскости стабилизатора и газовые и воздушные рули. Мощность жидкостно-реактивного двигателя превышала 0,5 млн. л.с., а двигатель развивал тягу в 25,4 т, значительно превышающую общий начальный (стартовый, т.е. при полной нагрузке) вес ракеты. Предельная, максимальная скорость ракеты составляла до 5500-5700 км/час, а дальность полета – 300-400 км.

13 июня 1944 г. ракетный снаряд "А-4" был впервые запущен с немецкой экспериментальной станции в Пенемюнде (на Балтийском побережье).

18 сентября 1944 г. на Лондон была направлена первая ракета - снаряд "А-4", а затем в течение семи месяцев немцы вели систематический обстрел Англии ракетными снарядами. Таким образом, немцы могли перебросить тонну взрывчатого вещества на расстояние до 300-350 км и могли бомбардировать Лондон из Гааги. Но точность их попадания была очень мала, они несли сравнительно немного взрывчатого вещества и в целом не были эффективными как военное оружие, хотя, конечно, причинили большие разрушения.

"А-4" после установки в вертикальном положении на четырех перьях стабилизатора можно было запускать с любой твердой площадки (например, с бетонной дороги). Менее чем через минуту после взлета ракета достигала высоты 30 км, а вскоре развивала огромную скорость – более 5500 км/час. Специальные установки управления автоматически поворачивали ракету, которая, достиг-

нув высоты 90 км, продолжала полет, опускаясь к цели по параболической траектории.

Ракета падала на свою цель со скоростью, превышающей более чем в два раза скорость звука. При быстром движении ракеты ее обшивка накалялась, и, по рассказам очевидцев, ракеты "А-4", падавшие на Лондон, светились слабым красным светом.

Весь прогресс авиационной техники – внедрение мощных реактивных двигателей и освоение больших скоростей, применение огромного количества разнообразного радиотехнического и электронного оборудования, аппаратуры автоматики и дистанционного управления – все это привело к созданию самолетов-снарядов и новейших ракет. С другой стороны, созданию ракет способствовало также развитие артиллерии (в частности, зенитной), а появление совершенных реактивных двигателей как бы открыло пути к их установке на управляемых снарядах.

После разгрома фашистской Германии дальнейшие работы по совершенствованию "А-4" стали проводиться в Америке. В 1945 г. в США перебрались немецкие специалисты, в том числе Вернер фон Браун, один из создателей "А-3" и "А-4". Ныне фон Браун возглавляет группу ученых, работающих в области ракетостроения в США.

После второй мировой войны в США и в ряде других стран велись работы по созданию ракет как специального вида оружия. Вместе с тем появились самолеты-автоматы, которые по существу являются качественно новыми летательными аппаратами такого рода.

Автоматические беспилотные самолеты-снаряды можно разбить по системам радиотелеуправления на следующие группы.

1) Самолеты-снаряды, управляемые с Земли или с другого самолета при помощи радиосигналов.

2) Аналогичные автоматические самолеты-снаряды, но с использованием на них современных радиолокационных и телевизионных устройств, автоматически следящих за положением самолета-снаряда относительно оси радиолуча, посылаемого с наземной станции управления.

3) Иной, более интересной и более сложной группой являются самолеты с независимым управлением, оборудованные поисковой аппаратурой.

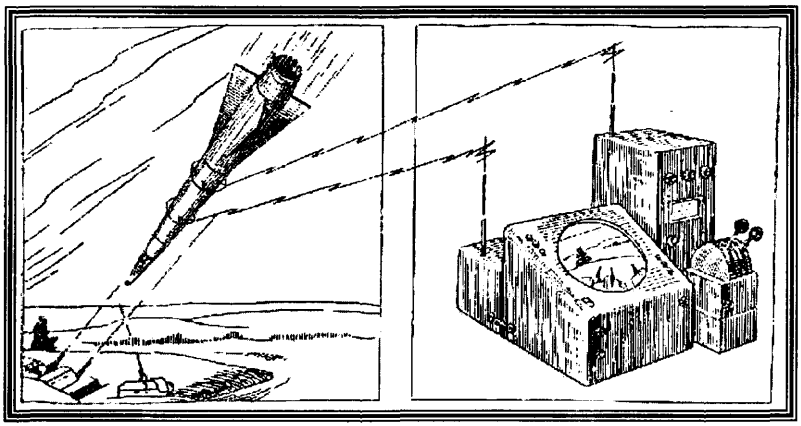


Схема управления по радио реактивным снарядом, снабжённым телевизионным передатчиком

Такие самолеты-снаряды летят по нужной траектории на цель, которую они обнаруживают по тем или иным особенностям (по световому или тепловому излучению, по электромагнитным свойствам и т.д.), т.е. могут обходиться без участия наземной радиолокационной станции.

Что же лежит в основе современной системы автоматического управления самолетом? Прежде всего в этой системе управления имеется гироскоп, устройство, в котором используются особые гироскопические свойства быстро вращающегося вокруг оси симметрии твердого тела – ротора (т.е. специального волчка). Использование гироскопа получило чрезвычайное развитие именно в военной технике, и прежде всего в скоростной авиации, в управляемых снарядах (если не касаться судовых гироскопов).

Замечательной особенностью гироскопа, в котором использованы свойства волчка (хотя гироскоп конструктивно значительно отличается от волчка), является то, что, вращаясь, он активно сопротивляется воздействию толчков, поворачивающих его ось. Ось вращения его ротора всегда при любом положении опоры занимает неизменное положение, сохраняет свое положение в пространстве, и в отношении этой оси можно ориентировать самолет.

Первоначально автопилотом ограничивались автоматами, управляющими только рулями для сохранения заданного режима полета, но в дальнейшем при помощи автоматов стало возможно также изменять режим полета самолета по направлению, крену, высоте (при помощи кнопочного управления). Затем были созданы системы, автоматизирующие как управление рулями, так и двигателями, что по мере развития радиоэлектроники позволило перейти к беспилотной авиации.

Самым замечательным в области создания новых управляемых ракетных систем является осуществление в научно-исследовательских целях полетов во Вселенную. Теоретически вопрос о возможности посылки летательного аппарата в межпланетное пространство разрабатывается на протяжении уже нескольких десятилетий. С конца 40-х годов ведутся большие работы по исследованию атмосферы с помощью геофизических ракет.

Составные многоступенчатые ракеты позволяют достигнуть космической скорости, необходимой для запуска искусственных спутников Земли. Реальность создания спутника Земли стала очевидна в связи с большими успехами ракетной техники за последние годы. К концу 1957 г. проекты автоматических искусственных спутников Земли были разработаны в СССР и США.

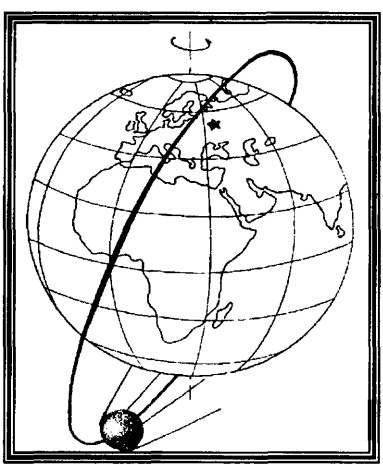
4 октября 1957 г. является датой, отмеченной величайшим торжеством советской науки и техники. В этот день в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли.

Только 31 января 1958 г. в США был запущен первый американский спутник-малютка (14 кг) при помощи ракеты "Юпитер-С" и лишь с декабря 1958 г. стали запускаться более крупные американские спутники.

Спутник – это умение получить металл особенно высокого качества, производить легкие и жаропрочные материалы, это достижение химии, так как для запуска спутника необходимо топливо, которое может обеспечить достаточную мощность и длительность работы двигателя ракеты, это электротехника, радиотехника и электроника, приборостроение, автоматика, т.е. все то, что характеризует наиболее развитую современную технику. Для запуска спутников были созданы специальные ракеты-носители и мощные двигатели, работающие в трудных термических условиях. Были

разработаны оптимальные режимы движения ракеты. По условиям, обеспечивающим полет спутника, при выведении спутника на орбиту необходимо обеспечить первую космическую скорость порядка 8 тыс. м/сек (при меньшей скорости спутник в силу земного тяготения упал бы на землю, а при большей, преодолев земное тяготение, ушел в пространство). Для обеспечения заданного режима движения ракеты была разработана весьма точная и эффективная система автоматического управления ракетами. Эллиптическая орбита первого спутника имела наибольшее удаление от Земли – примерно 1 тыс. км, второго спутника – 1,7 тыс. км. Время обращения вокруг Земли первого спутника вначале было свыше 96 минут, а второго спутника – 103,7 минуты. Большее время обращения второго спутника объясняется тем, что его орбита была больше. Первый спутник просуществовал 92 дня, второй – более 5 месяцев. За время своего существования первый спутник сделал 1400 оборотов вокруг Земли и прошел около 60 млн. км, второй спутник – около 2370 оборотов, пройдя более 100 млн. км.

Первый искусственный спутник имел форму шара диаметром 58 см. Вес спутника достигал 83,6 кг, его корпус был изготовлен из алюминиевых сплавов, а поверхность отполирована и подвергнута специальной обработке.



Первый в мире советский искусственный спутник Земли

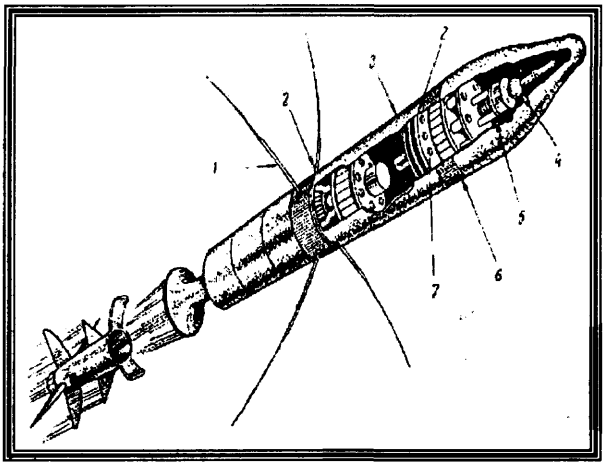


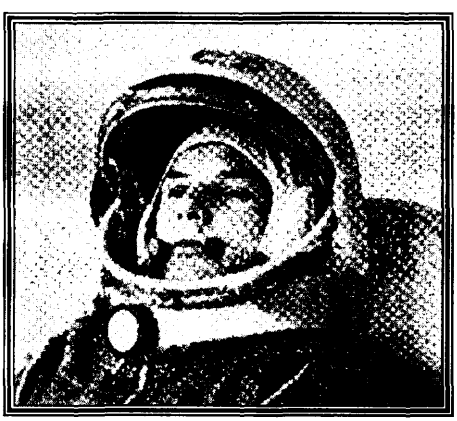
Схема устройства первого американского спутника Земли «Эксплорер-1»: 1 – антенна; 2 – аппаратура измерения внешней температуры; 3 – микрофон записи соударений с метеоритами; 4 – измерение температуры переднего конуса спутника; 5 – передатчик; 6 – кольцо из стекловолокна; 7 – измерение микрометеоритов и космических лучей

Второй искусственный спутник весил 508,3 кг, т.е. в 6 раз больше, чем первый. В отличие от первого второй спутник представлял собой последнюю ступень ракеты-носителя, в которой была размещена вся научная аппаратура. В передней части последней ступени ракеты были установлены приборы для исследования ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, сферический контейнер с радиопередатчиками и другой аппаратурой, а также герметическая кабина с подопытными собаками. Приборы и контейнер ракеты были защищены во время полета в плотных слоях атмосферы от аэродинамических и тепловых воздействий специальным защитным кожухом. После выведения последней ступени ракеты на орбиту защитный кожух был сброшен.

Начало 1959 г. в исследованиях Космоса ознаменовалось новым качественным скачком - запуском советской космической ракеты в сторону Луны. Впервые в истории человечества искусственному телу, созданному на Земле, была сообщена вторая космическая

скорость, равная у Земли 11,2 км/сек. Этой скорости достигла последняя ступень многоступенчатой ракеты, которая по заданной программе вышла на траекторию движения в направлении к Луне. Последняя ступень ракеты весила 1472 кг без топлива и была оборудована контейнером с научной аппаратурой общим весом 361,3 кг. Определение элементов траектории движения осуществлялось на электронно-счетных машинах по данным измерений, автоматически поступавшим в координационно-вычислительный центр. Ракета прошла на расстоянии 5 тыс. км от Луны и стала спутником Солнца – первой искусственной планетой солнечной системы.

Первый в мире космический корабль-спутник "Восток" с человеком на борту поднялся в космос в 9 час. 7 мин. Космический корабль вышел на орбиту с перигеем 181 км и апогеем 327 км над поверхностью Земли. Период его обращения вокруг Земли равнялся 89,1 мин. А наибольшая скорость полета – 28 тыс. км в час. Вес корабля-спутника составил вместе с космонавтом 4,725 т (без веса конечной ступени ракеты-носителя). После облета земного шара, в соответствии с заданной программой, в 10 час. 25 мин., была включена тормозная двигательная установка, и корабль стал снижаться с орбиты для приземления. Ракета, которая вывела космический корабль на орбиту вокруг Земли, имела шесть двигателей общей мощностью в 20 млн. л.с.



Ю.А. Гагарин

Итак, ясно, что развитие новейших конструкций двигателей внутреннего сгорания сыграло решающую роль в процессе автотракторостроения и авиации, позволило в значительной мере механизировать трудоемкие и тяжелые работы. Особенно показательно развитие турбореактивных и реактивных двигателей в авиации. Совершенствование бензиновых двигателей внутреннего сгорания и двигателей, работающих на тяжелых сортах жидкого топлива, позволило создать огромный парк легковых, грузовых, пассажирских и специальных автомашин, без которых не обходится ни одна страна в мире. В течение последних трех-четырех десятилетий неизмеримо возросли скорость, грузоподъемность, экономичность и надежность авиационного и автомобильного транспорта. Двигатель внутреннего сгорания, будучи установлен на тракторе, комбайне и т.п., стал основой механизации полевых сельскохозяйственных работ. Механизированные и моторезированные войска ныне также основываются на работе двигателей внутреннего сгорания, установленных на танках, бронетранспортерах, самоходной артиллерии, мотоциклах и т.п. Все новейшие средства техники и науки, в том числе радиоэлектроника, а также автоматика, все шире проникают в области применения двигателей внутреннего сгорания как на транспортных средствах, так и в стационарных установках. Наиболее ярко это сказалось в создании первых искусственных спутников Земли и космических ракет.

38. РАЗВИТИЕ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Краткая характеристика развития различных областей радиотехники и электроники

Радиотехника, возникнув в самом конце XIX в. и начале XX в. со скромной целью передачи сигналов без проводов, за последующее десятилетие XX в. стала все быстрее завоевывать новые и новые области, открывая невиданные перспективы в самых различных сферах человеческой деятельности. За последнюю четверть века радиотехника оформилась как самостоятельная инженерная наука.

Примерно до середины 20-х годов радиотехника решала вопросы телеграфирования без проводов, и это положило начало радиотелеграфной связи. Затем начинает развиваться радиотелефония, обеспечивающая передачу речи и музыки, а несколько позже и радиофототелеграфия для передачи на расстоянии неподвижных изображений.

Наряду с распространением радиосвязи (вместе с электролинейными средствами связи) и радиовещания дальнейшее развитие радиотехники и порожденной ею электроники привело к созданию телевидения – передача подвижных изображений со звуковым изображением, причем эти передачи начали осуществляться впоследствии не только из специальных телевизионных центров, но и из концертных и театральных залов, со стадионов и т.п.

Со времени первой мировой войны все шире стало применяться радиопеленгование как метод определения места работающей радиостанции при помощи специальных приборов – радиопеленгаторов. Развитие радиотехники позволило решить и обратную задачу, когда при помощи передающих станций, местонахождение которой фиксировано, корабельный радиопеленгатор или самолетный радиокомпас позволяет вести по заданному курсу корабль или самолет. Таким образом, возникла новая область радиотехники – радионавигация. Появляются радиомаяки направленного дей-

ствия, позволяющие при помощи специальных радиосредств передавать кораблям и самолетам точные координаты сетки, необходимые для их движения. Более поздним и особенно важным явилось широкое внедрение радиолокации, позволяющей обнаруживать тот или иной объект в пространстве и устанавливать расстояние до него.

Развитие радиотехники дало толчок к созданию установок для нагрева различных тел в технологических целях – закалки стали, высокочастотной металлургии, сушки древесины, нагрева пластмассы и т.д. Методы радиотехники получают широкое применение в экспериментальных исследованиях, расширяя возможности наблюдения целого ряда явлений, которые без средств радиотехники и электроники наблюдать невозможно.

Основные этапы развития радиотехники

После работ с первыми искровыми радиоустройствами времен Попова, был предпринят переход к системам со слабо затухающими колебаниями. В 1905-1908 гг. немецкий физик М. Вин разработал так называемый метод ударного возбуждения колебаний. В этот же период начали применять специальные искровые разрядники с воздушными промежутками. В них после окончания первого ряда затухающих колебаний замкнутого контура прекращалась проводимость, и энергия из антенны не возвращалась обратно в колебательный контур. Работы по применению затухающих колебаний охватывают период с 1895 по 1916-1917 гг.

Совершенствование искровых генераторов сыграло положительную роль в общем развитии радиотехники, способствуя развитию радиосвязи. В декабре 1901 г. был впервые проведен опыт радиотелеграфной передачи через Атлантический океан (Г. Маркони). Большое распространение искровые радиостанции получили во флоте. Ими пользовались, в частности, для передачи сигналов бедствия (SOS) в открытом море. Так, в 1912 г. пароход "Титаник", шедший из Англии в Америку, потерпел аварию в Атлан-

тическом океане. Корабль был оборудован радиотелеграфными аппаратами Маркони, сигналы которых были услышаны другими кораблями. В результате часть пассажиров была спасена.

Все выше сказанное было характерным для радиотехники до первой мировой войны. В первые же дни войны было неожиданно обнаружено, что ни русские, ни союзные радиостанции не могли перехватывать радиограммы немецкого флота. Этот "секрет" был разгадан и объяснен в России электротехником М.В. Шулейкиным, который предположил, что немцы перешли от затухающих (искровых) передатчиков к незатухающим. Подключил к радиоприемнику электромеханический прерыватель (тиккер), Шулейкин обеспечил слышимость сигналов немецкого радио.

В дальнейшем выяснилось, что еще приблизительно в 1902-1904 гг. датский изобретатель В. Поульсен сконструировал, опираясь на работы своих предшественников (главным образом англичанина У. Дудделя в 1900 г.), новый тип передающих радиостанций с дуговым генератором незатухающих колебаний. Немецкое командование, установив во флоте новые передатчики, опечатало их до особого распоряжения и пустило в ход в самом начале первой мировой войны, т.е. через 10 лет после изобретения. Генератор Поульсена давал мощности от нескольких десятков ватт до нескольких сот киловатт. Это был генератор, открывший в истории передающих радиостанций новую страницу – период радиостанций незатухающих колебаний.

В 1912 г. русский физик и электротехник В.П. Вологдин создал и позднее усовершенствовал чрезвычайно удачную, экономичную систему машин высокой частоты от 6 до 150 квт и даже до 600 квт (в 1930 г.). При помощи машин Вологдина в 20-х годах была осуществлена радиосвязь Москвы с Нью-Йорком.

Появление дуговых, а затем машинных генераторов для радиостанций незатухающих колебаний обеспечило возможность перехода от радиотелеграфа к радиотелефону.

Как известно, принцип телефонной передачи состоит с том, что звуковые колебания в микрофоне превращаются в электрические с соответствующей частотой и амплитудой, а затем и в мембране

телефона происходит обратный процесс. Однако электрические колебания, получаемые в микрофоне, вначале могли передаваться только по проводам. Замечательным свойством незатухающих колебаний, получаемых в новых генераторах, явилось то, что они могли при помощи специального устройства (модулятора) изменяться (модулироваться) под действием накладываемых на них микрофонных токов звуковой частоты, а затем передаваться без проводов, сохраняя характеристики обеих частот. На месте приема колебания опять преобразуются (детектируются), и выделенные колебания звуковой частоты поступают, например, в телефон и воспринимаются на слух. Разработка весьма совершенных схем модуляции после окончания первой мировой войны была связана с применением электронных ламп в радиопередатчиках.

Огромное значение для развития радиотехники имело появление замечательного изобретения начала XX в. – электронных ламп. Создание таких ламп – заслуга целого ряда изобретателей, прежде всего Т. Эдисона, который работал над ними начиная с 80-х годов XIX в., а также немецких ученых Ю. Эльстера и Г. Гейтеля и др. Чрезвычайно быстрое развитие электронных ламп начинается после того, как были выяснены возможности их использования для нужд радио. С этого времени по существу и начинается история радиоламп.

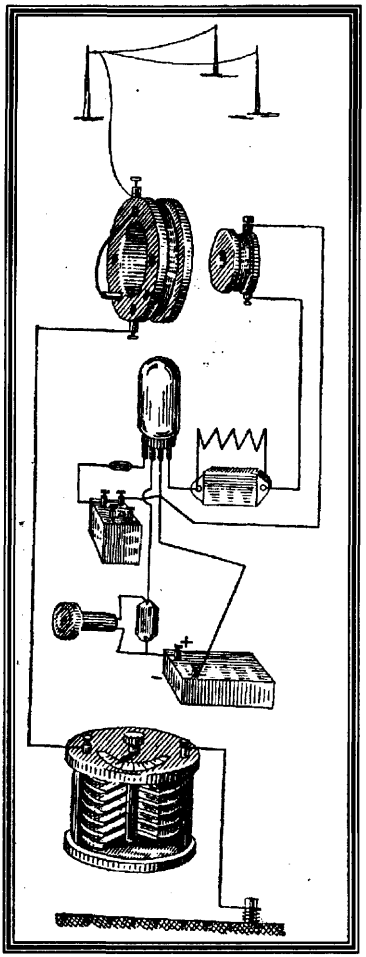
В 1904 г. английский инженер Дж.А. Флеминг взял патент на применение двухэлектродной лампы-диода (названной тогда "термоионным вентилем") – в качестве детектора радиотелеграфного приемника. В 1906 г. американец Ли де Форест присоединил к этой лампе третий электрод-сетку. Таким образом, была получена трехэлектродная лампа (триод) – основа будущей радиоламповой техники. Эта лампа, названная изобретателем "аудионом" и запатентованная им в 1907 г., позволила построить усилители низкой частоты и использовать ее в приемниках в качестве чувствительного детектора. В дальнейшем трехэлектродная лампа была значительно усовершенствована.

Ламповый генератор незатухающих колебаний запатентовал в 1913 г. немецкий физик А. Мейснер. Он предложил связать индук-

тивно колебательный контур с цепями анода и сетки электронной лампы. При правильном соотношении фаз напряжения на сетке и на аноде и достаточно сильной связи цепи сетки с контуром, в последнем возникнут и будут поддерживаться незатухающие синусоидальные колебания (генератор с самовозбуждением). Частота этих колебаний определяется емкостью и индуктивностью элементов колебательного контура.

Если на первом этапе использования для радиосвязи затухающих колебаний передача велась в диапазоне средних волн (200–3 тыс. м), то в дальнейшем, ввиду значительного поглощения энергии этих волн при их распространении, перешли к несколько большей длине волны. Переход на незатухающие колебания привел к дальнейшему удлинению волн, поскольку появившиеся дуговые, а затем машинные генераторы были эффективны лишь на длинных волнах – от 3 тыс. до 20 – 25 тыс. м.

Считалось твердо установленным, что короткие волны непригодны для дальнейшей связи, так как на относительно небольших расстояниях происходило полное исчезновение радиоприема этих волн. Однако дальнейшее развитие радиотехники привело к совершенно иным представлениям о коротких волнах. При ближайшем рассмотрении проблемы передач на коротких волнах выяснилось, что после "зоны молчания", где сигналы на коротких волнах нельзя было принимать (они как бы пропадали), эти сигналы дальше уже делались слышимыми. Объясняя подобные явления, ученые А. Кеннели в США и О. Хевисайд в Англии еще в 1902 г., исследуя свойства верхних слоев атмосферы, высказали предположение о наличии в атмосфере особого сильно ионизированного слоя, отражающего радиоволны (так называемого "слоя Кеннели-Хевисайда"). Впоследствии существование отражающего слоя было экспериментально доказана, а область верхних ионизированных слоем атмосферы получила название – ионосфера. Примерно в середине 20-х годов начался новый этап развития радиотехники – переход к коротким волнам (длиной от 10 м до 80 м), а затем и к метровым волнам.



Простейший ламповый приёмник (снизу вверх):
- конденсатор переменной ёмкости;
- анодная батарея;
- телефон;
- батарея накала;
- «аудион» Ли де Фореста;
- антенная и детекторная катушка индуктивности;
- антенна

Развитие ламповых генераторов и рост передающих радиостанций потребовали создание мощных радиоламп. В середине 1923 г. Бонч-Бруевич создал лампу 23-30 квт, а к 1925 г. лампу в 100 квт – самую мощную в то время лампу в мире. Нынче имеются в несколько раз более мощные генераторные лампы – до 1 тыс. квт (разборная конструкция).

Одновременно с развитием ламповых радиостанций шло и усовершенствование ламповых приемников. В первых ламповых при-

емниках на основе генерирующих свойств триода применялся маломощный ламповый генератор (гетеродин), причем частота его колебаний подбиралась так, чтобы разность частот принимаемых сигналов и гетеродина после детектирования воспринималась бы как звуковой тон (метод приема на биения).

В 1913 г. американский ученый Э. Армстронг изобрел схему регенеративного приема. В регенеративном приемнике в одной лампе совмещались функции детектора и усилителя с обратной связью, что обеспечивало высокую избирательность и чувствительность приема. В это время было выяснено, что, применив положительную обратную связь между выходом лампового усилителя и его входом, можно значительно повысить коэффициент усиления.

Следует подчеркнуть, однако, что супергетеродины получили распространение лишь с 30-х годов в связи с общим прогрессом радиотехники, в частности, внедрением коротких волн и специальных многоэлектродных радиоламп. По сравнению с распространенными до того времени радиоприемными схемами (и особенно – схемами прямого усиления) супергетеродин отличался более высокой чувствительностью, лучшей избирательностью и повышенной помехоустойчивостью.

В последние годы наряду с расширением применения радиоэлектроники большие успехи были достигнуты на пути освоения все более и более коротких радиоволн. Об этом свидетельствует открытие "дальнего" распространения ультракоротких волн, плодотворны исследования в области миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, разработка новых электронных приборов, изыскание новых принципов построения генераторов и усилителей.

Таким образом, широкое внедрение электронных методов во все области науки, техники, народного хозяйства и бурный рост радиоэлектронной промышленности означает начало нового периода в развитии техники – периода радиоэлектроники. Именно в эти годы широко развились радиолокация, а затем и телевидение.

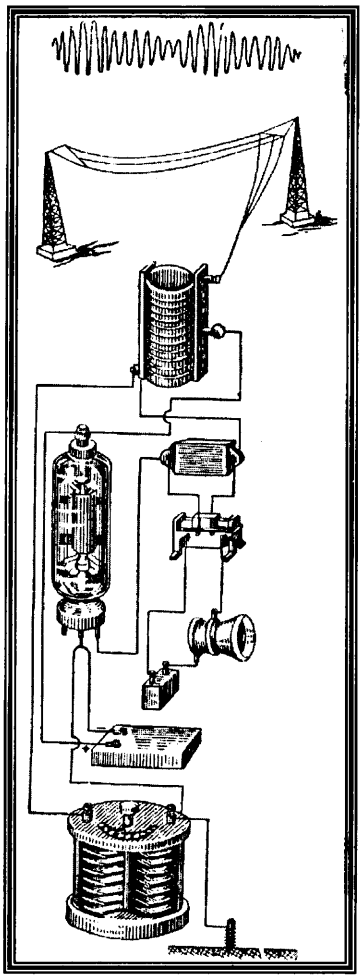


Схема радиотелефонного передатчика (снизу вверх):

- *конденсатор переменной ёмкости;*
- *анодная батарея;*
- *микрофон с батареей и трансформатором;*
- *триод;*
- *удлинительная катушка антенны;*
- *антенна и характер излучаемых модулированных радиоколебаний*

Радиолокация. Ультразвук и его применение

Важнейшей областью применения радио является радиолокация, т.е. определение при помощи радиоволн местонахождение невидимой цели (а также скорости подвижного объекта). Хотя впервые радиолокация появилась еще в довоенные годы, однако широкое распространение и дальнейшее развитие она получила во время второй мировой войны, и особенно в послевоенные годы.

В период войны в радиопередающей технике произошел определенный перелом, характеризующийся быстрым развитием импульсного метода генерирования радиоволн. Современная радиолокация есть детище импульсного метода.

В радиолокационной установке передатчик обычно работает не непрерывно, а в течение очень коротких промежутков времени (импульсами), сопровождаемых сравнительно длительными паузами между радиолокационными сигналами. Работая на ультракоротких волнах, радиолокационная станция посылает импульсы радиоволн узким, остронаправленным пучком. Станция обычно работает методом кругового обзора, при котором антенна, дающая узкий пучок лучей, вращается вокруг своей оси, "облучая" всю наблюдаемую местность. Отраженные от облучаемых объектов сигналы воспроизводятся на экране электронно-лучевой трубки индикатора станции, при этом имеется возможность определить расстояние до данного объекта. Этот наиболее распространенный в радиолокации метод называется радиоэхо.

Факт задержки радиоволн отдельными объектами установил еще в 1897 г. А.С. Попов, когда прохождение одного корабля между двумя другими кораблями нарушило радиотелеграфную связь между ними вследствие отражения радиоволн от металлического корпуса корабля. В 1922 г. американские ученые А. Тейлор и Н. Юнг повторили опыты Попова. В 1925 г. в США были использованы посылки импульсов радиоволн для определения высоты ионизированного слоя. В середине 20-х годов рядом ученых во многих странах, в том числе и советскими учеными (Б.А. Введенским и др.), велись исследования по изучению характера распространения ультракоротких волн над земной поверхностью.

Реализация идеи радиолокации потребовала решения ряда научно-технических проблем, в частности, было необходимо создать генераторы ультракоротких волн и чувствительные приемники очень слабых отраженных от объекта сигналов. В 1934-1935 гг. английским ученым, исследователем ионосферы Р. Уотсоном-Уаттом были начаты работы по обнаружению движущихся целей, а также определению расстояния до них методом "радиоэхо". Эти

исследования привели вскоре к созданию первых в Англии образцов радиолокационной аппаратуры. В СССР работа по созданию радиолокаторов началась в 1935 г. Позже аналогичные исследования развернулись и в США. С 1935-1936 гг. на восточном побережье Англии стали создаваться радиолокационные станции, позволявшие засекать самолеты на расстоянии до 75 миль, а в 1939 г. здесь была уже построена почти сплошная цепь радарных станций. Таким образом, уже в начале второй мировой войны в Англии появились первые наземные радиолокационные станции, предназначавшиеся для обнаружения вражеских самолетов и кораблей.

Радиолокация с большим успехом используется в гражданской авиации, в морском и речном флоте, для осуществления слепых полетов на дальние и ближние расстояния, слепой посадки на аэродром, для измерения расстояний до наземных ориентиров, управления движением самолета в районе аэропорта, увеличения безопасности кораблевождения по рекам и морям и т.п.

Сначала в радиолокации использовались метровые и дециметровые волны, а затем стали переходить к сантиметровым волнам, которым соответствует спектр частот то 30 тыс до 3 тыс. мгц. Малая длина этих волн, являющихся частью диапазона ультракоротких волн, позволила создать сравнительно небольшие по размерам радиолокационные антенны, имеющие ширину диаграммы направленности в несколько градусов и даже долей градуса. Это позволило, в частности, обеспечить большую помехоустойчивость станции. Для этого используются специальные антенны с параболическим рефлектором, а также рупорные, щелевые, линзовые антенны.

Достижения радиолокационной техники способствовали быстрому развитию телевизионной техники. В частности, это относится к цветному телевидению, использующему дециметровый участок ультракоротких волн. Методы радиолокации оказались чрезвычайно плодотворными для развития новой науки – радиоастрономии, интенсивное проникновение которой в тайны космоса началось после второй мировой войны, хотя еще в довоенное время удалось зарегистрировать отражения радиоволн от Луны и обна-

ружить радиоизлучение Солнца. Уже в 1945-1946 гг. в США и Венгрии были проведены опыты локации Луны. С помощью мощного передатчика на Луну был направлен сигнал радиолокатора, а приблизительно через 3 сек. отраженный сигнал вернулся на Землю. Расстояние до Луны, измеренное радиоэхом, согласуется с данными других способов измерений.

Говоря о радиолокации как о методе обнаружения и определения местонахождения объектов в воздухе, на суше и на воде посредством радиоволн, следует отметить, что возможность их использования для осуществления подводной связи, пеленгации и локации исключается из-за их поглощения в воде. Единственным типом сигнала, пригодным для этой цели, является ультразвук. Электромагнитные волны, включая и световые, не распространяются в воде вследствие ее электропроводности на сколько-нибудь значительные расстояния, и поэтому звук стал единственным средством связи под водой. Отсюда понятно большое развитие гидроакустики как отрасли военной и навигационной техники. Наиболее интересным случаем применения гидроакустики являются гидроакустические локаторы, или гидролокаторы.

Ультразвук – это механические колебания, распространяющиеся в упругой среде с частотой, лежащей за верхним пределом слышимости человеческого уха, т.е. более 20 кгц. Сейчас имеется техническая возможность получать миллиарды колебаний в секунду.

Ультразвуковая техника получила широкое применение в гидролокации, в ультразвуковой дефектоскопии, в измерительной технике.

Разработка технического применения ультразвуковых колебаний началась во Франции в годы первой мировой войны. Французский ученый Поль Ланжевен разработал методы использования ультразвуковых колебаний для чисто технических вопросов – подводной сигнализации, обнаружения различных объектов в воде, для измерения глубин моря. В России в 1912-1913 гг. инженер К. Шиловский предложил использовать ультразвук для обнаруже-

ния плавающих льдин, а в 1916 г. в Париже он совместно с П. Ланжевеном добился положительных результатов в использовании ультразвука для обнаружения подводных лодок. Впоследствии гидролокация была принята на вооружение морских флотов многих стран.

В науке и в промышленности ультразвук применяется для выявления дефектов в материалах и изделиях, для изучения внутреннего их строения. Ультразвуковая дефектоскопия использует явление отражения звука от поверхности раздела двух сред. Контроль за качеством изделий производится при помощи регистрирующих электронных приборов, в частности катодного осциллографа.

Ультразвуковой метод дефектоскопии позволяет обнаруживать в изделиях несложной формы нарушения однородности, определяя их размеры и положение на глубине от нескольких миллиметров до нескольких метров.

Развитие телевидения

Телевидение основано на следующем принципе. В телецентре передаваемое изображение проектируется объективом на светочувствительную пластинку в специальной электронно-лучевой трубке. Эта пластинка состоит из мелких, изолированных друг от друга фотоячеек (фотоэлементов), в которых при различной их освещенности возникают электрические заряды различной силы. Эти импульсы, усиленные и соответственно обработанные, передаются как видеосигналы и принимаются в телевизионном приемнике. Важнейшей частью этого приемника является приемная телевизионная трубка, имеющая флюоресцирующий экран, покрытый специальным веществом – люминофором.

Электронный луч в трубке, действуя синхронно с передающей станцией, с определенной скоростью обегает экран. Скорость движения электронного луча по экрану новейших телевизоров достигает почти 30 тыс. км/час, что равно скорости движения по

орбите искусственного спутника Земли. Различная сила принимаемых сигналов вызывает в каждой точке приемного экрана различную силу свечения состава. Это и дает при быстрой смене кадров изображение, которое проектируется на экран. Телевизионное вещание можно рассматривать как высшую форму радиовещания, соединяющее в себе одновременно передачу по радио звука и изображения.

Первое усовершенствование в области передачи изображения на расстояние разработал в 1878 г. французский ученые Де Пайва. Он предложил поочередную передачу по одной паре проводов электрических импульсов, интенсивность которых соответствует степени освещенности отдельного фотоэлемента "трубки". Однако технические средства того времени не позволяли осуществить эту идею на практике.

В истории развития телевидения особенно важным было изобретение так называемого "электрического телескопа", предложенного в 1884 г. немецким изобретателем П.И. Нипковым. Изобретение Нипкова положило начало разработке принципа механического разложения (развертки) изображения на элементы (механическое телевидение). У Нипкова для развертки применялся непрозрачный вращающийся диск со спирально расположенными отверстиями малого диаметра.

Каждое отверстие пропускало свет поочередно от отдельных элементов изображения, и при вращении диска отверстия как бы прочеркивали строчку, т.е. за полный оборот диска передавался один кадр. Световые сигналы, поступающие через отверстия и передающие разную силу освещенности изображения с помощью селенового фотоэлемента, превращались в электрические импульсы (видеосигналы) и передавались по проводам.

Этот период развития телевидения сменился после окончания первой мировой войны периодом механического телевидения, длившимся приблизительно до середины 30-х годов.

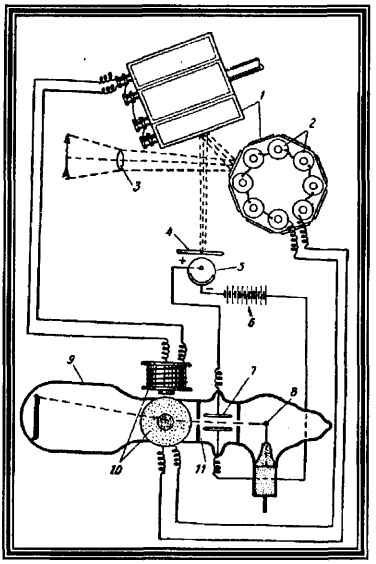


Схема телевизионной системы Б. Розинга:
1 – зеркальные группы барабанов с катушками синхронизации;
2,3 – линза;
4 – экран с отверстием;
5 – фотоэлемент;
6 – батарея;
7 – пластины конденсатора;
8 – катод;
9 – электронно-лучевая трубка с экраном;
10 – электромагниты отклонения электронного пучка;
11 – диафрагма с отверстием

Возможности для разрешения проблемы телевидения на основе механических систем, и прежде всего при помощи диска Нипкова, появились лишь в 20-х годах на основе использования ламповых усилителей и передатчиков. В 1925-1926 гг. многочисленные попытки Дж. Л. Бэрдом в Англии и Н.Ф. Дженкинсом в США. Аналогичные работы в области телевидения стали проводиться в то же время и в нашей стране А.А. Чернышевым, а также во Франции и Германии. Еще в 1907 г. русским ученым Б.Л. Розингом было предложено для воспроизведения телевизионных изображений использовать электронно-лучевую трубку, известную тогда как катодную трубку Брауна. Б.Л. Розинг использовал механическую систему развертки для передачи изображения, а электронную – для его приема, а также впервые применил вместо селеновых щелочные фотоэлементы с внешним фотоэффектом.

Сигналы от фотоэлемента подавались на пластины конденсатора, между которыми проходил электронный пучок, что вместе со специальной диафрагмой с отверстием позволяло осуществлять управление яркостью свечения экрана.

Современные электронно-лучевые трубки – результат работ многих изобретателей. Сначала – в 10-20-х годах – эти трубки

имели серьезные недостатки, например, в конструкции фотокатода; не было еще устройств для усиления импульсов, поскольку электронные лампы были еще крайне несовершенны. Однако уже в начале 20-х годов высказываются идеи об использовании радио для передачи изображений без проводов: проводятся первые опытные телепередачи на большие расстояния, возникает и само слово "телевидение".

К 30-м годам XX в. в результате больших достижений в усовершенствовании ламповых усилителей, фотоэлементов и вакуумной техники положение изменилось. Внимание к электронно-лучевым трубкам возросло, и в начале 30-х годов они в телевизионных приемных устройствах вытеснили механические системы с диском Нипкова. С начала 30-х годов начался период становления электрического телевидения, который продолжался до конца второй мировой войны.

Развивая принцип работы приемной трубки, использованной Б. Розингом, В.К. Зворыкин в 1929 г. в США создал приемную трубку с электростатической фокусировкой, названную им кинескопом.

Во всех передающих телевизионных трубках современных типов элементы оптического изображения поочередно преобразуются посредством фотоэффекта в электрические сигналы. Первую, еще несовершенную, передающую телевизионную трубку, основанную на этих принципах, предложил в 1923 г. В.К. Зворыкин. Передача изображения в трубке была основана на разложении изображения, проектируемого на многоэлементный (мозаичный) фотокатод электронным лучом. Однако из-за сложности и несовершенства многоэлементного фотокатода эта трубка не получила применения. В 1928 г. в США была создана передающая трубка имэдж-диссектор, также обладавшая рядом крупных недостатков.

Идея трубки с емкостным накоплением заряда была предложена в 1930 г. советским физиком А.П. Константиновым и В.К. Зворыкиным. В 1931-1932 гг. советским ученым С.И. Китаевым было разработано устройство передающей электронно-лучевой трубки с мозаичным фотокатодом и переносом электронного изображения быстрыми электронами. Одновременно В.К.

Зворыкин создает такую трубку и в США, где она была с успехом применена и получила название иконоскоп.

Иконоскоп явился первой передающей трубкой, позволившей практически разрешить задачу получения телевизионного изображения довольно большой четкости. Появление иконоскопа открыло новый, современный этап в развитии телевидения. Однако иконоскоп имел ряд серьезных недостатков. Дело в том, что электронный луч, ударяя в мозаику с большой скоростью, выбивает из нее вторичные электроны, которые падают на мозаику и частично нейтрализует ее элементы, что снижает рабочую чувствительность трубки. В результате, из-за такого случайного распределения зарядов, на изображении появляются темные или светлые пятна.

В 1933 г. советскими учеными П.В. Тимофеевым и П.В. Шмаковым была создана новая конструкция передающей трубки. В этой трубке, названной по принципу своего действия иконоскопом с переносом изображения (известную теперь как супериконоскоп), имелись два отдельных электрода – фотокатод и мозаичная мишень. Оптическое изображение проецировалось не на мозаику, а на полупрозрачный сплошной фотокатод с последующим переносом электронного изображения на мозаику, которая подвергалась развертке электронным лучом.

В самом начале телевизионного вещания в 1940-1941 гг. система телевидения в США была упорядочена. Установленный при этом стандарт предусматривал высококачественное изображение с числом строк разложения 525 при 300 кадрах в секунду.

Стремясь более рационально использовать объем ящика телевизоров, конструкторы создали новые типы телевизионных трубок. Так, в 1955 г. был предложен образец оригинальной конструкции кинескопа, имеющего форму плоской (без выступающих частей) коробки с вакуумом. Электронный прожектор в этом кинескопе расположен сбоку, в верхнем углу боковой стенки. Отклонение электронного луча производится системой вертикальных и горизонтальных отклоняющих пластин, один ряд которых вмонтирован в верхней узкой стенке, а другой – в большой задней стенке. Отклоняющая система заставляет электронный луч изменять свое направление и попадать на внутреннюю сторону экрана (несущего

определенный электрический заряд), покрытую светящимся фосфором, т.е. на экране получается обычный телевизионный растр. Преимущества кинескопа такой формы очевидны, а его разрешающая способность значительно выше, чем у обычных кинескопов – она достигает 2 тыс. строк.

В Советском Союзе, как и за границей, уже давно ведутся работы в области цветного телевидения.

Идея передачи цветного изображения основывается на особенностях восприятия цветов глазом. Задача сводится к выделению каждого из основных цветов, передаче и воспроизведению их соответствующим аппаратом в отдельности и совмещению на одном экране. Аналогично решается вопрос в полиграфии при цветном печатании, но, конечно, цветные электронные телевизионные системы представляют в этом отношении большие трудности.

Попытки найти способ передачи цветных изображений делались неоднократно. Еще в 1925 г. в СССР инженер И.А. Адамян, работая над оптико-механическими телевизионными системами, предложил принцип последовательной передачи трех основных цветов изображения. Однако в то время еще не было условий для реализации идеи цветного телевидения.

Впервые опыт цветного телевидения по этому принципу был осуществлен на малом экране Дж. Бэрдом в Англии в 1928 г. В 1940-1941 гг. опыты передачи цветного телевидения с последовательной передачей цветов проводились в США. После войны американский ученый П. Гольдмарк разработал практически осуществимую систему цветного телевидения с последовательной передачей цветов.

Хотя цветное телевидение с кадровой сменой цветов при помощи вращающегося диска является в принципе наиболее простым, осуществление цветной передачи при этом все же имеет ряд недостатков. При передаче происходит изменение цветов из-за набегания одного цвета на другой, а при быстром движении объекта возникают цветные ореолы. Кроме того, телевизионные приемники, созданные по этой системе, крайне громоздки и неудобны.

Развитие техники цветного телевидения в последнее время позволило создать более совершенные и компактные образцы теле-

визионной аппаратуры. Так, разработанный в последние годы плоский (в виде прямоугольного параллелепипеда) кинескоп позволяет значительно упростить схему "цветного" телевизора. Внутренняя поверхность передней стенки колбы имеет "цветной" мозаичный флуоресцирующий слой. Непосредственно за экраном размещается так называемая теневая маска – непрозрачная для электронного луча защитная пластинка с огромным количеством небольших отверстий, а сама трубка имеет трехлучевую электронную пушку (катод) и сложную систему развертки. Чтобы направить электронный пучок на экран и осветить его в нужной в данный момент точке нужным цветом, этот пучок проходит через маску так, что каждый из трех лучей возбуждает в соответствующей точке цветную мозаику экрана, создавая только свое светящееся определенным цветом пятно. С помощью маски, таким образом, производится разделение цветных составляющих. Здесь, как и обычно, оперируют с тремя основными цветами, причем масса очень близко расположенных отдельных точек (разного цвета свечения) изображения на таком трехцветном мозаичном экране сливается при просмотре в общую цветную картину. Такие телепередачи содержат дополнительный сигнал, который изменяет соотношение интенсивности трех "цветных" лучей трубки. При этом обеспечена возможность приема обычных черно-белых изображений.

Развитие полупроводниковой техники

В течение 20-х и 30-х годов физика твердого тела развивалась почти исключительно как отвлеченная наука. Однако в дальнейшем это развитие привело к созданию полупроводниковых приборов, термоэлектрогенераторов, сегнетоэлектрических и фотоэлектрических приборов, ферритов, оказавших ныне революционизирующее влияние на современную технику. В 1929 г. советский ученый А.Ф. Иоффе высказал смелую мысль о возможности получения с помощью термоэлектрического генератора из полупроводников электроэнергию с КПД в 2,5-4%. Уже в 1940-1941 гг. в Советском Союзе были получены полупроводниковые термоэле-

менты с КПД в 3%. В настоящее время КПД термобатарей достигает 11%, что не является пределом.

Если в полупроводниковом термоэлементе вместо нагрева пропускать электрический ток, то на определенном участке цепи происходит понижение температуры. На этом основано действие термоэлектрических холодильников и нагревателей. При этом применение такого охлаждения ограничивается еще теми устройствами, где невозможно установить сложные, крупные машины, где расход электроэнергии невелик. С помощью термоэлементов можно автоматически поддерживать в помещениях постоянную температуру зимой и летом.

Крупные успехи, достигнутые в области физики полупроводников в СССР, а также в других странах, привели в 1954 г. к созданию кремниевого фотоэлемента. В этом же году впервые была построена "солнечная батарея", состоящая из большого числа кремниевых фотоэлементов. В начале 1955 г. были созданы фотоэлементы с КПД до 6%, а в последние годы – с КПД, равным 10%. В настоящее время имеются фотоэлементы, дающие 50-100 вт мощности с каждого квадратного метра освещенной Солнцем поверхности. Созданы также кремниевые "солнечные батареи" с КПД, равным 10-11%.

Во второй половине 20-х годов были испытаны и первые твердые выпрямители переменного тока весьма простой конструкции – в виде окисленной медной пластинки, а позже – из селена. Но особый интерес представляют полученные в последние годы полупроводниковые выпрямители, превращающие переменный ток в постоянный почти без потерь энергии.

Вначале серьезным недостатком твердых выпрямителей были значительные тепловые потери. Использование новых веществ, в частности германия, резко снизило потери. На основе более глубокого изучения полупроводников в СССР и других странах были созданы опытные образцы выпрямителей переменного тока из германия и аналогичных полупроводниковых материалов с КПД до 98-99%.

На смену ламповым диодам, триодам, тетродам и другим электронным лампам приходят полупроводниковые (в частности, гер-

маниевые) приборы – транзисторы (кристаллические триоды). Появление транзистора, прибора, использующего полупроводниковые свойства германия и кремния для генерирования и усиления электрических колебаний, стимулировало бурное развитие полупроводниковой техники. В 1959 г. мировое производства транзисторов составило свыше 100 млн.

Создание полупроводниковых приборов и освоение их производства является сложным технологическим процессом, требующим организации производства ультрачистых германия и кремния и последующего введения в них малых количеств примесей, применения ряда химических соединений.

В 30-х годах в Германии и в некоторых других странах был проявлен интерес к полупроводникам, в частности к германию и кремнию, и в результате были начаты исследования в этой области. Однако эти исследования были вскоре же приостановлены из-за неудач при работе с недостаточно чистыми (по теперешним представлениям) германием и кремнием. Лишь в начале второй мировой войны в связи с необходимостью обеспечить прием и выпрямление сантиметровых волн для радиолокации, в США были введены и получили широкое применение германиевые и кремниевые детекторы, которые обладают устойчивостью в отличие от прежних детекторов радиолюбителей. Вскоре после войны были разработаны полупроводниковые – германиевые и кремниевые – усилители и генераторы, созданные на более совершенной технической основе.

Таким образом, в XX в., особенно после первой мировой войны, возникли и получили затем значительное развитие совершенно новые отрасли техники, связанные с различными формами использования электричества, а также с использованием электромагнитных колебаний, что глубочайшим образом изменило всю современную технику. Наконец, середина XX в. благодаря внедрению электроники в счетную машинную технику ознаменовалась бурным развитием механизации умственного труда.

Электронные вычислительные машины

Для облегчения труда человека еще в 1645 г. французский физик Блез Паскаль впервые построил суммирующую машину, модифицированную в 1694 г. немецким ученым Лейбницем.

К середине XIX в. относятся первые попытки создания цифровых вычислительных машин на механической основе (например, Ч. Беббиджем в Англии). Всевозможные механические и электромеханические счетные устройства стали входить в практику во второй половине XIX в. Они служили главным образом для ускорения вычислений в бухгалтерии и статистике. В 1878 г. в России П.Л. Чебышев сконструировал оригинальную суммирующую машину типа арифмометра для сложения и вычитания, дополнив ее вскоре устройствами для умножения, что позволило выполнять все четыре арифметические действия. В 1874 г. в России инженер В.Т. Однер сконструировал новый арифмометр, применив в нем более совершенный установочный механизм. Этот арифмометр получил широкое распространение. Некоторые элементы его используются на практике до настоящего времени.

Одной из первых цифровых систем управления, использующих принципы счетно-машинной техники, явилась система управления (правда, довольно примитивная) в ткацкой машине французского изобретателя Ж.М. Жаккара. В середине 80-х годов он разработал специальное приспособление к ткацкому станку. Лента с отверстиями, расположенными в определенном порядке, управляла механизмом станка, предназначенного для выработки крупноузорчатых тканей, причем, в соответствии с расположением отверстий на ленте, получались и соответствующие узоры.

Быстрое развитие счетно-аналитических машин началось после первой мировой войны. Целый ряд счетно-аналитических машин конструируется в СССР, США и других странах.

Важнейшее значение имело появление механических и электромеханических математических машин непрерывного действия. Создание математических устройств, оперирующих не числами, а непрерывно меняющимися величинами, было вызвано потребностями землеустройства и геодезии (в частности, измерение площа-

дей фигур с криволинейными границами) еще в середине прошлого века. Таковы планиметры русского инженера П.А. Зарубина и немецкого изобретателя А. Амслера, созданные в 1854 г. Первая в мире математическая машина для интегрирования дифференциальных уравнений была создана академиком А.Н. Крыловым при участии механика Р.М. Ветцера в 1911-1912 гг. в Петербурге.

В макете машины были применены механические суммирующие, множительные и интегрирующие устройства. В основном эта машина была подобна позднейшим устройствам для решения дифференциальных уравнений, называемых дифференциальными анализаторами (механические интегрирующие машины). В США над аналогичными машинами с 1920 г. работал В. Буш, создавший свой первый дифференциальный анализатор в 1925 г.

В годы второй мировой войны в США были построены электромеханические автоматические машины, в частности пущенная в Гарвардском университете в 1944 г. "МАРК-1", в которой использовались элементы техники построения счетно-аналитических машин с применением перфокарт.

Особенное значение приобрели электронные вычислительные машины. С их появлением вычислительная техника вступила в новую фазу развития.

В связи с бурным развитием электроники после второй мировой войны появилась возможность создания совершенных математических машин-устройств, производящих математические и логические операции над вводимыми в них данными и дающих результаты в удобном для использования виде.

Современная электронная вычислительная машина является сложным устройством. Все элементы подобных машин скомпонованы в единый сложный механизм. Эти электронные машины, обладая огромной скоростью работы, позволяют выполнять вычисления очень большого объема, которые раньше были практически недоступны. Кроме того, эти машины незаменимы для задач, требующих очень большой скорости решения. Решение целого ряда задач, связанных с управлением реактивными самолетами и снарядами, невозможно без применения быстродействующих счетных машин.

39. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА МАШИН

Массовое поточное производство – характерная черта машиностроения в XX в.

В первой половине XX в. шло исключительно быстрое развитие электромашиностроения, автомобилестроения, тракторостроения, приборостроения, авиации, двигателей внутреннего сгорания и других отраслей машиностроения. Развитие машиностроения вызвало к жизни новые технологические процессы и новое оборудование, что потребовало значительно большей точности в изготовлении машин. Для производства стали применять различные металлы и сплавы, начиная с легких сплавов и кончая различными видами специальной стали с высокими механическими качествами.

Машиностроение получило от новых отраслей техники не только заказ на изготовление более совершенных машин, но и широкие возможности для развития, улучшения технологии производства. Прогресс новых отраслей техники обусловил глубокие изменения в производстве современных машин. Электротехника, например, позволила создать металлорежущие станки с гибким управлением, а также электрифицировать ряд технологических процессов. Большую роль в машиностроении начала играть электроника, без которой немыслима широкая автоматизация машиностроения.

Характерной особенностью современного машиностроения является переход к массовому специализированному производству, связанному с выпуском однотипной стандартной продукции. Это стало возможным только в результате использования принципа взаимозаменяемости деталей, который способствовал широкому внедрению массового производства в совершенно новые отрасли техники, и особенно в машиностроение.

Другой особенностью современного машиностроения является организация поточного производства, при котором изготовление и сборка изделий осуществляются в поточных линиях, представляющих собой совокупность рабочих машин и рабочих мест, расположенных по ходу технологического процесса изготовления изделий.

Развитое поточное производство характеризуется передачей обрабатываемых изделий на следующую операцию немедленно после выполнения предыдущей при помощи специальных межоперационных транспортных устройств (рольгангов, склизов, конвейеров и т.д.). Это обеспечивает равномерный ход производства, ритмичный запуск и выпуск продукции, высокую производительность труда, а также снижение себестоимости изготовляемого изделия. Высшей стадией развития поточного производства является непрерывность всего технологического процесса, основанного на полной автоматизации.

Современное поточное производство было впервые организовано в автомобильной промышленности. Возникновение поточного производства обычно связывают с деятельностью американского капиталиста Генри Форда. В 1913 г. он на своем заводе применил конвейеры для механизации внутризаводского транспорта при сборке автомобилей. В то время автомобиль Форда состоял приблизительно из 5 тыс. частей.

Вначале первые автомобили собирались на земле, причем рабочие подносили требующиеся для этого части по порядку на место сборки. Инженеры Форда разработали новую организацию работ, при которой детали доставлялись к рабочим местам. Основная идея нового метода заключалась в том, чтобы рабочий по возможности при сборке не делал больше одного шага в сторону, чтобы при работе ему не приходилось наклоняться вперед или в стороны.

Применение сборочного конвейера позволило Форду добиться принудительного поддержания установленного темпа работы и значительно интенсифицировать труд рабочих. Внедрение этой системы организации труда и управления производством, получившей название "фордизмом", стимулировалось стремлением к получению высоких прибылей на основе максимального повышения интенсивности труда.

Развитие металлорежущих станков в условиях массового поточного производства

Особенностью современного станкостроения является то, что для удовлетворения потребностей производства необходимо вы-

пускать большое количество типов станков, начиная от небольших настольных станков, применяемых для изготовления мельчайших деталей приборов, часов и т.д., до тяжелых станков, предназначенных для обработки деталей диаметром до 20 м и весом свыше 250 т. Однако среди этого разнообразия станков можно видеть, что одним из основных направлений технического развития машиностроения является переход к широкому внедрению полуавтоматов и автоматов, специальных (особенно агрегатных) станков. Именно использование такого парка станков позволило создать автоматические поточные линии.

В XX в. массовое производство сначала получило распространение при изготовлении болтов, винтов, штифтов, гаек, шайб, т.е. небольших деталей. Для производства таких деталей впервые и были созданы автоматы и полуавтоматы.

В массовом, крупносерийном и отчасти серийном производствах большое распространение получили токарные полуавтоматы. Они предназначаются преимущественно для тяжелых и сложных работ. В таких станках неавтоматизированным остается лишь установка и закрепление заготовок, пуск станка и снятие обработанного изделия.

Вначале широкое применение полуавтоматы получили в Германии в 30-х годах XX в., когда крупные немецкие фирмы "Магдебург", "Леве" и другие стали выпускать их для военной промышленности.

Развитие авиационной, автомобильной, тракторной и военной областей промышленности США потребовали от американского станкостроения создания полуавтоматов, и в особенности автоматов. В 30-х годах производством таких станков занимались 17 ведущих станкостроительных фирм.

Вслед за США и другие страны (Англия, Канада и Германия) приступили к освоению производства автоматов. Так, например, в Англии было налажено производство многошпиндельных прутковых автоматов, а затем английская фирма "Вобстер-Бент" начала выпускать многошпиндельные автоматы типа "КОН".

Важнейшими факторами, определяющими эффективность обработки металлов резанием, являются скорость резания, нагрузка на режущий инструмент, длина контакта режущего инструмента с

изделием, степень непрерывности процесса резания и количество операций, необходимых для обеспечения требуемой конфигурации деталей и качества обработки.

Высокие скорости и давления, применяемые в современной технике, вынуждают изготовлять детали этих машин с высокой степенью точности. Современные станки обрабатывают детали с точностью, измеряемой долями микрона. Это обусловило появление и развитие таких прецизионных станков, как координатно-расточные, координатно-шлифовальные и другие. Производство таких точных станков наиболее широко освоено в последние годы в Швейцарии, где развиты приборостроение и часовая промышленность.

На современных машиностроительных заводах с массовым производством огромное значение приобретает техническая проверка качества изготовляемых деталей машин. На техническом контроле занято большое количество квалифицированных рабочих, техников и инженеров. Так, на подшипниковых заводах 20-25% и на автомобильных 12-15% всего количества производственных рабочих является контрольным персоналом. Все это вызвало необходимость широкого внедрения автоматизации контроля.

Наиболее полное развитие автоматизация приемочного контроля и сортировки деталей получила в подшипниковой промышленности. Ярким примером этого являются автоматы для сортировки по диаметру шариков, конических роликов, сортировки внутренних и наружных колец и шарикоподшипников, созданные и внедренные в производство на подшипниковых заводах в 40-50-х годах.

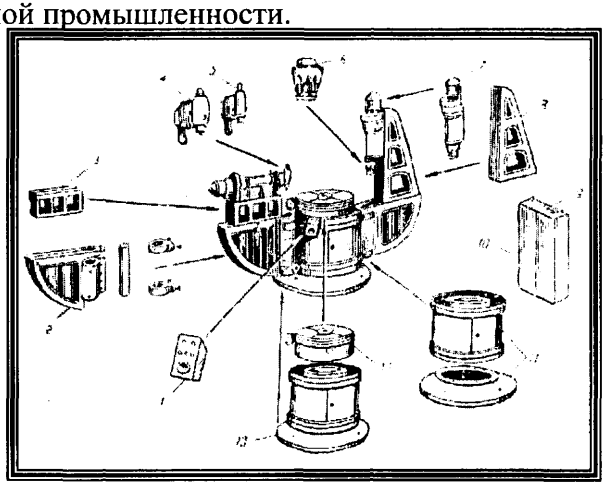
Современные высокопроизводительные металлорежущие станки, построенные на широком использовании принципов многоинструментности и многопозиционности, как правило, специализированы и часто предназначаются для выполнения определенной операции. На автомобильных заводах количество специальных станков достигает 60-70%.

Агрегатные станки позволяют выполнять на одном станке различные виды обработки изделий одновременно несколькими инструментами, что значительно снижает трудоемкость механический обработки деталей.

Если раньше технологический процесс изготовления изделий строился в соответствии с наличным парком станков, то в последнее время в зависимости от требующейся обработки деталей из унифицированных и взаимозаменяемых узлов создаются специальные многопозиционные агрегатные станки, причем на смену принципа упрощения и дифференциации операций обработки приходит принцип максимальной концентрации механической обработки на одном станке.

На многопозиционных агрегатных станках самодействующие головки имеют несколько инструментов. Операции подвода, отвода и рабочей подачи инструментов осуществляются головками автоматически, причем их число на одном агрегатном станке достигает 8-12. Такие головки приводятся в действие гидравлическим и электрическим двигателем.

Агрегатные станки начали применяться в первой четверти XX в. в Германии для производства швейных машин, а потом в США в автомобильной промышленности.



Основные нормализованные узлы многопозиционного агрегатного станка: 1 – пульт управления; 2 – горизонтальный кронштейн; 3 – промежуточная плита; 4, 5 – фрезерные насадки головок; 6 – многошпиндельная сверлильная насадка; 7 – силовая головка; 8 – вертикальный кронштейн; 9 – командный аппарат; 10 – электрошкаф; 11 – станина; 12 – стол с автоматическим делением; 13 – станина

Переход к автоматическим станочным линиям

Агрегатные станки приобрели особое значение в связи с появлением и развитием автоматических станочных линий.

Впервые автоматическая станочная линия была установлена в Англии в 1923-1924 гг. компанией "Моррис Моторз" для механической обработки блоков цилиндров и других крупных деталей. Она выполняла 53 операции и обрабатывала 15 блоков в час. Линия обслуживалась 21 оператором. Однако, так как управление этой линией осуществлялось с помощью лишь механических рычагов управления, она оказалась ненадежной в эксплуатации.

В 1928 г. фирма "А.О. Смит энд Ко" построила завод в Милуоки, на котором было полностью автоматизировано производство автомобильных рам. Изготовление рам начиналось с получения стальной полосы, которая сначала проходила через контрольную позицию, где она проверялась и выправлялась. Затем по мере продвижения по автоматической станочной линии полоса резалась, гнулась, пробивалась и прессовалась, приобретая различные формы, необходимые для различных частей шасси. Так же автоматически все части собирались и клепались, и затем собранные рамы обрабатывались металлическими щетками и протирались для последующей окраски. На линии, обслуживаемой 120 рабочими, главным образом наладчиками и ремонтными рабочими, ежедневно производилось около 10 тыс. рам. Таким образом, на каждую раму затрачивалось только 16 человеко-минут.

В 1929 г. фирма "Грехем Пейдж Моторс" создала автоматическую систему машины на базе агрегатных станков для обработки блока цилиндров. Большой интерес представляет автоматическая линия, созданная фирмой "Джон Бертрам" в Канаде на основе агрегатных станков.

Автоматические станочные линии соединяются друг с другом с помощью автоматических конвейеров, в результате чего создаются линии длиной до 500 м и более. По всей длине линий работы производятся исключительно автоматически, рабочие используются только для ремонта и наблюдения за агрегатами.

Так, например, на 42 соединенных между собой автоматических станочных линиях, предназначенных для механической обработки шестицилиндровых блоков, на заводе автомобильных моторов в Кливленде выполняются 530 операций, а также многие операции по контролю за качеством изделий, в результате которых грубая отливка блока превращается в законченное, готовое для сборки изделие. Потребность в рабочих на этой линии, обрабатывающей до 5 т блоков в день, сократилась со 117 до 41 человека.

Первые автоматические поточные линии предназначались лишь для механической обработки металла. В последние годы они производят также термическую и термохимическую обработку, обработку давлением, сварку, сборку и др. В настоящее время в ряде стран, и прежде всего в Советском Союзе, осуществляется переход от автоматизированных поточных линий к полностью автоматизированным цехам и заводам.

Завод-автомат – большое достижение в области создания поточного автоматизированного производства. Его особенностью является то, что он включает не только механическую обработку, но и другие технологические процессы. Созданием автоматического завода поршней в нашей стране было положено начало осуществления комплексной автоматизации в машиностроении.

В США подобный автоматический завод был создан фирмой "Понтиак" лишь в конце 1954 г. Производительность этого завода достигла 200 поршней в час, однако производственный процесс на нем начинается с обработки грубо обточенных отливок поршня, а не с получения отливки и ее обработки на самом заводе.

В последние годы в нашей стране сконструированы роторные линии, на которых осуществляются штамповочные, прессовые, химические, термические, сборочные и контрольные операции. Впервые роторные автоматические линии были спроектированы в СССР инженером Л.Н. Кошкиным. Эти линии и нашли довольно широкое применение в отдельных отраслях народного хозяйства. Они состоят из так называемых роторных операционных машин, расположенных в технологической последовательности и соединенных между собой транспортными роторами, имеющими общий

привод. Одним из показателей эффективности таких линий является коэффициент их использования. Практикой установлено, что на роторных линиях, состоящих из 10-12 машин, коэффициент использования линий колеблется в пределах 90-95%, в то время как коэффициент использования лучших современных станков прерывного действия составляет 75-80%.

В последнее время наметилось новое направление в автоматизации металлорежущих станков – программное регулирование станков, создание станков с программным управлением.

В начале 50-х годов Массачусетским технологическим институтом в США была разработана и применена в военной промышленности система автоматического управления станками при помощи перфорированных карт с нанесенными "программами" рабочего процесса, заданными в виде определенной математической зависимости.

Такая система делает возможным автоматизацию универсального оборудования, быструю его переналадку. Она обеспечивает высокую точность обработки изделий, одновременное дистанционное управление рядом станков, повышение коэффициента использования оборудования, а также изготовление однотипной стандартной продукции различными предприятиями, находящимися в различных районах страны и даже в разных странах. При системе программного регулирования подготовка производства может быть осуществлена и вне данного предприятия.

Усовершенствование электросварки и других методов технологии машиностроения

Одним из важнейших достижений в области металлообработки является электросварка. Со времени изобретений Н.Н. Бенардоса и Н.Г. Славянова сварка металлов получила всестороннее развитие, а в настоящее время является одной из основных отраслей технологии машиностроения. В настоящее время самолетостроение, судостроение, производство тепловозов, электровозов, вагонов, платформ, цистерн и т.д. немыслимо без применения как электрической, так и газовой сварки.

Применение сварки дает большой экономический эффект. Так на Ново-Краматорском заводе тяжелого машиностроения к концу 1960 г. было переведено на сварное исполнение до 30 тыс. т литых конструкций, что позволило уменьшить расход стали на 4 тыс. т.

На протяжении первой половины XX в. основной тенденцией в развитии технологии сварки является автоматизация. В последние годы во многих странах разработан целый ряд процессов автоматической одно- и многодуговой сварки. При этом в последнее время наметился переход от отдельных автоматических устройств и машин к автоматизированным сварочным линиям.

Выдающихся успехов в развитии электросварки добился советский ученый Е.О. Патон. В 1930 г. по его инициативе был создан Научно-исследовательский институт электросварки при Академии наук УССР. Е.О. Патон со своими учениками много сделал для решения проблемы автоматизации электросварочных процессов им был создан способ сварки под флюсом, разработаны методы повышения прочности сварочных швов.

В годы Великой Отечественной войны Е.О. Патон руководил работами по изысканию способов сварки специальных сталей и внедрению электросварки в оборонную промышленность. При его участии были созданы первые поточные линии в сварочном производстве и автоматизированы сварочные работы в разных отраслях промышленности. Крупнейшим достижением советской науки и техники явилось сооружение первого в мире цельносварного моста через Днепр под Киевом, осуществленное в 1953 г. под руководством Е.О. Патона.

В нашей стране разработана и получила значительное применение в производстве газоэлектрическая сварка, в частности, сварка плавящимися электродами в защитной среде углекислого газа. При этом замена дефицитных аргона и гелия дешевым углекислым газом не приносит ущерба качеству сварных соединений из углеродистых низколегированных и высоколегированных сталей.

В последние годы начала быстро развиваться холодная сварка металла (без нагрева).

По этому методу соединяемые детали прижимают друг к другу при высоком давлении, в результате чего происходит очищение

мест сварки от окисных пленок и сближение металлов на расстояние эффективного атомного взаимодействия. Применение холодной сварки повышает производительность труда и сокращает затраты энергии; кроме того, во время сварки металл не изменяет своей структуры.

Таким образом, основным направлением технического прогресса в машиностроении является переход к автоматической системе машин, к автоматизации производства. Современное развитие машиностроения базируется на создании высокопроизводительных станков, кузнечно-прессового оборудования, на достижениях литейного производства, а также на внедрении прогрессивных технологических процессов.

40. РАЗВИТИЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Техника металлургии

Основные черты развития черной металлургии

В XX в., особенно после первой мировой войны, техника предъявила новые требования к металлургии как в количественном, так и в качественном отношениях.

Как и прежде, главным материалом современной техники продолжает оставаться железо (точнее – различные его сплавы), которое является основным компонентом всех видов стали и чугуна. В середине века расход железа и его сплавов составил по весу около 92-93% общего расхода всех применяемых материалов.

Характерными чертами современного технического развития черной металлургии, обеспечивающего высокие темпы роста производства различных марок стали, а также чугуна, проката и т.п., является повышение выплавки электростали, внедрение выплавки и разливки стали под вакуумом, внедрение непрерывной разливки стали, увеличение выплавки с применением дутья, обогащенного кислородом, выплавки доменных ферросплавов, производство новых профилей проката.

В области цветной металлургии на протяжении XX в. растет производство алюминия, значительно расширяется производство редких металлов: титана, германия, циркония, ниобия, тантала и др., а также радиоактивных, рассеяных элементов, увеличивается выпуск металлов высокой частоты для обеспечения дальнейшего развития электроники, радиотехники и производства жаропрочных сплавов.

Главное в развитии металлургии заключается не только в количестве выплавляемого металла, но и в изменении его качества. Техника XX в. – техника высоких давлений и температур, больших скоростей – потребовала новых металлов для изготовления машин, аппаратов и приборов. Техника требовала металлов, обла-

дающих значительно более высокими механическими свойствами, а также целым рядом специальным свойств. На смену обычной пришли качественная и легированная сталь.

Углеродистая качественная сталь отличается от обычной стали более низким содержанием вредных примесей (фосфора, серы), узкими пределами по углероду и повышенными механическими показателями.

Еще более важное значение имело появление в самом начале XX в. легированной стали, а затем и многих марок высоколегированной стали, которые обладают не только высокими механическими, но и специальными физическими свойствами. Легированная сталь содержит небольшое количество серы, фосфора, кислорода и других примесей. Для придания специальных свойств в эту сталь вводятся так называемые легирующие элементы: марганец, никель, хром, вольфрам, молибден, ванадий, кобальт, титан и целый ряд других, что увеличивает твердость стали, предел ее прочности, предел текучести и др.

Следует подчеркнуть, что история развития важнейших в современной технике металлургических сплавов – жаропрочных и жароупорных – тесно связана с развитием двигателей внутреннего сгорания, и прежде всего реактивных двигателей. В настоящее время это в значительной мере относится к газовым турбинам, в частности авиационным. Жаропрочные стали и сплавы необходимы для изготовления лопаток (рабочих и сопловых), турбинных дисков и деталей камеры сгорания реактивных двигателей. В реактивных двигателях жаропрочные высоколегированные стали и сплавы должны обладать высокими механическими свойствами при температурах выше 550°С, а также противостоять окислению в газовой среде.

Хотя в производстве стали уже давно применяется целый ряд различных автоматических приборов и механизмов, однако уровень автоматизации здесь далеко не достаточен. Еще сложней решается проблема автоматизации доменного процесса. Вообще работы по автоматизации в металлургии отличаются рядом особенностей и представляют большие трудности в основном из-за того,

что основные металлургические процессы связана с неоднородными веществами и протекают при крайне разнообразных условия.

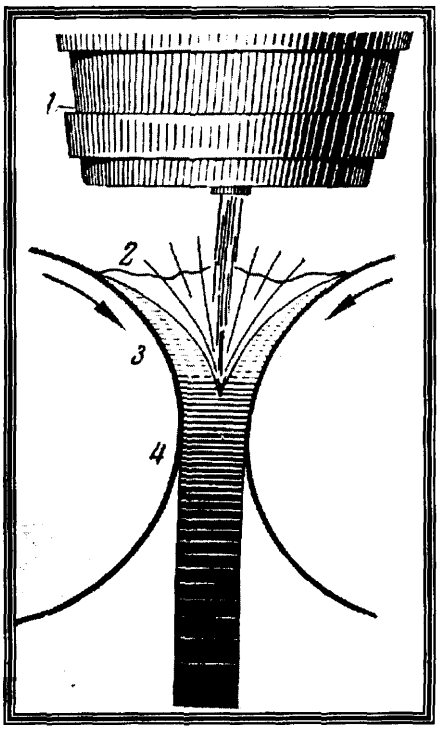


Схема метода бесслитковой прокатки стали, предложенного Г. Бессемером:
1 – разливное устройство;
2 – жидкий металл;
3 – зона кристаллизации;
4 – зона деформации

Значительным шагом на пути к автоматизации являются установки для непрерывной разливки стали. По насыщенности автоматикой, а также по своей мощности и производительности эти установки выделяются среди металлургической техники.

При непрерывной разливке стали расплавленный металл из ковша попадает в приемники специальных четырехгранных изложниц-кристаллизаторов, внутренние стенки которых изготовлены из красной меди. Процесс разливки и затвердения стали проходит в этих закрытых вертикальных изложницах.

С помощью мощной системы водяного охлаждения стенки изложниц омываются циркулирующей водой, быстро охлаждающей металл. Наружные слои жидкого металла кристаллизируются

(твердеют), на его поверхности образуется корка, которая постепенно утолщается. Внутри слиток стали, оставаясь жидким, продолжает двигаться по кристаллизатору, все время получая сверху новые партии расплавленного металла, проходя в зону вторичного охлаждения. Сильно охлажденный в нижнем конце кристаллизатора и достигший заданной твердости металл подходит к газорежущим аппаратам ("ножницам"), которые режут его на куски, пригодные для прокатки на прокатных станах.

Несмотря на то, что исходные физико-химические и технологические моменты в способах получения железа, стали, чугуна ныне остаются в основном на уровне, зафиксированном достижениями прошлого века, за последние десятилетия, прежде всего на основе применения кислородного дутья, внесено много нового в интенсификацию процесса производства. Применение кислорода в металлургии – это проблема использования кислорода повышенной концентрации в технике получения металлов и сплавов при высоких температурах. Это – сложная комплексная научная и технико-экономическая проблема, чрезвычайно актуальная для современной металлургии.

Идея применения кислорода для интенсификации металлургических процессов была изложена еще Д.И. Менделеевым в книге "Основы химии" в 1869 г.

В 1913-1914 гг. на бельгийском заводе Угре-Мари был осуществлен опыт применения обогащенного кислородом дутья, содержавшего лишь 23% кислорода, в доменной плавке. С середины 20-х годов в ряде стран начали производиться теоретические изыскания, расчеты по интенсификации металлургических процессов кислородом (в частности, по применению кислорода в производстве стали). В 30-х годах систематические работы по применению обогащенного кислородом дутья в доменной плавке были начаты в нашей стране, а также в Германии.

Применение кислородного дутья положило начало по существу новой эпохи в металлургии – ее комбинированию с химической промышленностью, а также с промышленностью строительных материалов, поскольку при этом образуются шлаки и газы особо

ценного состава, служащие исходным сырьем для получения цемента, синтеза аммиака, искусственного жидкого топлива и др.

Появление новых сортов стали вызвало к жизни и новые методы ее производства. Сильное развитие получила электрометаллургия. Преобладающее количество электростали выплавляется в дуговых электрических печах. С 1937-1953 гг. производство электростали в капиталистических странах выросло в 3,8 раза при общем росте производства стали на 61%.

Металлургия легких металлов

Наиболее характерным для металлургии XX в. является развитие массового производства легких металлов, и прежде всего алюминия и магния, а затем и титана. Если производство стали с 1913-1953 гг. увеличилось в 3 с лишним раза, то выплавка алюминия выросла примерно в 30 раз. В 1913 г. во всех странах мира (без СССР) производилось 4,3 тыс. т алюминия, а через 30 лет, в 1943 г., выплавка алюминия достигла 2 млн. т.

С начала 20-х годов сильно выросло и производство магния. Если в 1913 г. мировое производство магния составляло всего несколько тысяч тонн, то в 1953 г. оно достигло (без СССР) 240 тыс. т.

Алюминий очень распространен в земной коре в виде глинозема. Впервые в свободном состоянии он был выделен в 1825 г. датским физиком Г.Х. Эрстедом при действии нагреванием амальгамы калия на хлористый алюминий. Однако в количествах, достаточных для изучения его важнейших свойств, алюминий был получен лишь в 1845 г. немецким физиком Ф. Велером, который в 1827 г. заменил амальгаму калия металлическим калием. Так был получен металлический алюминий и определены его физические и химические свойства.

В 1854 г. А. Сент-Клер Девиль во Франции применил способ Велера для первого промышленного производства алюминия, внеся в него некоторые улучшения. В частности, Сент-Клер Девиль заменил применявшийся в качестве восстановителя калий более дешевым металлическим натрием, а затем очень гигроскопичный летучий хлористый алюминий - двойным хлоридом алюминия и

натрия. Производство алюминия по этому так называемому химическому способу было организовано Сент-Клер Девилем в Жавей, под Парижем. В дальнейшем для получения алюминия при помощи этого способа были построены небольшие заводы в Англии, США и Германии. В течение первых 10 лет после изобретения Сент-Клер Девиля в мире было произведено 10 т алюминия.

В конце 80-х годов прошлого столетия химический способ получения алюминия был вытеснен электролитическим, который позволил резко снизить стоимость металла и тем самым создать условия для быстрого развития алюминиевой промышленности.

Основоположниками электролитического способа алюминия являются Поль Эру во Франции и Чарльз М. Холл в США. В 1886 г. они независимо друг от друга взяли почти аналогичные патенты на получение алюминия электролизом глинозема (окиси алюминия), распространенного в расплавленном электролите (криолитоглиноземный расплав). С этих пор по мере развития электротехники и получения массовых способов выработки дешевой электроэнергии производство алюминия начинает быстро развиваться. Однако до 1913 г. алюминиевая промышленность играет еще относительно небольшую роль, и только первая мировая война положила начало бурному росту производства алюминия.

Таким образом, с начала XX в. во многих странах мира стала создаваться и быстро расти алюминиевая промышленность. В США, Швейцарии и Франции первые заводы промышленного производства алюминия по электролитическому методу были построены в 1888-1889 гг. К началу XX в. электролитическое производство алюминия было организовано в Швейцарии, Англии и Австрии. Несколько позже алюминиевая промышленность появляется и в других странах.

Быстрый рост алюминиевых сплавов в XX в. был вызван прежде всего развитием авиационной промышленности. Начиная с 20-х годов алюминиевые сплавы все шире начинают применяться в автомобилестроении, в судостроении, при строительстве железнодорожных локомотивов и вагонов, что связано со значительным снижением их веса.

В наше время алюминиевые сплавы являются одним из основных материалов для изготовления двигателей внутреннего сгорания, где важна не только легкость алюминия, но и его высокая теплопроводность.

В настоящее время известно несколько сот различных алюминиевых сплавов, но наибольшее значение получили сплавы алюминия с медью, магнием и марганцем, называемые дюралюминами, а также сплавы алюминия с кремнием – силумины (широко распространенный ныне дюралюмин – "твердый алюминий" – был изобретен в 1907 г. в Германии инженером А. Вильмом).

На протяжении XX в. непрерывно росло применение магниевых сплавов. Для улучшения технологических и механических свойств в магний обычно вводят алюминий и цинк, а для повышения коррозионной стойкости – марганец. Важным потребителем алюминия и магния являются новые отрасли металлургии, связанные с производством тугоплавких, редких и некоторых других металлов и их окислов (например, ванадия, хрома и др.).

Говоря о развитии алюминиевой и магниевой промышленности, необходимо подчеркнуть появление принципиально новых технологических процессов, связанных с электролизом расплавленных сред, протекающих при относительно высоких температурах – 900 с лишним градусов. Этот метод производства легких металлов в той или иной форме стал применяться и в ряде других отраслей металлургической техники. Сейчас методы электролиза занимают большое место в металлургическом производстве, начиная от получения меди, никеля и цинка и кончая литием, бериллием, танталом (и отчасти титаном и цирконием).

Начиная примерно со второй четверти XX в. металлургия все более успешно реализует новейшие достижения физики, химии, физической химии, термодинамики. На этой основе разрабатывают новые теории различных металлургических процессов, применяются новые методы их исследования, а также изучения свойств металлов и сплавов.

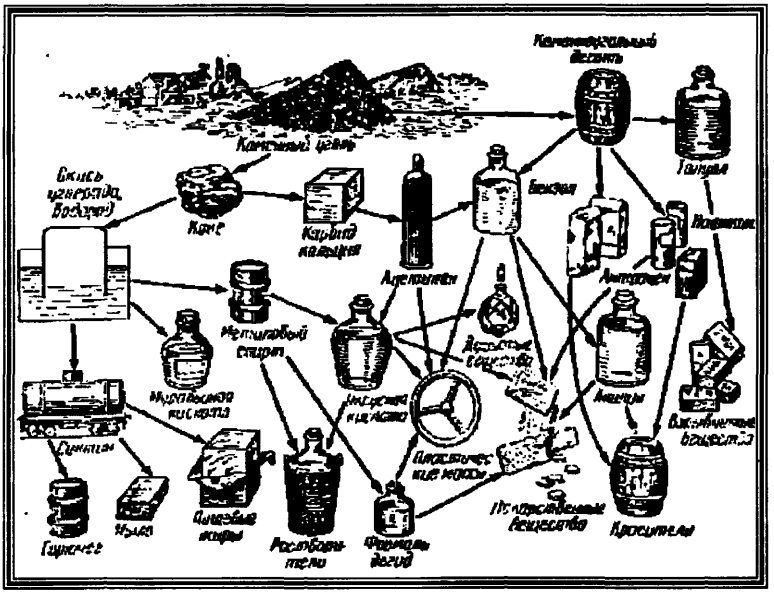
41. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

При рассмотрении истории развития ряда новейших отраслей производства и техники, связанных с развитием двигателей внутреннего сгорания, с атомной техникой, можно подчеркнуть одну их особенность - потребность в новых металлах и сплавах, новых синтетических веществах и материалах. Эти требования новой техники были удовлетворены развитием металлургии и химической технологии.

Из важнейших отраслей химической промышленности особое значение имеет развитие производства синтетических материалов и изделий из них. Эти материалы и изделия являются важнейшими факторами технического прогресса.

Начиная с 20-х годов, наряду с глубокой переработкой нефти, развернулись работы по синтезу органических соединений с использованием в качестве сырья твердого топлива и водорода. На основе технического прогресса в переработке и использовании твердого и жидкого топлива благодаря развитию синтеза на основе окиси углерода и водорода в химии сложилось направление тяжелого органического синтеза.

Огромные масштабы производства и применения двигателей внутреннего сгорания потребовали коренных качественных изменений самой химической техники. Мотор для своей работы требует огромного количества высококачественного жидкого горючего. Автомобилю, самолету необходимы шины, резиновые прокладки, шланги и т.п., а для этого нужны сотни тысяч тонн каучука и различных изделий из него. Автомобиль, самолет, комбайн, трактор нужно защитить от действия дождя, пыли, сделать устойчивым к коррозии, удобным для пользования, красивым, а для этого необходимы тысячи тонн лаков, растворителей, водонепроницаемых тканей, искусственной кожи, шерсти и волокна, пластических масс и т.п. Чтобы удовлетворить потребности развития автомобильной, авиационной, тракторной и т.п. отраслей промышленности, эти материалы должны изготовляться быстро, дешево, в больших количествах, из широко распространенного и дешевого сырья.



Продукты, получаемые из каменного угля

Говоря о развитии химической технологии в XX в., нельзя не связывать ее развитие и с потребностями военной техники.

Для разного рода артиллерийских установок потребовались и требуются миллионы тонн взрывчатых веществ. Чтобы двигать колоссальную огневую мощь, созданную современной техникой, по суше, воде и воздуху, необходимы миллионы тонн горючего для моторов автомобилей, танков, самоходных орудий, самолетов, ракетных снарядов, тысячи тонн смазочных масел, сотни тысяч тонн каучука, прорезиненных материалов, пластических масс. Наконец, для армий нужна одежда, обувь, противогазы, парашюты, палатки и т.п. Для самолетов требуются материалы прочные как сталь, прозрачные как стекло и легкие как дерево. Для радиолокационных установок необходимы диэлектрики особых качеств. Военная техника требует материалов стойких при высоких и низких температурах, выдерживающих агрессивное действие кислот, щелочей, а также клеящие материалы, светящиеся составы, высоко- и низкотемпературные смазки и т.д. и т.п. Все это дает сейчас химическое производство.

Хотя влияние запросов войны на химическую технологию было очень большим, но химическая технология, так же как и технология всех других отраслей, по своей природе предназначена для обслуживания мирных отраслей хозяйства, и поэтому она имеет огромные возможности для развития производительных сил. Химическая технология в XX в. характеризуется появлением целого ряда новых, ранее неизвестных производств. Номенклатура выпускаемой химической промышленностью продукции измеряется сейчас многими тысячами наименований.

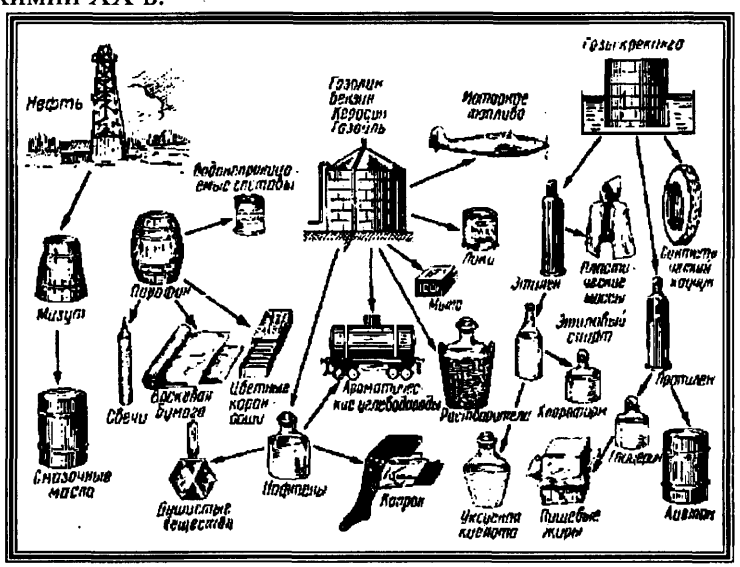
Связанный азот, фосфор и его соединения, необходимые для военных целей, в мирное время используются сельским хозяйством и создают основу для высокого плодородия. Пластмассы, каучук, искусственная кожа необходимы для развития целого ряда отраслей неродного хозяйства и особенно для производства предметов широкого потребления. Взрывчатые вещества находят применение в мирном строительстве. Фтор, который является важнейшим элементом военной химии, в виде фреона проникает в кухню домашней хозяйки, в холодильные установки, на железнодорожном транспорте и т.п. Даже ядовитые вещества являются ценнейшим промежуточным продуктом для синтеза некоторых красителей, ядохимикатов, необходимых для борьбы с вредителями в сельском хозяйстве.

Некоторые характерные черты развития современной химической технологии

При рассмотрении развития химической технологии XX в., особенно после первой мировой войны, можно вскрыть некоторые характерные, специфические ее черты. Известно, что 99,5% земной коры состоит из 14 химических элементов: кислорода, кремния, углерода, алюминия, железа, кальция, натрия, магния, калия, водорода, титана, фосфора, хлора и серы. Однако, несмотря на массовое распространение многих из этих элементов, они не были втянуты в орбиту химической промышленности в XIX в. Это в

равной мере относится и к фтору, титану, хлору, магнию, алюминию и к водороду.

Для химической технологии XX в. характерно обращение именно к этим наиболее распространенным элементам. Водород в настоящее время – это хлеб современной химии. Синтез аммиака, синтез спиртов, синтез жидкого топлива и т.д. ежегодно требуют производства миллиардов кубических метров водорода. Широкое вовлечение водорода в химическое производство – характерная черта химии XX в.



Продукты, получаемые из нефти

Основой органического синтеза XIX в. была каменноугольная смола, получаемая при коксовании углей. В XX веке это сырье уступает свое место простым и легкодоступным газам, получаемым из широкой гаммы твердых топлив, начиная от торфа, низкосортных бурых углей и кончая антрацитом и коксом. В больших масштабах используются газы, получаемые при добыче и переработке нефти. На протяжении XX в. все шире используются природные ископаемые газы.

Таким образом, если в XIX в. основой химической промышленности являлась каменноугольная смола, то в первой половине XX в. основной сырьевой базой промышленности органического синтеза становятся уголь и нефть и получаемые из них газы: водород, окись углерода, богатейшая гамма углеводородов и целый ряд других материалов. Азот, водород, кислород, хлор, фтор, окись углерода, метан, ацетилен, этилен и некоторые другие газы являются основной сырьевой базой современной химии.

Следовательно, характерной чертой новейшей химической технологии являются применение распространенных элементов, ранее использовавшихся в ничтожных масштабах, и превращение их в основу современной химической технологии, а также широкое использование в качестве химического сырья твердого топлива, жидких и газообразных углеводородов.

Характерной особенностью современной химической технологии является то, что на ее вооружение становятся новые методы воздействия; особенно важным являются применение высоких давлений от нескольких сот до 1500-2000 и выше атмосфер, глубокого вакуума (до тысячных долей атмосферы), высоких температур до нескольких тысяч градусов, применение глубокого холода (низкие температуры, близкие к абсолютному нулю), а также использование электроразрядов, ультразвука, радиоактивных излучений и т.д.

Естественно, что повышение технического уровня химического производства вообще, а следовательно, и быстрое развитие промышленности органического синтеза в частности обеспечиваются снабжением химической промышленности современным, высокопроизводительным оборудованием, соответствующими аппаратами и машинами.

Вначале было освоено производство основной аппаратуры для синтеза аммиака. Были разработаны и созданы колонны синтеза, сепараторы, водяные и аммиачные скрубберы для очистки газов от углекислого газа и окиси углерода, а также центрифуги, вакуум-фильтры, автоклавы для вулканизации резины, прессы для пластмасс, аппаратура глубокого охлаждения и т.д. Особое значение

начиная с 20-х годов приобрели мощные установки разделения нефтяных газов, высокоэффективная ректификационная и адсорбционная аппаратура, компрессоры высокого давления и реакторы, холодильные установки и др.

Начиная с 20-х годов естественные продукты как бы оттесняются в сторону и на их место приходят не уступающие им по качеству синтетические продукты. Это совершенно естественный процесс. Дело в том, что химические методы обработки вещества, внедрение химических процессов в производство приводят к сильному сокращению времени производства и к значительному снижению трудовых затрат, а вместе с тем и к получению продуктов более высокого качества, чем натуральные продукты.

О том, как много сделано в области синтеза новых веществ, говорят следующие данные. В настоящее время известно 100 тыс. неорганических химических соединений в природе, число же известных органических веществ, природных и искусственных превысило три миллиона и продолжают быстро расти. Только промышленно освоенные соединения, полученные на базе нефти, насчитывают 10 тыс. наименований.

Для развития химической промышленности характерно широчайшая автоматизация технологических процессов. Комплексная автоматизация прежде всего необходима именно в химической промышленности, для которой характерны крупные масштабы производства. Автоматизация химической промышленности способствует преобладанию в ней непрерывных процессов производства, а также вредных и даже опасных работ.

Бурное развитие химии привело к тому, что только на протяжении 10-15 лет после окончания второй мировой войны были созданы сотни новых материалов, заменяющих металл, дерево, шерсть, шелк, стекло и многое другое.

Синтез аммиака

При рассмотрении отраслей химической промышленности, возникших в XX в., прежде всего следует остановиться на синтезе аммиака – одной из важнейших отраслей химической технологии.

Аммиак – простейшее химическое соединение азота и водорода. Окисление аммиака (кислородом воздуха) дает азотную кислоту, являющуюся важнейшим полупродуктом красочной промышленности и взрывчатых веществ, основой для получения самых разнообразных сортов азотных удобрений.

Синтез аммиака, как, впрочем, и синтез каучука, первоначально были порождены потребностями империалистических войн. Эти отрасли возникли в Германии во время первой мировой войны. В 1915 г. стало ясно, что запасы чилийской селитры – основного источника связанного азота для производства взрывчатых веществ – в Германии быстро истощаются. Необходимо было искать выход.

Немецкий ученый Ф. Габер еще в 1905-1908 гг. доказал, что из азота воздуха и водорода можно получить их соединение – аммиак. Он решил использовать аммиак для производства взрывчатых веществ. Для получения связанного азота он разработал способ связывания азота воздуха с водородом, добываемым из воды. Полученный аммиак затем легко можно было использовать для изготовления любых азотосодержащих веществ.

Технологический процесс производства аммиака (его синтез при высоком давлении) был разработан Ф. Габером и инженерами К. Бошем и А. Митташем в 1913г. Вскоре после этого в Германии было налажено его производство в промышленных масштабах.

Несмотря на то, что еще до войны получили несколько кубиков аммиака, химики всех стран были уверены, что осуществить этот процесс в производственном масштабе не удастся. Дело в том, что на каждую тонну получаемого аммиака требовалось примерно 2 тыс.$м^3$ водорода и около 1 тыс.$м^3$ азота, причем водород (как и азот) нужно было тщательно очищать, ибо сотая и даже тысячная доли процента содержания таких примесей, как водяной пар, кислород, окись углерода, сероводород, настолько отрицательно сказывались на катализаторе, что процент синтеза аммиака останавливался. Следовательно, перед химиками стояла исключительно трудная задача очистки водорода.

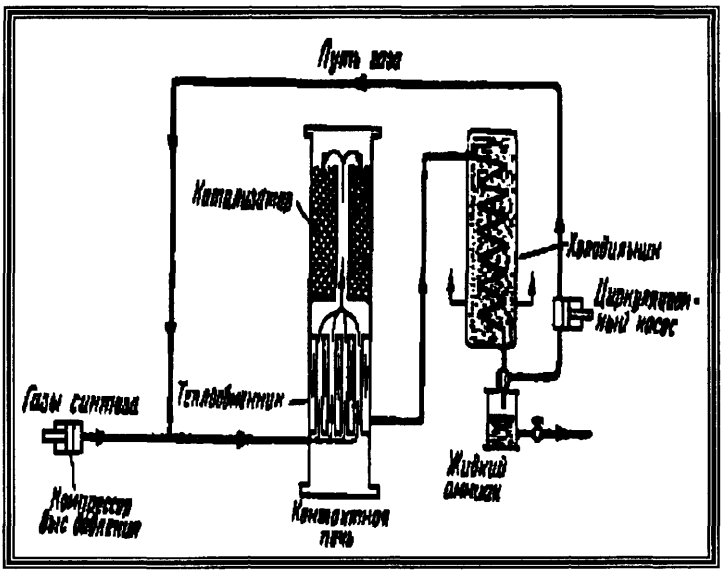


Схема процесса Габера-Боша

Кроме того, чтобы получить, например, 300 т аммиака, необходимо сжать 1 млн. м^3 газа до 200-300 атм, а для этого были нужны мощные компрессоры высокого давления. Но даже не в этом заключалась главное препятствие. При давлении в сотни атмосфер (и до 1 тыс. атм. в системах высокого давления) и при температуре 500°С горячий водород в аппаратах синтеза легко проходил через лучшие углеродистые стали.

Техника глубокого охлаждения воздуха и ее разделение на составные части нашла свое техническое решение еще в конце XIX в. Это привело к появлению компрессоров высокого давления. С изобретением холодильных машин были найдены способы извлечения азота из атмосферы и отделения его от кислорода. Металлургическая и газовая техника конца XIX в. предоставила в распоряжение нового процесса методы газификации топлива и получение водорода, а также принципы очистки газа. Нужно было лишь эти процессы модернизировать, приспособить к новым масштабам. Артиллерийская техника конца XIX в. с применением легированных сталей для изготовления тяжелых орудий, выдержи-

вающих высокое давление и действие агрессивных газов при высоких температурах, указала на возможность изготовления аппаратов высокого давления. Использование же не вступивших в реакцию азота и водорода стало осуществляться путем введения в химическую технику нового технологического принципа – проведения процесса в замкнутой циркулярной системе, при котором несреагировавшие водород и азот возвращались в систему.

Полученные тем или иным способом чистый азот и водород смешивались в определенной пропорции и сжимались многоступенчатым компрессором до требуемого давления (современные процессы синтеза аммиака осуществляются под давлением от 100 до 1000 атм, обычно – 250-350 атм.). Эта сжатая смесь подавалась в основной аппарат аммиачного производства – в колонну синтеза аммиака, где она вначале подогревалась до требуемой температуры, а затем поступала на катализатор, где и осуществлялся синтез аммиака. Специальным образом приготовленный катализатор представлял собой окись железа с примесями окислов алюминия и калия.

Колонна синтеза аммиака представляет собой толстостенную стальную трубу из легированной стали диаметром в 1 м и высотой 50 и более метров. Вес такого аппарата составляет около 70 т.

Процесс синтеза аммиака протекает обычно при температуре 450-525°С. При этой реакции выделяется значительное количество тепла (экзотермическая реакция), которая используется в самом же процессе для подогрева свежих пропорций газа, вступающих в колонну синтеза. Вышедшая из колонны синтеза азотоводородная смесь, содержащая некоторое количество аммиака (10-18%), охлаждается водой. При охлаждении под давлением аммиак конденсируется и стекает в специальные сборники – хранилища, а оставшаяся азотоводородная смесь специальным циркулярным насосом высокого давления подается обратно в систему синтеза, где она присоединяется к свежей азотоводородной смеси, идущей на синтез. Таким образом, здесь осуществляется наиболее прогрессивный непрерывный, ведущийся по замкнутому циклу, процесс производства.

Важно отметить, что технология синтеза аммиака определила развитие синтеза целого ряда других веществ. Со времени осуще-

ствления процесса синтеза аммиака в химическую технику уверенно входит целый ряд сложнейших химических процессов, протекающих по замкнутому циклу, с полным использованием исходного сырья и применением катализатора.

Синтез аммиака имеет принципиальное значение и еще по одной причине. Аммиак был получен из угля при его коксовании еще в XIX в., и небольшие масштабы его производства были тесно связаны с масштабами промышленности коксования. Синтез же аммиака открыл новые неисчерпаемые возможности, освободив это производство от оков и дав ему новое содержание. Возможности этого синтеза, в сущности, не ограничиваются исходным сырьем, и с этой точки зрения они могут привести к глубочайшим изменениям целый ряд отраслей промышленности и сельского хозяйства, в первую очередь в области производства удобрений и повышения урожайности.

Синтез метанола. Катализ

Важным технологическим процессом химической техники XX в. является синтез метанола, по существу подготовленный ходом развития синтеза аммиака.

Метанол, или метиловый спирт (CH_3OH), является простейшим представителем спиртов. Раньше метанол получался при сухой перегонке дерева.

Впервые синтетический метиловый спирт был получен в 1857 г. французским химиком М. Бертло путем омыления хлористого метила. В настоящее время метанол получается синтетически из каталитической гидрогенизации окиси углерода. Метанол является исходным сырьем для ряда важнейших синтетических продуктов. Через промежуточный процесс окисления метанола получают, например, формальдегид, идущий на производство пластических масс, лекарств и других продуктов. По уровню развития синтеза метанола можно судить, насколько обеспечены сырьем важнейшие отрасли синтетической химии.

Впервые синтез метанола из водяного газа был осуществлен в промышленном масштабе в 1922-1923 гг. в Германии по патенту

французского химика Г. Патара, предложившего ввести его под давлением 150-200 атм при температуре 300-600°С.

В настоящее время для получения метанола смесь CO и H_2 под давлением 200 с лишним атмосфер при температуре 350-400°С пропускают над катализатором, содержащим азот и цинк.

В синтезе метанола логически завершаются идеи, заложенные в технологии процесса аммиачного синтеза. Технологическая схема синтеза метанола и устройство аппаратуры очень близки к производству синтетического аммиака. Однако в то же время синтез метанола – типично органический синтез. Он является крупным, принципиальным шагом вперед в области химической технологии. Дело в том, что из азота и водорода в условиях описанного выше процесса никакого другого соединения, кроме аммиака, получить нельзя. Другое дело, когда мы имеем такие газы, как водород и окись углерода, из которых синтезируется метанол.

Катализатором называется увеличение скорости химических реакций или возбуждение их под воздействием веществ, которые сами в результате реакции остаются неизменными (катализаторы). Катализатор ускоряет, а в некоторых случаях своим присутствием направляет течение реакции.

Явление катализа было открыто почти 150 лет тому назад. В конце XIX в. и в XX в. применение катализа привело к созданию новых, более производительных методов химической технологии и способствовало быстрому развитию многих отраслей химической промышленности. За последние четверть века благодаря внедрению новых каталитических методов (крекинга, полимеризации, циклизации и ароматизации) коренным образом изменилась технология нефтепереработки. На применении катализа основываются все методы получения моторного топлива из угля.

Применение катализаторов в ряде случаев позволяет снижать температуру, необходимую для проведения реакции, с использованием катализаторов можно проводить реакцию непрерывно, что имеет большое значение для обеспечения поточного производства химических продуктов. Применение катализа способствует увеличению выработки аммиака, синтетического каучука, смол, пластмасс и др. Катализ необходим для создания ряда новых материа-

лов с заранее заданными свойствами, требующимися современной технике.

Со времени технического внедрения синтеза метанола в химическую промышленность процессы разгонки сложных смесей продуктов органического синтеза становятся новой ветвью современной специальной химической технологии.

Синтез жидкого топлива и методы улучшения его свойств

С синтезом метанола тесно связано и решение другой крупнейшей проблемы современной химической технологии – синтез жидкого топлива.

Заводы, производящие синтетическую нефть, помимо выработки жидкого горючего, являются своеобразными комбинатами по производству самого разнообразного химического сырья для химической промышленности в целом. Они дают сырье для производства моющих средств, смазок и масел, для производства пластических масс, растворителей и т.п.

Что же представляет собой новая отрасль техники, связанная с синтезом жидкого горючего, с получением искусственного жидкого топлива из твердого?

Существуют два пути получения жидкого топлива из твердого. Один из путей заключается в гидрогенизации твердого топлива (или продуктов его полукоксования – смол), т.е. путем присоединения водорода к твердому топливу (в присутствии катализаторов).

Присоединение в процессе разложения топлива при высокой температуре водорода под давлением к содержащемуся в твердом топливе углероду и превращает это твердое топливо в жидкие углеводороды.

Из смол помимо других продуктов можно получить 73-79% бензина, при гидрогенизации углей выход бензина достигает 60%. Для получения тонны бензина расходуется 2-2,3 т угля, 2000-2900 $м^3$ водорода и др. (не считая расхода топлива на энергетические нужды).

Другой путь состоит в гидрогенизации газа – окиси углерода. По этому способу твердое топливо с помощью термохимического

процесса вначале превращают в газообразные продукты – газифицируют. Затем к полученной при газификации, например, угля, окиси углерода при повышенной температуре присоединяется водород, также полученный в процессе газификации угля. Пропуская смесь окиси углерода и водорода через специальные трубы с катализатором, получают синтетическое жидкое топливо – синтетический бензин.

Принципиальная возможность перехода твердого топлива в жидкие углеводороды нефти была доказана еще в 1869 г. французским химиком М. Бертло. Однако после его работ сложилось мнение, что практически провести такой процесс невозможно, так как химические реактивы, с помощью которых Бертло осуществлял свой опыт по гидрированию твердого топлива, были слишком дороги и малодоступны. И только позже, в начале XX в., были найдены новые способы осуществления процессов гидрогенизации.

В начале XX в. в Петербурге была организована первая в мире химическая лаборатория по систематическому исследованию действия высоких давлений на протекание химических реакций. Исследования этой лаборатории положили начало химической технологии высоких давлений во всем мире. Начиная с 1903-1904 гг. в результате исследований А.Е. Фаворского и его школы стало ясно, что при высоком давлении и при повышенной температуре водород присоединяется к углероду твердого топлива с образованием различных углеводородов. Таким же образом было установлено, что можно осуществить гидрогенизацию тяжелых нефтепродуктов, получая из них более легкие углеводороды, содержащие бензиновые фракции.

Практически это было осуществлено в промышленных масштабах в Германии, поскольку к концу первой мировой войны там резко выявилась нехватка бензина, получаемого путем прямой перегонки нефти. Германия не имела естественных источников нефти, поэтому немецкие инженеры и ученые приложили много сил для реализации в промышленных масштабах исследований по производству бензина из твердого топлива. В ходе первой мировой войны, и особенно после ее окончания (к 1921 г.), по методу инженера Ф. Бергиуса, получившего еще в 1913 г. патент на про-

изводство жидкого горючего из угля, в Германии была создана технологическая схема каталитической гидрогенизации угля при воздействии на него водорода под высоким давлением и при высокой температуре.

В 1922-1926 гг. в результате исследований Ф. Фишера и Г. Тропша в Германии был осуществлен в промышленном масштабе и другой технологический процесс получения синтетического жидкого топлива из смеси окиси углерода и водорода под низким давлением. В результате этого процесса, как и при гидрогенизации твердого топлива, образуется сложная смесь углеводородов, из которых в конечном счете (используя возгону) получается синтетический бензин.

Особое значение производство искусственного топлива получило во время второй мировой войны. В 1941 г. в одной лишь Германии действовало 20 заводов искусственного жидкого топлива. В 1941-1943 гг. ежегодное производство синтетического жидкого топлива в Германии составляло 600 тыс. т в год. В 1948 г. во всем мире на заводах гидрогенизации производилось до 6,5 млн. т бензина в год.

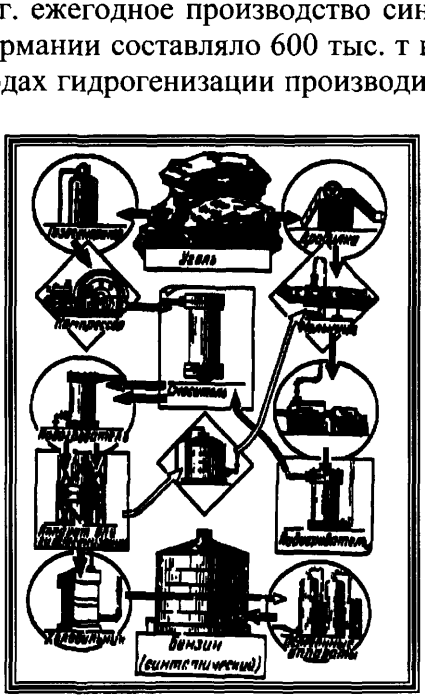


Схема получения синтетического бензина путём гидрогенизации угля

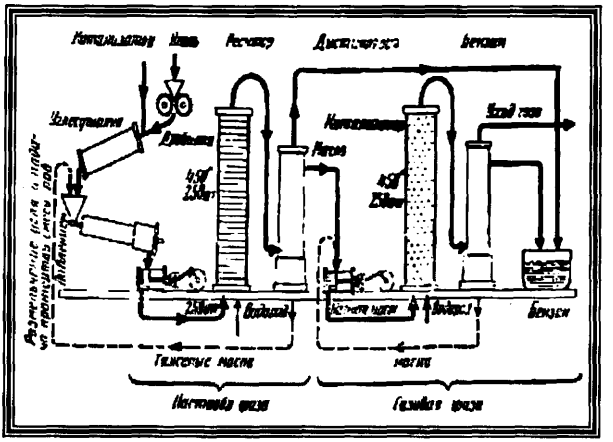


Схема получения бензина по способу Бергнуса

Один из процессов получения искусственного жидкого топлива методом гидрогенизации угля можно представить следующим образом. Водород и угольная пыль, замешанные в пасту, с прибавлением каменноугольной смолы и катализатора, нагреваются, а затем поступают в реактор – стальной цилиндр, снабженный мешалкой. Процесс идет при давлении 250-300 атм и температуре 400-600°С, в результате образуется масло, из которого разгонкой получают бензин и некоторые другие продукты.

Схема получения бензина по способу Фишера-Тропша

Но получение горючего из смеси жидких углеводородов (естественного или искусственного происхождения) разгонкой есть лишь первая часть проблемы, поставленной всем ходом развития техники и, в частности, требованиями авиации и военного дела. Второй частью ее является получение такого высококачественного жидкого топлива, которое позволило бы коренным образом улучшить условия работы мотора и увеличить коэффициент его полезного действия. Для того чтобы решить эту проблему, в СССР, а также в других странах развернулась работа над улучшением антидетанационных свойств горючего.

Известно, что пары бензина в смеси с воздухом при сильном сжатии в цилиндрах карбюраторных двигателей детонируют, т.е. взрываются, до того как через смесь этих паров с воздухом пропускается электрическая искра. Но для того, чтобы повысить мощность двигателя, не увеличивая его размеров и веса, необходимо повысить степень предварительного сжатия (или давления наддува - в авиадвигателях) горючей смеси в цилиндре двигателя до ее воспламенения искрой. На протяжении XX в. степень сжатия горючей смеси в двигателях возросла. Если в 30-х годах степень сжатия в двигателях составляла 3:1, то сейчас она достигла соотношения 8:1. В результате в современных двигателях на единицу работы в основном расходуется вдвое меньше бензина, чем 20 лет назад. Двигатели с такой степенью сжатия потребовали нового бензина, ибо горючее, получаемое из нефти простой перегонкой и крекингом, в силу его низкого октанового числа неприменимо.

Применение двигателей с высокой степенью сжатия потребовало высокооктанового топлива. Октановое число – это условный показатель детонационной стойкости горючего (бензина) для карбюраторных двигателей внутреннего сгорания. При помощи шкалы октановых чисел сравнивают антидетонационные свойства жидкого моторного топлива. Для этого насыщенному углеводороду (парафину) нормального строения – гептану – было дано октановое число нуль, а углеводороду (парафину) разветвленной структуры – изооктану – 100. Исходя из этих данных, определяют и октановые числа для всех остальных углеводородов. Бензин с

октановым числом 80 детонирует так же, как смесь, содержащая 80% изооктана и 20% нормального гептана. В последние годы открыты вещества с более сильными антидетонационными свойствами, чем изооктан. Соответственно этому октановые числа этих углеводородов будут выше 100.

С появлением высокооктановых топлив появилась возможность изготовления двигателей с высоким коэффициентом полезного действия, сокращение расхода горючего на километр пути, а также уменьшение веса мотора при одновременном увеличении его мощности. Особенно большое значение это имело для авиации. Применение на самолетах двигателей, работающих на высокооктановом горючем, привело к увеличению радиуса действия самолетов, росту скорости, грузоподъемности и маневренности. Поэтому неудивительно, что уже в 1939 г. авиация имела в своем распоряжении высокооктановый бензин.

Высокооктановое топливо, как правило, не является химически индивидуальным веществом. Оно состоит из обыкновенного бензина и добавок: антидетонатора (этиловой жидкости) и высокооктановых присадок. Этиловая жидкость (тетраэтилсвинец) добавляется в небольших количествах к легким моторным топливам, например, к бензину, для повышения их устойчивости в детонации. Высокооктановые присадки – это индивидуальные углеводороды (изооктан, изогексан и некоторые другие), получаемые синтетически, т.е. так же как и тетраэтилсвинец.

Крекинг нефти. Ароматизация нефти

Крекинг нефти – это один из основных процессов современной химической технологии, при котором тяжелые погоны нефти, т.е. такие нефтепродукты, как, например, мазут, подвергаясь в определенных условиях действию высокой температуры, расщепляются, распадаются с выделением высококачественных бензинов. Помимо этого при крекинге выделяется значительное количество газообразных продуктов, служащих в настоящее время ценнейшим сырьем как для органического синтеза вообще, так и для синтеза компонентов высокооктанового топлива в частности.

Термический крекинг явился первым методом химической переработки нефти. Первые установки термического крекинга под давлением подвергались затем значительным усовершенствованиям. Помимо него, в практике нефтепереработки большую роль играет каталитический крекинг с использованием специальных катализаторов.

Первые промышленные установки каталитического крекинга появились к концу 30-х годов в результате исследований в США французского инженера Э. Гудри. Уже в 1937-1938 гг. по методу Гудри были получены первые 20 тыс. т авиационного бензина.

На современной нефтеперерабатывающей установке получают большое число различных ценных продуктов, а также сырье для химической промышленности. По существу, промышленность нефтехимического синтеза в настоящее время стала основой органического синтеза, обеспечивая исходным сырьем и полупродуктами производства многих важнейших материалов и, в частности, специальных добавок к моторному топливу.

Химия, используя природные углеводороды, преобразует их при помощи отдельных химических процессов и получает целую гамму других углеводородов, играющих исключительную роль в современной технике.

Особенно важно остановиться при этом на процессе так называемой ароматизации нефти.

Развитие авиационной техники показало, что при работе авиационных двигателей на форсированных режимах с наддувом происходит детонация даже в том случае, если применяется высокооктановое горючее. Таким образом, развитие техники привело к тому, что все достижения химии в области получения высокооктанового топлива сводились как бы на нет. Однако выход был найден. В процессе исследований было установлено, что, если в высокооктановые парафиновые бензины в качестве добавок ввести вещества, называемые ароматическими углеводородами (которые, как известно, входят в состав нефти), в частности толуол, детонация резко снижается; ароматические соединения – наиболее устойчивы к детонации.

Начиная с 20-х годов ароматические углеводороды становятся все более необходимыми в химической технологии. Все больше этих углеводородов расходуется для получения сильнейших взрывчатых веществ, в частности, для получения тринитротолуола, или тротила, используется толуол. Ароматические углеводороды стали нужны для изготовления ряда полупродуктов, необходимых для получения каучука и искусственного волокна, моторного топлива, а также моющих средств.

Среди сложной смеси различных углеводородов, составляющих нефть, были найдены и ароматические углеводороды, в том числе и толуол. Однако их было так мало, что вопрос о выделении из нефти ароматических углеводородов долгое время практически даже и не ставился. Но присутствие ароматических углеводородов нефти показало, что в глубинах земли создаются условия, при которых часть углеводородов нефти получается в виде ароматических соединений. Возникла, естественно, мысль: нельзя ли увеличить их содержание в нефти за счет парафиновых углеводородов, составляющих нефть.

Первым осуществил эту идею в 1875-1878 гг. русский химик А.А. Летний. Он показал, что при пропускании через накаленные железные трубы, тяжелые нефтяные остатки частично разлагаются на более легкие продукты (бензин и др.). Во время исследований ему удалось выделить из нефти ароматические углеводороды. И когда в годы первой мировой войны стал вопрос о получении толуола из нефтяного сырья путем пиролиза, производство его было быстро освоено.

Синтетическое и искусственное волокно. Пластмассы. Синтетический каучук

В последние годы искусственные материалы перестали играть роль заменителей и фальсификатов. Наоборот, они ныне стали чрезвычайно необходимы во всех областях народного хозяйства и являются сейчас незаменимыми материалами. Прежде всего, это относится к искусственному и синтетическому волокну, пластическим массам и синтетическому каучуку.

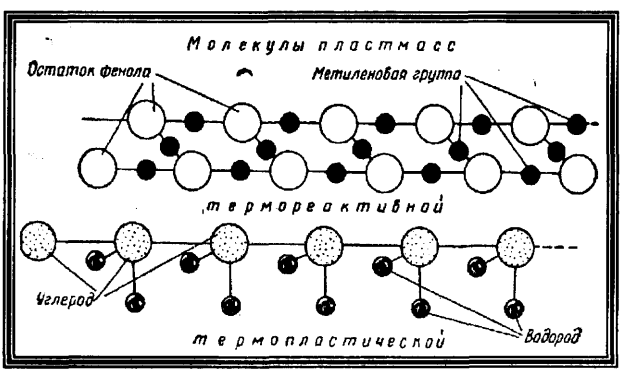
Первую попытку получить шелк искусственным путем предпринял в 1955 г. француз Одемар на основе нитроцеллюлозы. В 1884 г. французский инженер Г. Шардоне разработал метод получения искусственного волокна – нитрошелка, и с 1890 г. было организовано уже довольно широкое производство искусственного шелка нитратным способом с образованием нитей с помощью фильер. Особенно эффективным оказалось в 90-х годах XIX в. производство шелка из вискозы. Впоследствии этот способ получил наиболее широкое распространение, и ныне вискозный шелк составляет примерно 85% мирового производства искусственного волокна. Если в 1900 г. мировое производство вискозного шелка составило 985 т, а в 1930 г. – около 200 тыс. т, то в 1950 г. производство вискозного шелка достигло почти 1600 тыс. т.

В 20-х годах освоено производство ацетатного шелка (из ацетилцеллюлозы). По внешнему виду ацетатный шелк почти неотличим от натурального. Он малогигроскопичен и в отличие от вискозного шелка не мнется. Ацетатный шелк широко применяется в электротехнике как изоляционный материал. В последнее время найден способ получения ацетатного волокна чрезвычайно большой прочности (шнур сечением в 1 $см^2$ выдерживает нагрузку в 10 т).

На основе успехов химии на протяжении XX в. в СССР, Англии, Франции, Италии, США, Японии и других странах была создана мощная промышленность искусственного волокна. Со второй половины 30-х годов начался новый этап в развитии производства искусственного волокна. Было налажено получение его разновидностей не на основе целлюлозы, находящейся в древесине уже в готовом виде, а на базе достижений тяжелого органического синтеза путем "уплотнения" молекул органического соединения.

К 40-м годам XX в. было создано учение о полимерах, что позволило точно сформулировать задачи в области поисков новых полимеризующихся веществ. Ныне полимеризация играет огромную роль для синтеза материалов, обладающих новыми свойствами. Что же представляет собой полимеризация?

Полимеризация – это особый тип химических реакций, сущность которых заключается в том, что множество молекул низкомолекулярных веществ (мономеров) в определенных условиях "уплотняются", присоединяются друг к другу, образуя из большого числа одинаковых малых молекул длинные цепные молекулы-гиганты нового соединение – полимера, имеющего тот же химический состав, что и исходный мономер. Полимеризацию можно определить как химическое умножение (сложение множества одинаковых величин). Важные свойства полимеров связаны с особенностями молекулярного строения. Молекулы большинства полимеров представляют собой очень длинные, тонкие и гибкие цепи атомов.



Структура молекул термореактивных и термопластичных пластмасс

Практическое применение реакции полимеризации, а также ряда других реакций и способов для синтеза полимерных материалов привело к созданию большого числа новых синтетических материалов с широким диапазоном свойств.

Если производство таких искусственных материалов, как вискозное волокно и целлулоид, изготовляемых путем химической переработки природных материалов, в основном началось в конце прошлого века, то производство искусственных материалов, создаваемых из синтетического сырья, было освоено примерно три десятилетия тому назад. А более или менее широкое промышленное производство синтетических волокон было по существу нача-

то всего лишь 15-20 лет назад. Особенно широкое распространение получили синтетические полиамидные смолы.

В зависимости от методов обработки нитей, из полиамидных смол различаются такие полимерные материалы, как капрон, нейлон, перлон, энант и др. В СССР был наиболее распространен капрон. В качестве исходного сырья для производства капрона используется дешевый фенол, вырабатываемый из каменноугольной смолы. Из 1 т фенола можно получить около 0,5 т смолы, а из нее изготовить капрон в количестве, достаточном для изготовления 20-25 тыс. пар чулок. Капрон получают и из продуктов переработки нефти.

Большое значение в современной технике имеет нейлон, технология производства которого была разработана в 1936-1938 гг. американским химиком У. Карозерсом. Почти одновременно с У. Карозерсом над получением нового волокна работал химик П. Шлак в Германии, где это волокно стало называться перлоном. Начиная с 1939-1941 гг. в ряде стран была создана мощная промышленность по производству нейлона.

Наряду с искусственными и синтетическими волокнами следует отметить развитие производства таких синтетических высокомолекулярных соединителей, как всевозможные синтетические смолы, из которых можно изготовить небьющееся органическое стекло и различные пластические массы. Пластмассы применяются во многих отраслях народного хозяйства, и особенно широко в ряде отраслей машиностроения (в частности, в авиа- и автопромышленности).

Начало производства пластмасс относится ко второй половине XIX в. Первым искусственно полученным материалом был целлулоид, вошедший в обиход с 70-х годов прошлого века. Одним из самых старых и самых распространенных видов пластмасс являются фенопласты, широкое промышленное производство которых благодаря исследованиям бельгийского ученого Л. Бакеланда началось с конца 900-х годов.

Получение синтетических смол явилось толчком к значительному развитию производства пластмасс. Вскоре были получены

первые синтетические пластмассы – бакелиты, названные по имени бельгийского исследователя. Бакелиты изготовлялись из формальдегида (или же формалина) и фенола (известного как карболовая кислота).

Для производства фенопласта фенол и формальдегид в варочных котлах при температуре кипящей воды химически связывают, и в результате получаются так называемая феноло-формальдегидная смола. К ней добавляются красители, а также наполнители: слюда, кварц, древесная мука, графит, ткань. Затем горячим прессованием материалу придают требуемую форму. Изделия из фенопласта почти в 5 раз легче металла, прочны, водонепроницаемы, не проводят электрического тока.

Пластмассы чрезвычайно разнообразны, однако, с точки зрения технологии, почти все они подразделяются на две категории: термореактивные, которые, затвердевая после первого нагрева, навсегда теряют свою пластичность, и термопластические, которые в результате горячей обработки не теряют пластичности и после охлаждения вновь могут размягчаться при вторичном нагреве.

К первым относятся, например, полиэтилен, ко вторым – фенопласты и др. Вообще надо подчеркнуть, что искусственные органические материалы боятся сильного нагрева (100-2000).

Недостатки термопластической массы – ее восприимчивость к изменениям температуры – устраняются в результате образования силиконов – кремнийорганических полимерных соединений, цепи которых составлены из атомов кремния и кислорода. Хотя кремнийорганические соединения были известны и в прошлом веке, однако практическое применение они получили лишь в результате исследований советского ученого К.А. Андрианова во второй половине 30-х годов и немецкого химика Р. Мюллера в 1940 г.

За последние годы материалы на основе кремнийорганических соединений (масла, клеи, пластмассы, эмали, лаки, каучук) нашли широкое применение во многих странах мира. В настоящее время силиконы превратились в новую и перспективную отрасль химической промышленности.

Как уже говорилось, использование кремнийорганических соединений, отличающихся высокой термической устойчивостью,

дает большой эффект при изготовлении изоляции для электриче ских машин и аппаратов. Сейчас на основе кремнийорганических смол созданы различные электроизоляционные жароустойчивы материалы, выдерживающие температуру до 200-300°С и даже (течение ограниченного периода времени) до 350-4000.

Особый интерес представляют некоторые другие новые виды пластмасс и полупродукты их них. Это прежде всего пластически массы, упрочненные стеклянным волокном. Сырьем для произ водства стекловолокна являются песок, мел, сода. Вытянутые тон чайшие нити из стекла благодаря определенной ориентации моле кул в процессе вытягивания волокон очень прочны и гибки. Проч ность на растяжение стеклянных волокон не уступает прочности стали. В сочетании с теплостойкими лаками из стекловолокна можно изготовить изолированный провод в 10 раз тоньше челове ческого волоса.

Чрезвычайно перспективны комбинации стекловолокна с пла стмассами. В последние годы такие армированные пластмассы все шире используются в технике. Обычно они называются слоистыми пластиками и стеклопластиками. Стекловолокно придает изделиям из пластмассы целый ряд ценных качеств и воспринимает основ ную нагрузку. Стеклопластики легко поддаются формовке, обла дают повышенной прочностью, заменяют в ряде случаев сталь алюминий.

Одной из первых стала применять стеклопластики автомобиль ная промышленность. Полиэфирные пластмассы, армированные стекловолокном, явились хорошим материалом для изготовления кузова автомобиля. Применение пластмасс позволило значительно уменьшить его вес. Уменьшение веса кузова привело к упроще нию автомобильных рессор, уменьшению расхода горючего и т.п Пластмассы используются также для изготовления жестких креп лений и рам автомобилей. Пластмассы в последние годы все шире внедряются в авиационную промышленность. В США несколько лет назад начали вестись опыты над самолетами, у которых несу щие поверхности полностью сделаны из усиленной стеклянным волокном полиэфирной смолы. В последние годы из пластмасс изготовляется часть внутреннего оборудования самолетов. Можно

считать, что число деталей из пластмасс, органического стекла и искусственной резины в самолете превышает 100 тыс. шт. На самолете "ТУ-104" используется до 120 тыс. различных деталей из пластмассы и резины.

В последнее время большое значение приобрели такие синтетические вещества, как полиэтилен и полипропилен. Исследования по созданию полиэтилена начались еще в 30-х годах в Англии, где в это время проводились лабораторные опыты полимеризации этилена при повышенном давлении и температуре.

Первые партии полиэтилена были изготовлены в Англии в начале второй мировой войны для нужд главным образом радиолокации, где он стал незаменимым изоляционным материалом. В 1953-1955 гг. в Европе и США был разработан способ производства полиэтилена без применения высокого давления с помощью сложных катализаторов (металлоорганическое соединение). В 1953 г. в ФРГ, а вскоре же и в США был запатентован процесс производства полиэтилена при нормальном давлении и небольшом повышении температуры.

Полиэтилен обладает целым комплексом ценных качеств, выделяясь своими замечательными диэлектрическими свойствами.

Наряду с созданием прогрессивных способов получения полиэтилена в 1954-1956 гг. был разработан способ полимеризации нового ценного синтетического материала – пропилена и получения из него прочного синтетического волокна, изделия из которого легче воды.

Говоря о современной химической технологии, необходимо остановиться на проблеме синтетического каучука. Создание синтетического каучука было исторически одной из первых, а практически одной из важнейших задач тяжелого органического синтеза в первой половине XX в.

С начала XX в. в Западной Европе и Америке много крупнейших ученых-химиков работало над проблемой синтетического каучука. Эта проблема была решена в результате исследований русских ученых И.Л. Кондакова и С.В. Лебедева. Особенное значение в решении этой проблемы приобрели их исследования по реакции полимеризации.

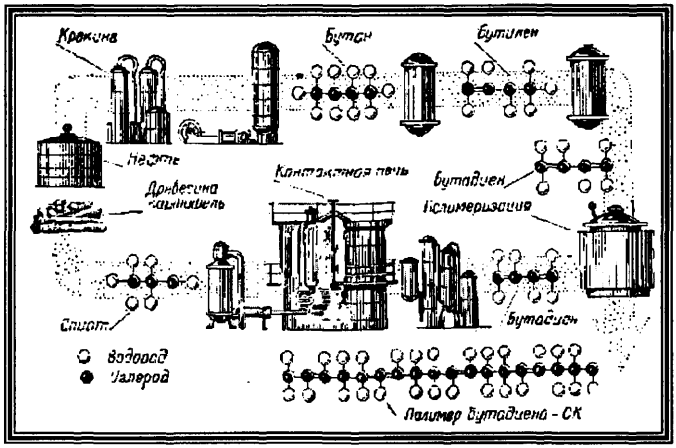


Схема двух основных технологических процессов получения синтетического каучука:
вверху – получение бутадиена из бутана газов крекинга нефти;
внизу – путём разложения спирта в контактных печах с катализатором

Исследования Бутлерова по полимеризации изобутилена заложили принципиальную основу современных процессов синтеза каучукоподобных веществ. Идя по стопам Бутлерова, И.Л. Кондаков в 1900 г. наблюдал случай превращения углеводорода диметилбутадиена в белую губчатую каучукоподобную массу. Этими исследованиями была доказана возможность получения синтетического каучука из простейших углеводородов. Во время войны 1914-1918 гг. в Германии, отрезанной от источников натурального каучука, было начато изготовление в полупромышленном масштабе так называемого "метил-каучука" (на основе диметилбутадиена). Однако наладить производство каучука так и не удалось. Этот синтетический каучук оказался очень дорогим, а его качество невысоким.

Незадолго до первой мировой войны С.В. Лебедев показал возможность получения дивинилового (бутадиенового) каучука – полимера, который по своим свойствам приближался к натуральному каучуку.

С конца 20-х годов разработан синтез более 25 тыс. типов каучуков с различными свойствами.

Химия ацетилена

Характеристика важнейших сдвигов в области современной химической технологии была бы неполной без рассмотрения химии ацетилена. Ацетилен (C_2H_2)получают из карбида кальция или при помощи электрического и различных видов высокотемпературного разложения углеводородов нефтепродуктов.

Ацетилен был открыт еще в 1836 г., а в 1863 г. был синтезирован М. Бертло. Однако доступным техническим продуктом ацетилен стал лишь после того, как в первой половине 900-х годов прошлого века химики Муассан во Франции и Вильсон в Америке нашли способ приготовления карбида кальция из известняка и угля. С 1906 г. ацетилен начинают применять для автогенной (газовой) сварки и резки металлов. После первой мировой войны ацетилен становится основным сырьем химической промышленности. До настоящего времени для получения ацетилена используется карбид кальция, полученный из смеси кокса и известняка, нагреваемой в электропечи до 2000-3000°С. Причем для получения карбида кальция расходуют большое количество извести, кокса, электроэнергии.

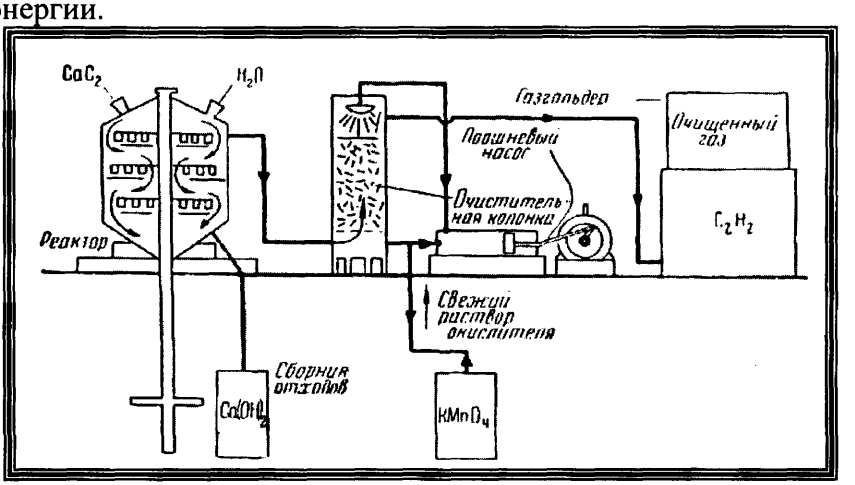


Схема установки для получения ацетилена из карбида кальция

Свойства карбида кальция были открыты довольно необычным путем. При первоначальных опытах в дуговой электрической печи в 1892 г. наряду со многими другими веществами нагревали каменноугольный кокс с известью. Получившееся при сплавлении их новое тело, казалось, не имело никакой ценности, и его выбросили на фабричный двор. Вскоре после этого пошел дождь, и рабочие заметили, что образовавшийся порошок унаследовал чувствительность извести к воде, но вода не вызвала гашения, а выделяла газ неприятного запаха, обладавший способностью прекрасно гореть. Этот газ был ацетилен (неочищенный).

В последнее время ацетилен получают также из углеводорода метана с помощью электрокрекинга. В этом случае для получения ацетилена необходим лишь метан и постоянный ток высокого напряжения. В реакторе при продувке метана через пламя вольтовой дуги происходит его воспламенение, и при температуре 1600°С образуется смесь сажи, ацетилена и водорода. После охлаждения и сжатия при помощи компрессора ацетилен отделяют от примесей.

Наряду с этиленом, пропиленом, бутиленом ацетилен является ведущим видом исходного сырья, на котором базируется значительная часть современной химии синтетических материалов. В настоящее время существует целая область науки – химия ацетилена.

42. РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Общие сведения из истории развития современной ядерной физики. Атомная и водородная бомбы. Термоядерная реакция

Атомная техника является результатом всего предшествующего развития науки и техники. История открытий, которые непосредственно подготовили ее возникновение, восходит к концу XIX в. Огромную роль в раскрытии тайн атома сыграли исследования А. Беккереля, Пьера и Марии Кюри, Э. Резерфорда и др.

В 1932 г. английский физик Дж. Чедвик показал, что при бомбардировке бериллия альфа-частицами обнаруживаются новые элементарные частицы (нейтроны), которые, как указывал в то время советский физик Д. Иваненко, вместе с протонами (ядрами атомов водорода) составляют атомное ядро (до этого предполагали, что атом состоит лишь из протонов и электронов). Этот процесс был первым источником нейтронов, которым в дальнейшем было суждено сыграть весьма крупную роль в атомной технике.

В том же году английскими учеными Дж. Кокрофтом, Э. Уолтоном была осуществлена первая ядерная реакция посредством искусственно ускоренных протонов. В начале 1934 г. супруги Фредерик и Ирен Жолио-Кюри доложили Французской академии наук об открытии искусственной радиоактивности при бомбардировке пластины алюминия альфа-частицами, испускаемыми радиоактивным препаратом. Атомы алюминия при этом превращались в атомы фосфора, но не обычные, а радиоактивные, которые в свою очередь превращались в устойчивый изотоп кремния. Одновременно с супругами Жолио-Кюри итальянский ученый Э. Ферми наблюдал искусственную радиоактивность, вызванную бомбардировкой нейтронами ряда элементов. После первых опытов искусственные радиоактивные изотопы были обнаружены у все большего числа химических элементов, и в результате к 1940 г. было открыто более 200 искусственных радиоактивных изотопов. В настоящее время известно 1400 изотопов всех элементов периодической системы Д.И. Менделеева.

Фредерик Жолио-Кюри

После открытия искусственной радиоактивности началось интенсивное изучение элементарных частиц и ядерных сил. В 30-е годы были заложены принципиальные основы новой отрасли техники и фактически начался переход к современному периоду искусственного воздействия на атомные ядра. Важнейшим моментом в этом явилась реализация ядерных цепных реакций.

В 1939 г. немецкими учеными О. Ганом и Ф. Штрасманом было сообщено об открытии нового явления – деления атомных ядер урана под действием медленных нейтронов. Вскоре было установлено, что это явление происходит по закону цепной реакции. Нейтроны, попадая в ядра урана с атомным весом 235, не только разрушали их, но при определенных условиях вызывали появление новых нейтронов, которые в свою очередь разрушали последую-

щие ядра урана, и таким образом обеспечивалось проведение цепной реакции, идущей с выделением энергии. В декабре 1942 г. в Чикагском университете Э. Ферми впервые удалось осуществить ядерную цепную реакцию в первом ядерном реакторе с графитовым замедлителем нейтронов и естественным ураном-235.

Ядерная физика все теснее связывалась с вырастающей из нее ядерной (атомной) техникой и промышленностью. В сущности ядерная техника – это результат промышленного использования достижений ядерной физики.

Первое практическое использование вновь открытой неконтролируемой ядерной реакции было осуществлено в США в виде атомной бомбы, созданной в 1945 г. Впервые атомная бомба была взорвана в опытном порядке в июле 1945 г. в штате Нью-Мексико. В августе 1945 г. атомные бомбы без всякой военной необходимости были сброшены на Хиросиму и Нагасаки в Японии. Мир был потрясен варварской, бессмысленной бомбардировкой. Милитаристская Япония была уже сломлена, и ничто не могло оправдать уничтожения сотен тысяч мирных людей.

В 1949 г. был произведен первый атомный взрыв в СССР. Вначале в качестве ядерного горючего в атомных бомбах использовался уран-235, который являлся единственным известным тогда видом делящегося материала в земной коре. Технология его производства была крайне сложна, ибо в общей массе естественного урана этот изотоп урана составляет лишь 0,72%, а остальное приходится на уран с атомным весом 238 (99,2%) и отчасти – 234. Вначале при производстве урана-235 для первых атомных бомб уран-238 являлся как бы "шлаком", отходом и почти не применялся.

С 1949 г. в США подняли шумиху вокруг "сверхмощной" водородной бомбы, о чем в январе 1950 г. сообщил президент США. Через полтора года на атолле Эниветок в Тихом океане был проведен взрыв установки с водородной бомбой. В 1954 г. на о. Бикини было взорвано аналогичное устройство еще большей мощности. Однако эти установки были непригодны для военных целей.

В августе 1953 г. в советской печати появились сообщения, что в Советском Союзе создана водородная бомба и произведен испытательный взрыв ее.

И только в 1956 г. американские ученые сумели создать термоядерный заряд, пригодный для военных целей. Эта бомба сброшена с самолета, летевшего на высоте 15 км.

Современные водородные бомбы по силе взрыва соответствуют 15-20 млн. т. (а возможно, и более) тротила. Сейчас в Советском Союзе разработаны термоядерные бомбы мощностью от 50 млн. до 100 млн. тонн тротила.

Исследования последних лет привели к поискам новых путей использования ядерной энергии в мирных целях. Если первая половина нашего века завершилась техническим решением проблемы использования энергии деления ядер редких тяжелых элементов (урана, тория, плутония), то вторая половина века ознаменовалась разработкой проблемы получения термоядерной энергии.

Что же положено в основу термоядерной реакции, используемой в водородной бомбе?

В самой общей форме можно сказать, что в водородной бомбе воспроизводятся явления, самопроизвольно происходящие на Солнце и звездах. Водород в их недрах постоянно находится под воздействием огромных температур, в условиях которых осуществляется превращение его в другой элемент – гелий – с выделением огромного количества энергии. О выделяющейся, при такого рода термоядерных реакциях, энергии можно судить по следующим цифрам: при синтезе 1 кг тяжелого водорода (дейтерия) выделяется такая же энергия, как и при сжигании 8-12 т каменного угля.

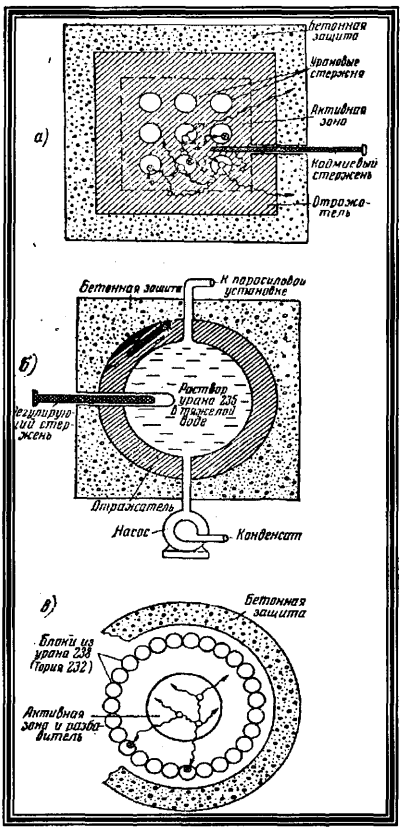
При быстро протекающей реакции синтеза ядер гелия выделяется колоссальная энергия, причем о разрушительных возможностях водородной бомбы говорит следующее: только одна мощная водородная бомба обладает в несколько раз большей взрывной силой, чем все взрывчатые вещества, использованные в течение второй мировой войны.

Задача науки состоит в создании управляемых термоядерных реакций, пригодных для целей энергетики. Исследования в этой области были начаты приблизительно в начале 50-х годов одновременно в СССР, США, Англии. В 1950 г. советскими учеными А. Сахаровым и И. Таммом была разработана модель термоядер-

ного реактора с использованием магнитных сил для образования термоизоляции (изоляции раскаленной газовой плазмы от стенок контейнера). Через несколько лет стало известно о работах по использованию мощных импульсных разрядов через газ в целях исследования возможности создания условий для осуществления ядерного синтеза, проведенных под руководством академиков Л. Арцимовича и М. Леонтовича. Академик И. Курчатов в 1956 г. в своей лекции в Харуэлле (Англия) рассказывал об исследованиях по пропусканию кратковременного электрозаряда через небольшое количество газообразного дейтерия, который, сжимаясь, развивал температуру свыше 1 млн. градусов.

Игорь Васильевич Курчатов

Многие специалисты считают, что наиболее перспективны ядерные реакторы на чистом дейтерии, которые пригодны главным образом для стационарных электростанций большой мощности.



Схемы атомных реакторов:
а – гетерогенный реактор на медленных нейтронах;
б – гомогенный реактор на медленных нейтронах;
в – реактор, воспроизводящий ядерное горючее (бридер).
(Стрелками показаны пути нейтронов)

Обычный газообразный дейтерий, заключенный в сосуде, при температуре 100 тыс. градусов (и 1,5 тыс. атм) полностью ионизируется – атомы распадаются на положительные ядра и электроны, а вещество переходит как бы в "четвертое состояние" и называется плазмой. При температуре 100 млн. градусов скорость ядер дейтерия достигает огромной величины, и все ядра дейтерия за доли секунды вступают в реакцию друг с другом, причем в литре плазмы выделяется энергия мощностью в 100 млн. квт, что равно суммарной мощности почти 50 крупнейших современных ГЭС, подобных Волжской гидроэлектростанции. Осуществление возможности нагрева дейтерия до 300-400 млн. градусов или же смеси дейтерия с тритием до 50-100 млн. градусов сыграет решающую роль в создании термоядерного реактора.

Для изучения проблем управляемого ядерного синтеза в последнее время созданы новые физические установки, сложные аппараты. К началу 1958 г. интересные научные данные были получены в Англии, где в 1957 г. была создана термоядерная экспериментальная установка "ЗЕТА". Работавшие на ней английские ученые под руководством Дж. Кокфорта получили температуру до 5 млн. градусов и смогли удержать при этом дейтерий от соприкосновения со стенками в течении нескольких тысячных долей секунды. В установке "ЗЕТА" столб, или шнур, разряда с протекающим по нему током удерживался в устойчивом состоянии внешним магнитным полем от катушек, намотанных на камеру. Исследования этих разрядов ввелись и в нашей стране, например, на установке "Альфа" с тороидальной камерой.

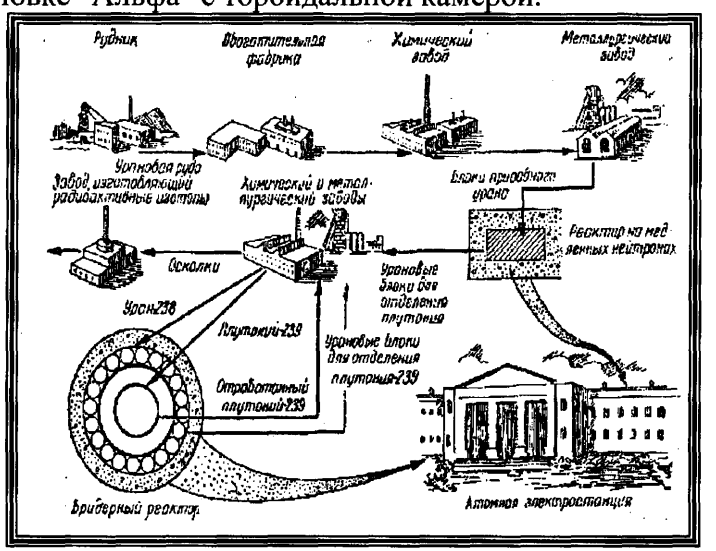


Схема комплексного использования ядерного горючего

Одним из основных направлений использования энергии ядерных превращений в мирных целях является производство электроэнергии на атомных электростанциях.

Первая в мире атомная электростанция на 5 тыс. квт была введена в строй в Советском Союзе 27 июня 1954 г.

Современная атомная техника базируется в основном на использовании цепной реакции деления тяжелых ядер урана медленными нейтронами. В настоящее время управляемые цепные реакции осуществляются на изотопах урана-235, урана-233 (искусственно получаемого из тория-232), плутония-239 (искусственно получаемого их урана-238), а так же плутония-241. Очень важной задачей является выделение из природного урана его изотопа – урана-235.

С первых шагов развития атомной техники решающее значение имело использование урана-235, получение которого в чистом виде было, однако, технически затруднено, ибо уран-238 и уран-235 химически неотделимы. Впервые эти природные изотопы были разделены американскими учеными в 1940 г. В результате был выделен, правда, в ничтожном количестве, уран-235. В дальнейшем в научных исследованиях стал применяться обогащенный естественный уран. Для его получения была использована возможность превращения урана-238 в плутоний-239 и превращения тория-232 в изотоп урана-233. Начатые еще в 1940-1941 гг. в Англии и США работы по изучению и освоению новых методов выделения изотопа урана-235 из природного урана в послевоенные годы получили промышленный размах. Для этого были созданы мощные предприятия и разработаны новые технологические процессы (диффузионный, электромагнитный и др.) разделения этих очень близких друг к другу по своему атомному весу изотопов. Из физических методов разделения изотопов урана наиболее дешевым оказался диффузионный метод.

43. КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Некоторые определения и термины

Информация – с середины XX в рассматривается в широком смысле как общенаучное понятие, включающее в себя обмен сведениями: между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом, обмен сигналами между живой и неживой природой, в животном и растительном мире, а также генетическую информацию.

Информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии. В информатике эти сведения называются *данными*, так как предполагается их представление в ЭВМ для дальнейшего использования или обработки. При решении вычислительных задач данными являются числа. При решении задач, связанных с информационным поиском, редактированием, переводом, планированием, репродуцированием и т. п., в ЭВМ представляется, хранится и обрабатывается нечисловая информация: тексты, рисунки, графики, разнообразные списки и таблицы. Они и являются данными для ЭВМ. Для машинизированной обработки данные представляются в виде *величин* или их совокупностей.

Процесс современной обработки информации происходит в микроминиатюрных технических устройствах при ничтожном потреблении энергии.

Информацию подразделяют на общественно-политическую, социально-экономическую, научно-техническую и т. п., на статическую (постоянную) и динамическую (переменную), на первичную (или входную), производную (промежуточную) и выходную, на осведомляющую и управляющую, на полную и выборочную, на избыточную и недостаточную, на полезную и ложную и т. д.

Информация всегда предусматривает существование ее источника и ее потребителей (получателей).

Информационная технология – (слово «технология» в переводе с греческого имеет смысл «искусство слова, учения») – понятие, которое приобрело особое значение и современный смысл в 70-80-х гг. XX в. как технология машинной, т. е. с помощью ЭВМ, обработки, передачи, распространения информации, создания вычислительных и программных средств информатики.

Компьютерная (вычислительная) техника – совокупность технических и материальных средств (ЭВМ, устройства, приборы, номограммы и др.), предназначенных и используемых для автоматизации или механизации процессов обработки информации, математических вычислений, решения различных задач, требующих большого объема вычислений в АСУ, учета, планирования, статистики, для оценки и прогнозирования, принятия решений, обработки данных эксперимента, в информационно-поисковых системах и т. п. Вычислительная техника – отрасль техники, занимающаяся разработкой, изготовлением и эксплуатацией вычислительных машин, устройств и приборов.

В разных средствах вычислительной техники автоматизированы либо только действия (операции), из которых состоит *алгоритм*, либо действия и порядок (последовательность) их выполнения в соответствии с заданным алгоритмом. Первые называют *вычислительными приборами*, вторые – *вычислительными машинами.*

Информатика – слово образовано от французского *information* (информация) и *automatigue* (автоматика) – информационная автоматика, автоматизированная переработка информации, новая область научно-технической деятельности человека, дисциплина, изучающая структуру и общее свойство информации, а также закономерности и методы ее создания, хранения, поиска, преобразования, передачи и использования в различных сферах человеческой деятельности.

Информатика – наука о преобразовании информации, в самом своем существе базирующаяся на вычислительной технике, дает знания о методах, способах создания и функционирования в социальной среде информационных систем разного класса и назначения, олицетворяющих собой новую, человеко-машинную техноло-

гию сбора, обработки, передачи информации, использующую ЭВМ, охватывающую все виды общественной деятельности – производства, управления, науку, образование, проектные разработки, торговлю, денежно-кассовые операции, медицину, криминалистику, охрану окружающей среды и др., а также быт и работу. Как самостоятельная наука, она вступает в свои права тогда, когда для изучаемого явления построена так называемая *информационная модель*. Информатика дает общие методологические принципы построения таких моделей, но само построение и обоснование моделей являются задачей частной науки; в отличие от *кибернетики* занимается информационным, техническим, программным и т. п. наполнением кибернетических систем, технологией их разработки и машинного использования. Поэтому в информатике выделяются содержательная, организационная, техническая, алгоритмическая и программная области.

Всю структуру информатики и ее теоретической и прикладных частей можно рассматривать, во-первых, как отрасль народного хозяйства, занимающуюся процессами создания, преобразования и потребления информации и базирующуюся на комплексах сооружений и оборудования, на трудовых коллективах предприятий и обслуживающем персонале вычислительных центров, на огромных материальных ресурсах и сложных технологиях. Во-вторых, как фундаментальную естественную науку, изучающую процессы передачи и обработку информации: в этом смысле информатика расширилась до границ создания общей научной методологии разработки информационного обеспечения процессов управления материальными объектами и интеллектуальными процессами любой природы. В-третьих, как научную дисциплину, изучающую закономерности и модели информационных коммуникаций в политических, социально-экономических, научно-педагогических, промышленно-технических и военных областях.

Информационное общество – понятие, введенное учеными Д. Бенком, Е. Масудой и др., об обществе будущего, в котором компьютеры, информатика, электроника преобразуют все общество, сделав его лишенным противоречий сегодняшнего дня. Под тер-

мином *информационное* (или компьютеризованное) *общество* будем понимать общество, во все сферы и области деятельности членов которого включен компьютер и другие средства информации в качестве орудий интеллектуального труда, открывающих доступ к сокровищам библиотек, позволяющих с огромной скоростью проводить вычисления и перерабатывать любую информацию (цифровую, текстовую, графическую), моделировать реальные процессы, явления, события и т. д.

Информационная картина мира – совокупность знаковых систем, сигналов и информационных связей, дающая человеку возможность ориентироваться в современном компьютеризованном мире, в окружающем его информационном поле и личной информационной сфере, по возможности сознательно формируя последнюю и управляя ею.

Информационная культура – свод правил поведения человека в информационном компьютеризованном обществе, в человеко-машинных системах, вписывающихся в мировую гуманистическую культуру человечества.

Информационная инфраструктура – часть инфраструктуры народного хозяйства страны.

Инфраструктурой называют совокупность транспорта и транспортных систем, средств и систем связи, систем материального и информационного обеспечения всех отраслей народного хозяйства и , наконец, совокупность видов человеческой деятельности в составе всех этих обслуживающих отраслей.

Информация в современном обществе стала важнейшим экономическим, социальным и политическим ресурсом. Именно поэтому в составе инфраструктуры особое значение приобретают организации, предприятия и системы, занятые сбором, обработкой и передачей информации. К ним относятся органы научно-технической информации, автоматизированные системы управления, вычислительные центры коллективного пользования, средства и системы связи, телевидения, радиовещания, а также печать и др. Весь этот сложный комплекс в целом и составляет информационную инфраструктуру.

Введение

Хотя Прометей в трагедии Эсхила утверждает: «Подумайте, что смертным сделал я: число им изобрел и буквы научил соединять», понятие числа возникло задолго до появления письменности. Люди учились считать в течение многих веков, передавая и обогащая из поколения в поколение свой опыт.

Счет, или шире – вычисления, может быть осуществлен в различных формах: существует устный, письменный и инструментальный счет. Средства инструментального счета в разные времена имели различные возможности и назывались по-разному: счетные доски, абаки, счетные инструменты, снаряды, приспособления, приборы, машины и, наконец, компьютеры.

Появление электронных вычислительных машин, или компьютеров (от английского compute – вычислять), – одна из существенных примет современной научно-технической революции. ЭВМ открывают новую страницу в истории человеческих знаний и возможностей. Широкое распространение компьютеров привело к тому, что все большее число людей стало знакомиться с основами вычислительной техники, а программирование постепенно превратилось из рабочего инструмента специалиста в элемент культуры.

Древнейшим счетным инструментом, который сама природа предоставила в распоряжение человека, была его собственная рука. «Понятие числа и фигуры, – писал Ф. Энгельс, – взято не откуда-нибудь, а только из действительного мира. Десять пальцев, на которых люди учились считать (производить первую арифметическую операцию), представляют собой все что угодно, только не продукт свободного творческого разума».

Имена числительные во многих языках указывают, что у первобытного человека орудием счета были преимущественно пальцы. Не случайно в древнерусской нумерации единицы называются «перстами», десятки – «составами», а все остальные числа – «соединениями». Кисть же руки – пясть – синоним и фактическая основа числительного «пять» у многих народов. Например, малайское «лима» означает одновременно и «рука» и «пять». От пальце-

вого счета берет начало пятеричная система счисления (одна рука), десятеричная (две руки), двадцатеричная (пальцы рук и ног). У многих народов пальцы рук остаются инструментами счета и на более высоких ступенях развития.

Все мы являемся жителями системы Геи – Земли, которая вместе с Солнцем и нашей Галактикой мчится во Вселенной, в этом огромном, бесконечном во времени и пространстве, разнообразном по форме материально существующем мире. Для древнегреческих ученых античного времени этот мир ограничивался Ойкуменой – той населенной частью Земли, в которую они тогда могли проникнуть.

Время шло... Ученые изучили Землю и установили, что в ее внешней части можно выделить три основные оболочки: литосферу, гидросферу и атмосферу, а природу разделили на живую и неживую.

В 1875 г. Э. Зюсс вводит термин *биосфера*, характеризующий сферу активной жизни, охватывающую нижнюю часть литосферы. А затем замечательные русские ученые В.И. Вернадский и А.Л. Чижевский показали планетарно-космическое значение биосферы. В.И. Вернадский в 1926 г. создает учение о биосфере как об активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность человека и других живых организмов, взаимодействие их с солнечной энергией выступают фактором планетарного масштаба. А.Л. Чижевский в 1915, 1927-1930 гг. публикует работы, в которых убедительно показывает значение периодической деятельности Солнца, космической активности на процессы, происходящие в биосфере Земли. Земля и все живое на Земле – это сложные системы, внутри которых и между которыми и космосом происходит взаимодействие, в том числе и информационное. Академик В.Г. Афанасьев в книге «Системность и общество» пишет: «Между клетками, тканями, органами растений и животных имеют место морфологическое, функциональное, генетическое и информационное взаимодействия... Люди в обществе связаны в те или иные целостные системы... Взаимодействие компонентов целостной системы носит по своей природе характер обмена между ними веществом, энергией и информацией...»

Согласно В. И. Вернадскому биосфера должна превратиться в сферу разума, которую французские ученые – естествоиспытатель Э. Леруа и философ А. Тейяр де Шарден назвали *ноосферой*.

С развитием ЭВМ, *микроэлектроники* и других мощных средств *информатики* возникает понятие *инфоноосферы*, формируется коллективный разум и коллективная воля человечества, выходящего за пределы Земли в Космос.

Академик Н. И. Моисеев, опираясь на учение Вернадского, на дарвинскую триаду (изменчивость, наследственность, отбор), в своей книге «Алгоритмы развития» высказывает мысль о том, что изобретение электронной вычислительной техники (ЭВТ) и ее использование – есть закономерный этап общего процесса развития, а на смену стихийной эволюции природы приходит «направленная эволюция» – коэволюция Человека и Биосферы, без которой человечество перейдет роковую черту и перестанет существовать.

Современный мир техники привычен для нас – обыденными и, кажется, простыми и несложными стали полеты в космос, к Венере, Марсу, на Луну, а ведь это плод труда больших коллективов теоретиков и экспериментаторов, ученых и конструкторов, инженеров и рабочих – воплощение в реальность древней легенды о Дедале и Икаре, поднявшихся в небо, трудов К.Э. Циолковского, работ Ф.А. Цандера, С.П. Королева, М.Ф. Келдыша и многих тысяч других людей – известных, знаменитых и неизвестных.

Что же было до нас? Задумываемся ли мы об этом? А когда же появился счет, счетные машины? А каков срок жизни и даты рождения современных автомобилей, ЭВМ, телевидения, видеомагнитофонов и т.д. и т.п.? Да! Нам все это привычно. Но появилось все это за такой короткий промежуток времени, который – только миг в поступи истории.

Информатика и вычислительные средства прошли долгий путь развития – от счета на пальцах, счета с помощью камешков и палочек до современных супер ЭВМ, от боя тамтамов, посылки гонцов и пламени сигнальных костров до космической спутниковой связи, телевизионных передач с поверхности далеких планет. При этом люди добиваются одного – усиления своих, данных от рождения возможностей – физических и интеллектуальных.

Академик Н.И. Моисеев в упомянутой уже книге «Алгоритмы развития» отмечает: «Мы вступаем в XXI век, цивилизация которого будет пронизана электроникой подобно тому, как организм живого существа пронизан нервными волокнами».

В наше время вычислительная техника и все средства информации – это продукт ускоренного развития научно-технического прогресса (НТП), и одновременно условие этого развития, так же как и вся электроника, – катализатор ускорения НТП. Вот несколько примеров этого ускорения.

От лабораторных исследований до массового производства телефона в 80-х годах прошлого века прошло 56 лет, электромотора – 65 лет. Для такого же развития радио потребовалось 36 лет, создания вакуумной трубки – 33 года, а рентгеновской – 18 лет. За 15 лет с 1920-х по 1940-е гг. внедрился в жизнь телевизор, чуть позже, также за 15 лет, – радар. А затем для создания и пуска ядерного реактора потребовалось 10 лет, атомной бомбы – 7 лет, транзистора – уже 5 лет, а солнечной батареи – всего лишь 2 года.

Теперь человек получил могучее орудие интеллектуального труда – ЭВМ, позволяющую ему с огромной скоростью (до миллионов и миллиардов операций в секунду) проводить вычисления, оперировать с огромными массивами знаний. Какие события и когда предшествовали этому?

Еще великий физик, математик и государственный деятель Исаак Ньютон утверждал, что он видел далеко только потому, что стоял на плечах титанов. Так, и современные открытия и разработки возникли не на пустом месте. Например, чтобы подойти к идее и создать видеомагнитофон, потребовалось множество событий: с 70-х годов прошлого века, когда и понятия видеомагнитофона не существовало, было проведено около 20 исследований проблем, не ставивших перед собой конкретных практических прикладных целей, около 30 – ориентированных на такие приложения, которые в конце концов привели к созданию нового устройства, и лишь чуть более 10 экспериментально-конструкторских работ, направленных непосредственно на разработку и производство видеомагнитофонов. Чтобы все эти события привели к конечному результату, потребовалось найти и разработать технологию производства

материалов для магнитной записи, разработать саму технику этой записи и устройства для нее. Нужно было провести теоретические изыскания и практические разработки способа частотной модуляции, общее начало чему положили уравнения Максвелла и что потом было доведено до технических усовершенствований телепередачи с использованием указанного вида модуляции. А сейчас уже появились видеодисковые лазерные проигрыватели, лазерные принтеры, т.е. дерево событий еще более разрослось.

В эпоху НТР и сами люди, и наука стали, как говорят, непосредственной производительной силой. Еще в 1972 г. американский ученый О. Тоффлер писал, что за последние 50 000 лет на Земле сменилось 800 поколений людей и первые 600 поколений жили в пещерах, затем в течение 70 поколений поддерживалась связь между людьми, так как появилась письменность, последующие 6 поколений использовали для общения печатное слово и всего лишь 2 поколения пользовались электродвигателями. Все же чудеса современного нам мира технических ценностей были сделаны последним перед 1972 г., 800-м поколением. И ведь только в 1971 г. Появился первый *микропроцессор* – сердце современного *персонального компьютера*. Сегодня же в мире таких компьютеров производится не один миллион экземпляров в год. В 1955 г. был предложен первый *оптрон* и начала развиваться *оптоэлектроника* – наука о преобразовании электромагнитных излучений, в которых электрические цепи заменены оптическими. И только в 1965-1967 гг. организовалось промышленное производство оптоэлектронных устройств, а сейчас *интегральная микрооптоэлектроника* – одна из основ вычислительной техники близкого будущего.

Значит, для того чтобы понять, как появилась современная вычислительная техника, мало знать даты изготовления первого микропроцессора, первых механических, электромеханических или электронных машин; нужно видеть большую совокупность научно-технических событий, установить взаимосвязь между ними, знать, как возник первый счет, когда было изобретено радио, создана теория электричества, разработано учение об электромагнетизме и т.д.

История развития

Наиболее значимые из указанных выше событий, их даты и имена ученых, причастных к ним, приведены в данном разделе. В хронологическом порядке приводятся основные сведения по истории возникновения и развития счета и счетных устройств, вычислительной техники, кибернетики и информатики, а также освещаются открытия в физике, электронике и технике, имеющие непосредственное отношение к современному становлению ЭВМ.

Около 30 тыс. лет до н. э. – Обнаруженная в раскопках так называемая «вестоницкая кость» с зарубками, которая позволяет историкам предположить, что уже тогда предки современного человека были знакомы с зачатками счета.

4 тыс. лет до н. э. – В шумерских экономических текстах применяется *непозиционная система счисления*. Первой половиной 3-го тысячелетия до нашей эры датируются школы для мальчиков, в которых изучались основы математики.

Конец 3-го тысячелетия до н. э. – Используется позиционная шестидесятичная система счисления. Месопотамские математики использовали *табулированные величины* (таблицы обратных величин, умножения, второй и третьей степени чисел, квадратных и кубических корней).

Около 2 тыс. лет до н. э. – На коленях статуи правителя Лагаша – древнего государства в шумере – царя Гудеа установлена доска, на которой вырезана масштабная линейка в половину локтя вавилонского царя. Линейка разделена на 16 равных частей, из которых вторая справа разделена на 6, четвертая – на 5, шестая – на 4, восьмая – на 3 и десятая – на 2 равные части. Наименьшие деления - около миллиметра.

X-IV вв. до н. э. – На найденных в раскопках кубиках предсказателей в Китае обнаружены символы чисел того времени.

VIII-VII вв. до н. э. – Создатели одной из древнейших цивилизаций - индейцы Мексики племени майя проводят систематические наблюдения за небесными явлениями и составляют кален-

дарные расчеты астрономических явлений, которые в ряде случаев соотносятся с периодом в 400 млн. лет назад и весьма точны.

VI-IV вв. до н. э. – Пифагор Самосский (Греция) и его последователи *пифагорейцы*, обожествляя число, возвели его в основу всего существующего - источник гармонии космоса.

Конец V - начало IV в. до н. э. – В произведениях древнегреческих поэтов Гомера и Аристофана упоминается о распространении пальцевого счета, зародившегося в древности и до сих пор употребляющегося в ряде случаев биржевыми маклерами.

V-IV вв. до н. э. – Созданы древнейшие из известных счетов – «*саламинская доска*» по имени острова Саламин в Эгейском море – которые у греков и в Западной Европе назывались «*абак*», у китайцев – «*суан-пан*», у японцев – «*серобян*». Вычисления на них проводились путем перемещения счетных костей и камешков (калькулей) в полосковых углублениях досок из бронзы, камня, слоновой кости, цветного стекла. Эти счеты сохранились до эпохи Возрождения, а в видоизмененном виде сначала как «дощатый щот» и как русские счеты до настоящего времени.

IV в. до н. э. – Древнегреческий ученый Аристотель основал дедуктивную логику.

Около 120 лет до н. э. – Герон Александрийский создает технические автоматические устройства, описания которых дошли до наших дней. Его учитель Ктезибий Александрийский создал автоматические водяные часы (клепсидр). К изобретениям Герона относится, например, автомат «Поющая птичка и сова». Птичка начинает свистеть, когда сова на неё не смотрит, и умолкает, когда сова к ней поворачивается. Второй автомат был призван открывать силой нагретой воды алтарь после того, как перед ним зажжется жертвенный огонь.

Перед началом н. э. – Как показали раскопки 1964 г., индейцы майя имели кубики с календарными иероглифами, которые использовались в качестве особого типа счетных камешков.

III в. н. э. – В трактате из 13 книг «Арифметика» (из них сохранилось 6) греческий ученый Диофант Александрийский впервые ввел алгебраическую символику, создал так называемые диофан-

товы приближения (раздел теории чисел), написал диофантовы уравнения (алгебраические неопределенные уравнения с целочисленными коэффициентами, решения которых ищутся в рациональных числах), создал раздел математики, в котором изучаются свойства диофантовых уравнений методами алгебраической геометрии (диофантову геометрию).

Конец VII - начало VIII в. – Один из первых математиков Европы англосаксонский математик Беда Достопочтенный в своем тракте «О счислении» дал полное описание счета на пальцах до миллиона. Он писал: «В мире есть много трудных вещей, но нет ничего труднее, чем четыре действия арифметики».

VIII в. – В Китае возникает книгопечатание, первоначально с деревянных клише, каждое размером в страницу.

Первая половина IX в. – В трудах уроженца Хивы Абу Абдуллы Мухаммеда бен Мусы аль-Мальджуса аль-Хорезми обобщены достижения арабской математики и астрономии, впервые введен термин *алгебра* (от арабского «алджебр»). Имя аль-Хорезми послужило основой термина *алгоритм*, который означал решение задач с помощью уравнений на основе установленных правил.

X в. – Французский монах Герберт из Орийяка (ставший позже папой римским Сильвестром II) написал книги по математике и среди них «Правила счета на абаке», где описывал абак в виде гладкой доски, посыпанной голубым песком и имеющей 30 столбцов, из которых 3 отводились дробям. Ему же приписывается первенство в создании механических часов.

1040 г. – Китайский ученый Пи (Би) Шэн изобретает сменные керамические литеры для книгопечатания.

1134 г. – Новгородский дьякон Кирик в книге «Ученье им же ведати человеку числа всех лет» для календарно-астрономических расчетов пользуется геометрической прогрессией.

1202 г. – Итальянский математик Леонардо Пизанский (или Фибоначчи) написал и в 1228 г. переработал «Книгу абака», обобщив в ней математику того времени, привел алгоритмы операций над цифрами.

Около 1274 г. – Испанский теолог Раймунд Луллий пишет трактат «Великое искусство» о предложенном им способе «механического получения» таблиц, диаграмм, кругов и т. д. Проповедуя христианство, он был забит камнями мусульманами.

XIII в. – Иордан Неморарий в своих математических книгах впервые систематически использовал буквы вместо конкретных чисел, с целью общности выражения ввел имена переменных величин.

Около 1390 г. – В Корее изобретается подвижный металлический шрифт для книгопечатания. Первая книга таким способом отпечатана в 1409 г.

1436 г. – Немецкий изобретатель И. Гутенберг (Генсфлейн) применил первым в Европе печатание на бумаге с использованием металлических литер, закрепленных в раме.

1489 г. – В учебнике арифметики «Быстрый и красивый счет» чешского ученого Яна Видмана впервые в печатном издании использованы арифметические символы + (плюс), - (минус).

Конец XV - начало XVI в. – Великим творцом эпохи Возрождения Леонардо да Винчи – художником, скульптором и математиком, фортификатором и строителем каналов – был дан эскиз тринадцатиразрядного суммирующего устройства с десятизубыми колесами. Этот эскиз был обнаружен в конце 60-х гг. нашего времени в архиве Леонардо да Винчи, хранящемся в национальной библиотеке Мадрида. По этим чертежам в наши дни американская фирма по производству компьютеров IBM в целях рекламы построила работоспособную машину.

XV-XVI вв. – В Европе распространен счет на линиях или счетные таблицы с укладываемыми на них жетонами.

XVI в. – Создаются русские счеты с десятичной системой счисления.

1522 г. – Немецкий математик и летописец Иоганн Вернер изложил метод, позволяющий путем использования тригонометрических функций заменять умножение сложением.

1544 г. – Немецкий математик Михаэль Штифель в книге «Полная арифметика» провел идею сравнения арифметической и геометрической прогрессий, что привело к открытию *логарифмов*.

Вторая половина XVI - первая половина XVII в. – В Англии изобретают первые логарифмические линейки, в 1632 г. выходит в свет книга Форстера и Отреда «Круги пропорции», в 1630 г. – Р. Деламейна «Граммеология, или Математическое кольцо» с описанием круговой логарифмической линейки.

1585 г. – Нидерландский ученый Стевин Симон в сочинении «Десятина» изложил методы вычислений с десятичными дробями.

1591 г. – Французский математик Франсуа Виет ввел буквенные символы для численных коэффициентов в арифметике, алгебре и тригонометрии.

Рубеж XVI-XVII вв. – Английский философ Томас Гоббс призвал к представлению человеческого мышления в форме вычислительного процесса. Он писал: «Мыслить значит не что иное, как представлять себе общую сумму сложения или остаток от вычитания одной суммы из другой... Где уместны сложение и вычитание – уместен и здравый смысл».

1614 г. – Шотландский математик Джон Непер опубликовал «Описание таблиц логарифмов» – первое руководство по вычислениям с помощью логарифмов, идея которых у него возникла примерно лет на 20 раньше.

1617 г. – Непер публикует трактат «Счет с помощью палочек», который применялся еще индейцами, но после работ Непера распространился в Европе как метод умножения с помощью «палочек Непера».

1620 г. – Швейцарский математик Иост Бюрги, работавший в Праге, независимо от Непера опубликовал свою таблицу логарифмов.

1623, 1624 гг. – Вильгельм Шиккард – профессор Тюбингского университета в письмах И. Кеплеру описал устройство «часов для счета» – счетной машины. Данных о построении этой машины недостаточно, но в начале 60-х гг. нашего столетия по описаниям ее восстановили ученые Тюбингенского университета. В ней были механизированы операции сложения и вычитания, а умножение и деление выполнялись с элементами механизации.

1642 г. – Молодой 18-летний французский математик и физик Блез Паскаль создает *первую модель вычислительной машины*, которая могла выполнять арифметические операции.

1645 г. – Арифметическая машина «Паскалина», или «Паскалево колесо», получает законченный вид. В 1649 г. Б. Паскаль получает королевскую привилегию на изготовление и продажу своей машины – до наших дней сохранилось восемь его машин.

1654 г. – Роберт Биссакар, а в 1657 г. независимо С. Патридж (Англия) разработали прямоугольную логарифмическую линейку, конструкция которой сохранилась в основном до наших дней.

1666 г. – Самюэль Морленд строит первую в Англии суммирующую машину.

1670 г. – Готфрид Вильгельм Лейбниц дал первое описание своего арифметического инструмента – первой счетной машины, которая механически производила сложение, вычитание, умножение и деление. Окончательный вариант завершен в 1710 г. Им сделана попытка создать алгебру логики, интегральное исчисление.

1683 г. – Томас Эверард предлагает линейку для измерения объемов (с двумя движками и впервые введенной обратной шкалой).

1700 г. – Француз Клод Перро издает в Париже «Сборник большого числа машин», где описывает и «Рабдологический абак» – суммирующую машину, конструкция которой отлична от «Паскалины».

1761 г. – Англичанин Д. Робертсон создает линейку для навигационных расчетов, снабженную бегунком. Идею такого инструмента выдвигал Исаак Ньютон примерно в 1660 г.

Конец XVIII в. (не позднее 1770 г.) – В г. Несвиже в Литве Е. Якобсон создает суммирующую машину, определяющую частное и способную работать с 5-значными числами.

1770-1779 гг. – Священник из Вюртельберга Ган сконструировал несколько машин для астрономических вычислений, которые были весьма трудоемкими. Он писал, что ему пришлось иметь дело «с громадными дробями и делать умножения и деления над весьма большими числами, от которых даже мысли останавливались».

1775-1780 гг. – Англичанин граф Ч. Стэнхоуп изобретает ряд счетных машин, некоторые идеи которых были реализованы в *арифмометрах* с «однеровским колесом».

1791 г. – Во Франции разработана метрическая система единиц, введенная декретом Революционного конвента от 1 августа 1793 г. В России она была введена одним из первых актов Советской власти (декрет Совнаркома от 14 сентября 1918 г.).

1801-1804 гг. – Французский изобретатель Ж.М. Жаккар впервые использовал *перфокарты* для управления автоматическим ткацким станком.

1820 г. – Получает патент на арифмометр эльзасец Карл Ксавье Томас. Он же организовал впервые в мире промышленное производство арифмометров, за первые 50 лет он изготовляет на продажу 1500 экземпляров.

1823 г. – английский ученый Чарльз Беббидж разрабатывает проект «Разностной машины», предвосхищавшей современную программно-управляемую автоматическую машину. В период с 1833 по 1871 г. он предложил схему «аналитической машины», которая должна была «заменить человека в одной из самых медленных операций его ума». «Аналитическая машина» Ч. Беббиджа предполагала в своем устройстве три основные части: «склад» для хранения чисел, набиравшихся с помощью зубчатых колес; «фабрику» для операций над числами, изъятыми из «склада»; устройства для управления операциями с помощью перфокарт.

Одновременно дочь Джорджа Гордона Байрона леди Ада Лавлейс разрабатывает первые *программы* для машин Беббиджа, заложив многие идеи и ведя ряд понятий и терминов, сохранившихся до настоящего времени. О машине Ч. Беббиджа Ада Лавлейс писала, что «аналитическая машина» вышивает алгебраические узоры так же, как станок Жакара вышивает цветочки и листочки.

1826 г. – Введено понятие о полупроводниках как о телах, «кои в рассуждении способности проводить электричество занимают как бы среднее место между проводниками и непроводниками». Так о них писал русский физик-педагог Иван Двигубский в учебнике «Начальные основания опытной физики». Развитие физики и техники полупроводников привело к созданию *микропроцессоров*.

1828 г. – Генерал-майор русской армии Ф. М. Слободской создает счетные приборы, которые вместе со специальными таблицами позволяли сводить арифметические действия к сложению и вычитанию.

1831 г. – М. Фарадей открыл индуцированные токи.

1832 г. – Русский ученый, изобретатель и дипломат (посол России в Вене) П. Л. Шиллинг предложил и построил первую практически работающую между Зимним дворцом и Генеральным штабом в Петербурге систему электромагнитного телеграфа.

1834 г. – Французский академик, физик, электротехник и математик Андре Мари Ампер выпустил книгу «Очерки по философии науки», в которой применил термин *кибернетика* для обозначения гипотетической науки об управлении государством, обществом (от греческого «кибернетос» – рулевой, кормчий, управляющий).

1837 г. – Работы Шиллинга по разработке телеграфной связи продолжает в Петербурге академик В. С. Якоби, который в 1843 г. предложил синхронно-синфазный стрелочный аппарат, а в 1850 г. – буквопечатающий аппарат.

30-40-е гг. XIX столетия. – Американский изобретатель и художник Сэмюэл Морзе создает и широко внедряет в практику телеграфные аппарат и линии связи. Он же разрабатывает *кодирование* букв, цифр и знаков препинания набором точек и тире - азбуку Морзе.

1845 г. – Выдан патент на счетный прибор З.Я. Слонимского – суммирующую машину «Снаряд для сложения и вычитания», за которую автор получил Демидовскую премию.

1846 г. – Создан «счислитель Куммера», в котором вместо зубчатых колес использовались кремальеры. По его принципу в 1949 г. в СССР была создана машина «Прогресс».

1847 г. – Английский математик и логик Джорж Буль в работе 1847 г. «Математический анализ логики» изложил основы так называемой *булевой алгебры*, идеи которой он развил в вышедшей в свет в 1854 г. работе «Исследование законов мышления». Дж. Буля считают основоположником современной *математической логики*.

1850 г. – В США выдан патент Д. Пармелю на первую клавишную суммирующую машину.

1857 г. – В США Томас Хилл создает первую в мире двухразрядную машину.

1860 г. – А. Н. Больман создает новый вариант русских счетов.

С 1863 г. до конца XIX в. – Из США и Англии распространяются современные ротационные печатные машины, совершенствованию которых служило изобретение В. Буллоком (США) устройства, печатавшего на бумажной ленте с укрепленных на цилиндре печатных знаков.

1864-1865 гг. – Дж. К. Максвелл публикует работу «Динамическая теория поля», в которой дается полное определение электромагнитного поля, начинается эра электродинамической картины мира – теория Максвелла приобретает законченный вид.

1867 г. – Владимир Яковлевич Буняковский – вице-президент Российской академии наук создает счетный механизм, основанный на принципе действия русских счетов.

1867 г. – Американский топограф К.Л. Шоулз изобретает первую практическую пишущую машинку, которую с 70-х гг. широко производит машиностроительная фабрика Ф. Ремингтона, и машинка получает наименование «Ремингтон».

1868-1869 гг. – Русский изобретатель П.П. Княгинский построил первую наборную машину – «автомат-наборщик».

На этом принципе в Англии А. Мэкки в 1874 г. строит «движимую паром наборную машину».

Вторая половина XIX в. – И.А. Вышнеградский – ученик известного русского математика М. В. Остроградского в ряде работ заложил основания теории *автоматического регулирования*.

1873 г. – А. Мей (Англия) обнаружил уменьшение сопротивления селеновой изоляции телеграфного кабеля даже при свете Луны, что послужило началом создания *фоторезисторов*.

1875 г. – Лондонский инженер У. Смит изготовил первый в мире полупроводниковый прибор – *фотометр*.

1877 г. – Немецкий математик Эрнст Шредер опубликовал работу «Алгебра логики».

1878 г. – А. Г. Белл совместно со своим помощником Тейнтером провел первый в мире сеанс беспроволочной связи на рас-

стоянии 213 м с помощью фотона – устройства, соединяющего в себе фотометр и телефон.

1878 г. – Русский математик и механик, автор многих работ по теории механизмов Пафнутий Львович Чебышев создает суммирующий аппарат с непрерывной передачей десятков, а в 1881 г. – приставку к нему для умножения и деления.

1880 г. – В.Т. Однер создает в России арифмометр с зубчаткой с переменным числом зубцов, а в 1890 г. налаживает массовый выпуск усовершенствованных арифмометров, которые в первой четверти XIX в. были основными математическими машинами, нашедшими применение во всем мире. Их модификация «Феликс» выпускалась в СССР до 50-х гг.

1884 г. – Известный американский изобретатель Томас Эдисон описывает явление электронной эмиссии, лежащее в основе ламповой электроники.

1884-1887 гг. – 24-летний американец Ю.Д. Фельт разрабатывает и совместно с Р. Таррантом производит счетную клавишную машину «Комптометр».

1885 г. – Американец У. Бэрроуз заканчивает машину, которая печатает исходные цифры и результат вычисления. В 1886 г. он совместно с Т. Меткалфом, Р. М. Скраггсом и Х. Паем создает первую в мире фирму по производству счетных машин.

1888 г. – В США Г. Холлерит создает особое устройство – *табулятор*, в котором информация, нанесенная на перфокарты, расшифровывалась электрическим током.

XIX в., вторая половина. – Французский художник постимпрессионист Жорж Сера предлагает метод живописи под названием «пуантилизм», на электронной аналогии которого основана работа *растрового дисплея*.

Начало 1890-х гг. – В России С. Лаптев, в Германии Г. Мейзенбах, в Финляндии Ф. Эглофштейн и в США М. Леви независимо друг от друга изобретают *растр* - дробление с помощью специальной сетки изображения на точки.

1892 г. – У. Барроуз выпустил первый коммерческий *сумматор*.

С 1893 г. – В Цюрихе фирма «Ганс Эгли» выпускает в течение 40 лет счетную машину Болле-Штайгера «Миллионер».

25 апреля 1895 г. – А. С. Попов на заседании физического отделения Русского физико-химического общества сделал доклад «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям», а 12 марта 1886 г. продемонстрировал первую в мире радиопередачу на расстоянии 250 м.

1895 г. – выходит в свет фундаментальная статья голландского ученого Г.А. Лоренца «Опыт теории электрических и оптических явлений», в которой он дает систематическое изложение электронной теории строения вещества.

1897 г. – Английский физик Дж. Томсон сконструировал электронно-лучевую трубку и с ее помощью исследовал отклонение катодных лучей (потока электронов) в магнитном и электрическом полях.

Конец XIX в. – Португальский ученый А. ди Пайва и независимо от него русский ученый П.И. Бахметьев выдвигают принцип последовательной передачи элементов изображения, принятый затем в телевидении. В 1884 г. немецкий ученый П. Нипков предложил для этой цели использовать специальный «диск Нипкова» с отверстиями.

1901 г. – итальянский физик Г. Маркони установил радиосвязь между Европой и Америкой.

1904 г. – Известный русский математик, кораблестроитель, академик А. Н. Крылов предложил конструкцию машины для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, которая была построена в 1912 г.

1904 г. – Английский физик Д. А. Флеминг получил патент на электронный двухэлектродный прибор - диод для выпрямления колебаний.

1906 г. – Американские физики Л. де Форест и Р. Либен сконструировали трехэлектродный вакуумный прибор – электронный вакуумный *триод*.

1907 г. – Американский инженер Дж. Пауэрс сконструировал автоматический карточный *перфоратор*.

1907 г. – Русский ученый Б.Л. Розинг заявил патент на использование в телевидении *электронно-лучевой трубки*.

1916 г. – Русский изобретатель Е.Е. Горин подает в Комитет по техническим делам заявку на «электрофотографический аппарат». *Электрофотография* в настоящее время широко применяется в различных областях информатики.

1918 г. – Советский ученый М. А. Бонч-Бруевич изобретает ламповый триггер. В 1919 г. независимо от М. А. Бонч-Бруевича такой же прибор изобрели американцы У. Икклз и Ф. Джордан.

1920 г. – Американский исследователь Ю. Лилиенфельд высказал идею создания полупроводникового прибора - усилителя электрических сигналов.

1928 г. – Американский математик Джон Янош Нейман (уроженец Будапешта) сформулировал основы теории игр, ныне широко применяемых в теории и практике машинного моделирования сложных ситуаций.

1929 г. – А. И. Волков, русский инженер, получил патент на электронную систему цветного телевидения.

1931 г. – Французский инженер Р.-Л.В. Валтат выдвигает идею использования *двоичной системы счисления* при создании механических счетных устройств.

Середина 30-х гг. XX столетия. – В результате разработок В.К. Зворыкина и Ф. Франсуорта в США, К. Свинтона в Великобритании, В.П. Грабовского, С.И. Катаева, А.П. Константинова, Б.Л. Розинга, П.В. Тимофеева, П.В. Шмакова в СССР появляются первые системы электронного телевидения.

1928-1933 гг. – Английский инженер-математик Л.Д. Комри создает счетные машины для табулирования функций, вычисляет и печатает семи- и восьмизначные таблицы тригонометрических функций с шагом в одну секунду дуги. Его первая разностная машина «Нейшн» (1933 г.) табулировала со скоростью до 13 знаков.

1932 г. – Советский ученый И.Е. Тамм, впоследствии лауреат Нобелевской премии, ввел понятие поверхностных состояний полупроводника – «уровней Тамма», играющих большую роль в работе полевых транзисторов и других полупроводниковых приборов.

1936 г. – Английский математик А. Тьюринг и независимо от него американский математик и логик Э.Л. Пост (уроженец Поль-

ши) выдвинули и разработали концепцию *абстрактной вычислительной машины*. «Машина Тьюринга» – гипотетический универсальный преобразователь дискретной информации, теоретическая вычислительная система. Тьюринг и Пост показали принципиальную возможность решения автоматами любой проблемы при условии возможности ее алгоритмизации с учетом выполняемых операций.

1936 г. – Немецкий инженер-кибернетик К. Зюс начал работы по созданию *универсальных автоматических цифровых машин с программным управлением* на механических элементах.

1937 г. – Американский физик болгарского происхождения Дж.В. Атанасов формулирует принципы автоматической вычислительной машины на ламповых схемах для решения систем линейных уравнений.

1938 г. – Американский математик и инженер К. Шэннон, а в 1941 г. русский ученый В.И. Шестаков показали возможности аппарата математической логики для синтеза и анализа релейно-контактных переключательных схем.

1938 г. – Американец Р. Риш демонстрирует механическое говорящее устройство.

1939 г. – Американец Риш, Дадли и Уоткинс демонстрируют на выставке в Нью-Йорке электрическую говорящую машину - «синтезатор речи - Вкодер».

1939 г. - В США инженером Дж. Стибницем закончена начатая в 1937 г. работа над релейной машиной фирмы «Белл», которая выполняла арифметические операции над комплексными числами в двоично-пятиричной системе их представления. Это был релейный интерполятор, управляемый программной перфолентой. В 1944-1946 гг. была создана универсальная вычислительная машина «Модель У» на 9000 реле, соответствующая классической беббиджевской структуре и выполняющая операции: сложения за 0,3 с; умножения – 1 с; деления – 2,2 с. Она позволяет вычислять ряд функций.

1940 г. – В США проведен эксперимент по управлению на расстоянии вычислительной машиной «Белл-I», сконструированной Дж. Стибницем.

1940 г. – Под руководством Джона фон Неймана разработан компьютер *MANIAC (Mathematical Analyzer Numerical and Computer).*

1941 г. – В Германии введены в эксплуатацию первые в мире универсальные цифровые вычислительные машины на электромеханических элементах «Зюс-2» и «Зюс-3».

1942 г. – Дж. Стибниц сконструировал вычислительное устройство с программным управлением «Белл-II».

1942 г. – Американский инженер-кибернетик Д.Б. Паркинсон сконструировал вычислительный автомат, который в сочетании с радарами и зенитной артиллерией использовался для защиты Лондона от немецких ракет «Фау-1».

1943 г. – Под руководством Бистчли создается первый *электронный компьютер «Colossus-1».*

1944 г. – Американский математик Горвард Айкен сконструировал в Гарвардском университете автоматическую вычислительную машину «Марк-1» с программным управлением на релейных и механических элементах.

1944 г. – Дж. Эккерт предложил создавать машинную память на ультразвуковых линиях задержки.

40-50-е гг. – Ф. Вильямс, Дж. Форстер, А. Хэфа предложили запоминающие устройства на основе электронно-лучевых трубок.

1945 г. – Джон фон Нейман разработал концепцию *электронно-вычислительной машины «EDVAC»* с вводимыми в память программами и числами («*EDVAC*» – *Electronic Discrete Variable Computer*). Сама машина была завершена в 1950 г. Главными элементами концепции были: принцип хранимой программы и принцип параллельной организации вычислений, согласно которому операции над числом проводятся по всем его разрядам одновременно.

1946 г. – Джон фон Нейман, развивает теорию игр, выдвинул идею создания математической машины, способной реализовать некоторые принципы этой теории.

1946 г. – Американские инженер-электронщик Д.П. Эккерт и физик Д.У. Моучли сконструировали в Пенсильванском универси-

тете первую ЭВМ «ЭНИАК» (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), которая предназначалась для решения задач баллистики. Это первая электронная цифровая вычислительная машина имела почти 20 000 электронных ламп и 1 500 реле, за 1 секунду она производила 300 операций умножения или 5 000 сложения многоразрядных чисел, потребляя мощность до 150 кВт .

1947-1948 гг. – Академик С. А. Лебедев в Институте электроники АН УССР начинает работу по созданию МЭСМ - малой электронной счетной машины.

1948 г. – Американские физики Уолтер Браттейм, Джон Бардин и Уильям Шокли сконструировали *транзистор.* В 1956 г. им за это изобретение и за исследование полупроводников, начатые в 1945 г., была присуждена Нобелевская премия.

1948 г. – Создан первый промышленный *биполярный транзистор.* В 1954 г. в мире выпускалось около 5 млн. транзисторов, в 1958 г. – 200 млн., в 1963 г. – около 1,5 млрд. (около 2 500 типов диодов и 300 транзисторов).

1948 г. – Американский математик Норберт Винер выпустил в свет книгу «Кибернетика, или управление и связь у животных», что положило начало развитию *теории автоматов* и становлению *кибернетики* - науки об управлении и передаче информации.

1948 г. – Американский математик и инженер Клод Шеннон выпускает книгу «Математическая теория передачи информации», в которой, в частности, вводит понятие меры информации.

1949 г. – В Англии в Кембриджском университете завершена постройка под руководством профессора М. В. Уилкса первой в мире вычислительной машины с хранимой программой ЭДСАК, запоминающим устройством на 512 ртутных линиях задержки, у которой время выполнения сложения было 0,07 мс, умножения – 8,5 мс.

1949 г. – Один из создателей теории информации математик У. Уивер указал на то, что методы, применяемые в военных целях, для раскрытия шифров переговоров противника могут применяться для машинных переводов языков.

1949 г. – В США сконструированы первые машины-переводчики с русского языка на английский.

1950 г. – Получены первые *p-n*-переходы методом сплавления.

1950 г. – Американский ученый К. Ларк-Горовиц обратил внимание на возможность радиоактивного нейтронного легирования германия. В начале 60-х гг. этот метод применялся к кремнию, так на сверхчистых пластинах которого методом интегральной технологии изготовляются *большие интегральные схемы* (БИС).

1950 г. – Вступает в действие первая в СССР вычислительная электронная цифровая машина МЭСМ (малая электронная счетная машина), самая быстродействующая тогда в Европе. В 1951 г. – МСЭМ официально вводится в эксплуатацию, на ней регулярно решаются вычислительные задачи. Машина оперировала с 20-разрядными двоичными кодами с быстродействием 50 операций в секунду, имела оперативную память в 100 ячеек на электронных лампах. Ее сконструировал советский академик кибернетик Сергей Алексеевич Лебедев (1902-1974).

1951 г. – Создается первый производимый английской промышленностью компьютер (*UNIVAC-1*).

1951 г. – Г. Хоппер из американской компании Ремингтон вводит термин компилятор.

1952-1953 гг. – Вводится в эксплуатацию БЭСМ-2 (большая электронная счетная машина) с быстродействием около 10 тыс. операций в секунду над 39-разрядными двоичными числами. *Оперативная память* на электронно-акустических линиях задержки - 1024 слова, затем на электронно-лучевых трубках и позже на ферритовых сердечниках. *ВЗУ* состояло из двух магнитных барабанов и магнитной ленты емкостью свыше 100 тыс. слов.

1952 г. – К.Э. Шеннон сконструировал кибернетическую модель, которой он дал имя древнегреческого героя Тезея, отыскавшего в лабиринте Миноса (царя Крита) чудовище с головой быка и человеческим телом. Тезей Шеннона представлял намагниченную стальную игрушку – мышь, ползавшую по квадратной доске, разделенной на 25 квадратиков произвольными перегородками. Управляемая телефонными реле и магнитом, находящимся под доской, мышка отыскивает выход из лабиринта.

1952 г. – Американский ученый В. Пфан впервые применил бестигельную зонную плавку германия – метод получения полупроводников.

1952 г. – Инженер из Великобритании Дж. Даммер на конференции в Вашингтоне по элементам электронных схем выдвинул идею возможности создания *интегральных схем*.

1952 г. – американский ученый У. Шокли высказал идею использования поверхностных состояний полупроводника для реализации транзистора.

1952-1953 гг. – А.А. Ляпунов и М.Р. Шура-Бура, советские ученые, предложили операторный метод программирования.

1953 г. – Американцы Дж. Форстер и У. Панян предложили матричную схему организации памяти на магнитных сердечниках.

1953 г. – В вычислительных машинах Массачусетского технологического института (США) впервые применена «ферритовая память».

1953 г. – В Москве под руководством Ю.Я. Базилевского закончена разработка серийной ЭВМ «Стрела» и БЭСМ, под руководством С.А. Лебедева.

50-е гг. – В Пензе под руководством Б.И. Рамеева разработаны серийные ЭВМ серии «Урал», в Ереване под руководством Ф.Т. Саркисяна – «Раздан», в Минске (В.В. Пржиялковский и др.) – ЭВМ «Минск», а в Киеве – «Киев».

1953-1957 гг. – Группой под руководством математика Дж. Бейкуса (США) разработан *алгоритмический язык* Фортран – «переводчик формул на машинный язык».

1954 г. – Выходит в свет книга Н. Винера «Кибернетика и общество», где выделяется своеобразное авторское видение философских и социальных аспектов новой науки, названной им вслед за Платоном и Ампером «кибернетика».

1954 -1957 гг. – Фирмой NCR (США) создается первый компьютер на транзисторах NCR-304.

1957 г. – Разработан первый вариант процедурно-ориентированного алгоритмического языка Алгол.

1957-1958 гг. – В Киеве (В.С. Королюк, Е.Л. Ющенко) разрабатывают универсальный процедурно-ориентированный (адресный) язык программирования, в Москве А.А. Ляпунов с сотрудниками и учениками разрабатывает язык описания операторных схем, создаются первые *системы автоматизированного программирования.* Начата работа по теории автоматов, искусственному интеллекту и дискретному анализу. Трудами академиков И.М. Гельфанда, А.А. Дородницина, М.В. Келдыша, М.А. Лаврентьева, А.Н. Тихонова и других развивается численный анализ.

1958 г. – Академик В.М. Глушков выдвигает идею создания универсальной управляющей ЭВМ, имеющей стандартизованный *интерфейс* с аналоговыми устройствами, а также *операционную систему реального времени.*

50-е гг. – Самой мощной ЭВМ 50-х гг. в Европе была советская ЭВМ М-20 со средним быстродействием 20 тыс. трехадресных команд в секунду над 45-разрядными числами с *плавающей запятой*; ее оперативная память реализовалась на ферритовых сердечниках и имела объем 4096 слов.

1958 г. – Используя ЭВМ в рентгеноструктурном анализе, английский биохимик Дж.К. Кендрю с коллегами установил пространственную структуру миоглобина.

1959 г. – Создание первых интегральных схем в мире (США).

Конец 50-х гг. – Дж. Маккарти в Массачусетском технологическом институте разрабатывает язык ЛИСП для работ по проблеме искусственного интеллекта.

1960-1961 гг. – Одновременно в разных странах разработаны вычислительные системы с развитой *мультипрограммной организацией.*

1960 г. – В США создается язык Кобол – язык, ориентированный на обработку коммерческой информации.

1960 г. – С. Пейперт с коллегами из Массачусетского технологического института (США) предлагают язык программирования Лого, с помощью которого можно управлять «черепахой» – программной моделью малого робота.

1960 г. – Начаты работы по созданию в различных странах вычислительных сетей на основе телефонной связи между ЭВМ.

Начало 60-х гг. – Академик В.М. Глушков сформулировал идею объединения автоматизированных систем управления (АСУ) различных звеньев и уровней в общегосударственную автоматизированную систему (ОГАС). В 1963 г. разработан эскизный проект ЕГСВЦ – единой государственной сети вычислительных центров СССР.

60-е гг. – Началось производство ЭВМ второго поколения на транзисторной элементной базе. Для научных расчетов создаются ЭВМ средней мощности: в Москве – М-220, БЭСМ-3, БЭСМ-4, в Пензе – «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16», в Минске – «Минск-22», «Минск-23», «Минск-32», в Ереване – «Раздан-2», «Раздан-3».

1961 г. – В СССР создана первая в стране серийная универсальная полупроводниковая ЭВМ «Днепр-1».

1961 г. – Предложена система автоматического распределения машинного времени ЭВМ между пользователями с помощью разветвленной сети ЭВМ. Практически реализована в 1963 г.

1961 г. – В продажу поступила первая выполненная на пластине кремния *интегральная схема* (ИС), содержащая триггер на 6 элементах: 4 биполярных транзистора и 2 резисторах. В 1963 г. ИС имела 10-20 элементов, а в 1967 г. – 300 000 элементов на кристалле в несколько квадратных миллиметров.

1965 г. – Начат выпуск семейства машин третьего поколения - IBM/360 (США), состоящего из 7 моделей. С ними совместимы машины ЕС ЭВМ.

1965 г. – Дж. Кемени и Т. Курц в Дортмутском колледже (США) разрабатывают язык программирования Бейсик, который первоначально предназначался для вводного курса по информатике, а сейчас имеет множество версий и считается самым распространенным в мире языком программирования.

1967 г. – В США создана первая быстродействующая ЭВМ на БИСах.

1967-1969 гг. – В СССР в Институте точной механики и вычислительной техники коллективом под руководством С.А. Лебедева и В.А. Мельникова создаются полупроводниковые *мини*-ЭВМ для научных расчетов, под руководством Г.Е. Овсепяна в Ереване -

«Наири-2», под руководством В.М. Глушкова в Киеве – «Мир-2» (1969 г.) с реализованной впервые двухуровневой асинхронной микропрограммной системой управления со ступенчатой организацией и оптимизацией *микропрограмм*. Для машин «Мир» создаются специальные входные языки Мир, Аналитик на основе русского языка. В «Мир-2» впервые диалог с пользователем осуществляется с помощью дисплея со световым пером. В это же время в СССР бурно развивается применение ЭВМ для управления технологическими процессами сбора и обработки экспериментальных данных в реальном масштабе времени, для планово-экономических расчетов. Сдана в эксплуатацию и рекомендована к массовому внедрению первая в стране АСУ предприятия с массовым производством «Львов». В Институте кибернетики АН УССР создается управляющая ЭВМ «Днепр-2» с развитой системой прерывания, обеспечивающей одновременную работу с более 1600 входных и более 100 выходных аналоговых устройств различных классов.

1967 г. – В Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР под руководством С.А. Лебедева и В.А. Мельникова создается мощная полупроводниковая ЭВМ с мультипрограммной обработкой нескольких задач для научных расчетов БЭСМ-6. Ее характеристики: одноадресная система команд, 50-разрядные двоичные слова, ОЗУ на ферритовых сердечниках емкостью от 32 до 128 тыс. слов со временем цикла 300 нс, внешние ЗУ-16 магнитных барабанов по 32 тыс. слов и 32 лентопротяжных механизма емкостью более 10^6 слов на одно устройство, время выполнения операций – 1,2 мс для сложения чисел с плавающей запятой, 2,1 мс для умножения. Машина имела систему автоматического программирования с *входными языками*: Фортран, Алгол-60, ЛИСП. Программное обеспечение выполнялось Л.Н. Королевым, М.Р. Шура-Бурой, Н.Н. Говорунов, Э.З. Любимским и др. В дальнейшем на БЭСМ-6 используется разработанная в Новосибирске под руководством академика А. П. Ершова α-система программирования с расширением языка Алгол-60.

Конец 60-х гг. XX в. – Э. Фейгенбаум и др. в Стэндфордском университете (США) создали первую программу, обладающую

свойствами искусственного интеллекта, которая считается также первой *экспертной системой*.

1969 г. – Э. Жеке и др. в Массачусетском технологическом институте (США) предсказали существование оптической метастабильности, которую на опыте наблюдали в 1976 г. Х. Джиббс, С. Мак-Колл, Т. Венкатесан. Для приборов, работающих на основе этого явления, требуется полупроводник, прозрачный в одной области спектра и непрозрачный в другой, с резко нелинейной оптической характеристикой (например, антимонид индия). Логические схемы на таких оптических элементах могут работать со скоростью до 100 млрд. логических операций в секунду (скорость элементарных переключателей ~ 1 млрд. оп/с).

1970 г. – В США Ч. Мур, сотрудник национальной радиоастрономической обсерватории, создает для управления радиотелескопами язык Форт, в дальнейшем используемый в мини- и микроЭВМ.

1970 г. – В Швейцарском федеральном институте технологии в Цюрихе Н. Вирт создаёт язык Паскаль.

1970-е гг. – В СССР получают дальнейшее развитие АСУ, закладываются основы государственной и межгосударственной, охватывающей страны – члены СЭВ системы обработки данных, разрабатываются универсальные ЭВМ третьего поколения ЕС ЭВМ, совместимые как между собой (машины средней и высокой производительности ЕС ЭВМ), так и с зарубежными ЭВМ третьего поколения (IBM-360 и др. – в США). В разработке машин ЕС ЭВМ принимают участие специалисты СССР, НРБ, ВНР, ПНР, ЧССР, ГДР. В то же время в СССР создаются многопроцессорные и квазианалоговые ЭВМ, выпускаются мини-ЭВМ «Мир-31», «Мир-32», «Наири-34», ЭВМ серии АСВТ М-6000 М-7000 (разработчики В.П. Рязанов и др.) для управления технологическими процессами; на интегральных микросхемах – настольные мини-ЭВМ М-180 «Электроника-100,-200», «Электроника ДЗ-28», «Электроника НЦ-60» и др.

Созданы системы автоматизированного проектирования печатных плат и БИС. На базе ЭВМ «Киев-70» такие установки обеспечивали изготовление микросхем с точностью порядка 0,1 мкм.

В СССР создаются тысячи информационно-вычислительных центров (ИВЦ), как специализированных, так и общего назначения, системы коллективного пользования с удаленными терминалами.

Начало 70-х гг. – Возникновение идеи единой цифровой системы связи в США, подключение терминалов и накопителей к центральным ЭВМ через кабельную телесеть.

1971 г. – Фирмой «Интел» (США) создан первый микропроцессор (МП) – программируемое логическое устройство, изготовленное по технологии БИС. Развитие МП подразделяется на три поколения. Первое поколение – малоразрядные (4-8 двоичных разрядов с быстродействием 10-15 тыс. оп/с). В МП второго поколения увеличено до 60 число регистров общего назначения и внутренняя память, реализован принцип микропрограммного управления. Третье поколение МП-8085, 80 286 фирмы «Интел», отечественный К-536 и др. – это 16-разрядные МП, характеризующиеся развитыми системами внутренней памяти и устройств ввода-вывода (УВВ), расширенным набором команд и высоким быстродействием, одновременно разрабатываются МП-комплекты.

1972 г. – В США в Национальном управлении по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) был установлен суперкомпьютер «Иллиак IV», на котором моделировались воздушные потоки, омывающие ракеты.

1973 г. – Фирма «Техас инструментс» (США) впервые разработала однокристальную микроЭВМ типа MS 1000 с размещением в одном кристалле центрального процессора, памяти и схемы сопряжения ввода-вывода.

Середина 70-х гг. – Появляется идея оптоэлектроники - замены электрических токов световыми лучами.

1974 г. – 16 ноября с радиотелескопа, размещенного в кратере вулкана Аресибо (Пуэрто-Рико, США), на волне 21 см передано «послание человечества к звездам», в котором в 1679 знаках двоичного кода зашифрованы основные данные о современной человеческой цивилизации.

1974-1975 гг. – Появились первые сообщения о персональных ЭВМ (ПЭВМ) – персональных компьютерах в США.

1975-1976 гг. – Результатом совместного творчества специалистов СССР, НРБ, ВНР, ПНР, ЧССР и ГДР является создание и выпуск мини-ЭВМ – СМ-1, СМ-2, СМ-3 и СМ-4 с широким диапазоном применения: в научных работах, для управления технологическими процессами, обработки экспериментальных данных в реальном масштабе времени, для автоматизации инженерных и управленческих работ и т. д.

1976 г. – Фирма «Компьютер Консалтанс» в США выпускает серийный недорогой синтезатор речи для персонального компьютера.

1976 г. – В Лос-Аламосе (США) был установлен первый суперкомпьютер *Cray-1* (КРЭЙ-1), выполняющий до 100 млн. арифметических операций в секунду. В СССР похожие характеристики имеет суперЭВМ «Эльбрус-2».

Конец 70-х гг. – Широко распространяются для хранения данных *магнитные диски*.

С 1970 г. по настоящее время. – В СССР интенсивно разрабатываются, постоянно совершенствуются различные типы микрокалькуляторов (МК) – микроЭВМ карманного и настольного типа для личного пользования: малогабаритная (120×78×18) 8-разрядная «Электроника Б3-04» (1973 г.), первая отечественная модель простейшего МК «Электроника МК-53», совмещавшая в себе функции микрокалькулятора, часов, календаря, будильника, секундомера (1980 г.), первая отечественная модель микрокалькулятора с питанием от батареи из пяти солнечных элементов «Электроника МК-60» (1982 г.). В течение этого первого периода выпускаются также модели «Электроника»: Б3-09; Б3-14М; Б3-24; Б3-25М; Б3-26; Б3-26А; С3-33; С3-27; Б3-30; Б3-39; МК-40 (первая модель с устройством автоматического цифрового печатающего (кроме визуального) считывания). При этом происходила миниатюризация моделей; объем и масса уменьшились соответственно в 40 и 11 раз, а потребляемая мощность – в 20 000 раз, время непрерывной работы от автономного источника питания и число выполняемых операций возросли, соответственно в 1000 (до 8-10 тыс. ч.) и 3 (до 20 операций с 3) раза. В середине 70-х гг. начат выпуск первых отечественных инженерных микрокалькуляторов типа

«Электроника»: Б3-18А, Б3-18М; Б3-19М, а позже выпуск используемых в школе отечественных инженерных микрокалькуляторов «Электроника»: Б3-32; Б3-35; Б3-36; Б3-38; МК-51.

1977 г. – Молодые американцы С. Джобс и В. Возняк организовали предприятие по изготовлению недорогих персональных компьютеров «*APPLE*» (яблоко), предназначенных для большого круга непрофессиональных пользователей. Эти компьютеры получили широкое распространение в мире, что послужило стимулом создания во многих странах многочисленных компаний и корпораций по производству персональных компьютеров. Сейчас только в США производится более 4 млн. комплектов ПЭВМ ежегодно.

1979-1980 гг. – Выпуск в Японии и США электронных словарей-переводчиков (ЭСП): «IQ-3000» (2500 слов и 300 выражений на английском языке, 5000 – на японском), «LK-3000» (на английском, французском, немецком, итальянском языках), «ТА-1000» (1320 слов на английском языке и по 2-3 слова на японском языке), «*Language Translator*» (по 1000 слов на испанском, немецком, французском, английском языках). В ряде ЭСП использованы сменные модули для различных языков.

1980 г. – В СССР разработан (выпущен в 1982 г.) первый отечественный ЭСП «Электроника СП» на трех языках (русский, английский, немецкий – по 1000 слов на каждом языке, с числом одновременно устанавливаемых модулей – 3).

1981 г. – Японскими специалистами центра по обработке информации опубликован план научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию к 1991 г. ЭВМ *пятого поколения*, так называемый «японский вызов» миру по созданию ЭВМ искусственного интеллекта.

1982 г. – Американская фирма по производству вычислительной техники IBM, занимавшая до этого ведущее положение по выпуску больших ЭВМ, приступила к изготовлению профессиональных персональных компьютеров (ППЭВМ) IBM PC.

Эти модели быстро завоевали исключительную популярность во всех странах и послужили образцом для создания национальных моделей компьютеров, совместимых с IBM PC по элементной

базе, архитектуре, программному обеспечению и пр. Так появился целый класс «IBM-совместимых» компьютеров. В Болгарии, например, стали выпускать ППЭВМ «ПРАВЕЦ-16», в Польше – «МАЗОВИЯ-1016», в СССР – ЕС-1840 и ЕС-1841 и т. д.

1982 г. – Выходит из печати «Русский семантический словарь», «составленный компьютером» и группой под руководством чл.-кор. АН СССР Ю. Караулова.

1984 г. – Объявлено о выпуске суперкомпьютера фирмы «Крэй X-MP/48» с производительностью 1,6 гигофлопса (порядка 10^9 операций в секунду).

1984-1985 гг. – Во всех школах СССР введен новый курс «Основы информатики и вычислительной техники», призванный подготовить молодежь к жизни и труду в информатизированном обществе.

1985-1987 гг. – Американская фирма IBM, совершенствуя компьютер IBM PC, выпускает совместимые с ним модели IBM PC/XT и IBM PC/AT. Эти профессиональные персональные компьютеры стали во всех странах основой для создания *автоматизированных рабочих мест* (АРМ) работников самых разных специальностей, а также основой локальных вычислительных сетей (ЛВС) автоматизированных учреждений и производств. Основные характеристики этих компьютеров: элементная база – 16-разрядные микропроцессоры, быстродействие – более 1 млн. операций в секунду, объем оперативной памяти 640 Кбайт, внешняя память – накопитель на жестком магнитном диске типа «Винчестер» емкостью 20-60 Мбайт или 1,2 Мбайта каждый.

В комплект каждой модели входят также: монохромный или цветной дисплей (размер по диагонали 12-14 дюймов и разрешающая способность 640×350 или 720×350 линий). Эти компьютеры породили много национальных вариантов совместимых с ними моделей во всех странах, в том числе в странах-членах СЭВ.

1987 г. – В СССР выпускаются более совершенные модели микрокалькуляторов: «Электроника МК-64», с помощью которого через многоканальный аналого-цифровой преобразователь можно управлять различными установками и который может использоваться в качестве электроизмерительного прибора; «Электроника

МК-52», имеющий память, сохраняющуюся до 5000 ч после отклонения электропитания; «Электроника МК-54», «Электроника МК-61» с улучшенными параметрами и др. МК «Электроника МК-85» (размер 165×72×15 мм, масса 150 г) позволяет работать не в кодах, как в предыдущих моделях, а на языке Бейсик и обеспечивает работу в течение нескольких часов без подключения к электросети.

Середина 80-х гг. – К. Саган с сотрудниками (США) и В.В. Александров с сотрудниками (СССР) строят с помощью ЭВМ математические модели последствий «ядерной зимы» и «ядерной ночи», за время существования которых в течение нескольких суток жизнь на Земле практически исчезает. Эти выводы сыграли огромную роль в формировании во всех странах «нового мышления в ядерный век».

1987 г. – Специалисты американской фирмы IBM разработали и начали производство нового семейства персональных профессиональных компьютеров *PS/2*, отличающихся высокими техническими и эксплуатационными характеристиками: емкость оперативной памяти 640 Кбайт – 15 Мбайт, емкость внешней памяти 20-185 Мбайт, операционная система многозадачная и др.

1988 по 1990 гг. – В СССР начат массовый выпуск школьных персональных компьютеров и классов учебной вычислительной техники (КУВТ) Корвет, УКНЦ и др., профессиональных персональных компьютеров ДВК-3М, ДВК-4, «Искра-1030», «Нейрон», ЕС-1841 и др., а также бытовых персональных компьютеров «Сура», «Партнер», БК-0010 и др.

С 1990 г. по настоящее время – Этап широкомасштабного развития средств информационно-компьютерной техники и технологий (IBM PC /286, 386, 486, Pentium, Risc-технологии, ПК типа MAC и др., сетевая техника и технологии: ЛВС, Международные сети типа InterNet, СУБД, ЭС, Мультимедиа - системы и технологии, гипертехнологии и системы и многое другое).

Общая структура эволюционного процесса качественного развития и поколения техники и технологий в системах комплексной автоматизации и компьютеризации можно представить в виде следующей диаграммы.

Качественные признаки		Поколение техники				
		II	III	IV	V	VI
Функциональные	Уровень автоматизации управления в системах					Обучающиеся системы с признаками интеллекта, искусств
					Гибко программируемые системы с адаптацией и внутренней диагностикой	
				Комплексно-автоматизированные системы с адаптацией к внешним воздействиям		
			Автоматизированные системы управления			
		Полуавтоматическое управление				
	Уровень автоматизации управления в аппаратуре					Автоматическое управление с элементами искусственного интеллекта
					Гибкое автоматизированное программируемое управление	
				Автоматизированное управление с адаптацией к внешним воздействиям и самодиагностикой		
			Автоматизированное управление отдельными устройствами			
		Полуавтоматическое и ручное управление				
Конструктивные	Средства вычислительной техники					СуперЭВМ, многосистемные сети
				Микропроцессоры, микроЭВМ (программируемые контролеры), встроенные локальные сети		
			Мини-ЭВМ (периферийные), локальные сети			
		ЭВМ II поколения (центральная), многопроцессорные сети				
	Устройства функциональной электроники					Функциональные системы на принципах бионики
					Многофункциональные устройства	
				Функциональные устройства		

	Изделия электронной техники (степень интеграции)					Интегральные системы
					Интегральные схемы (10^5-10^6)	
				Интегральные схемы (10^4)		
			Интегральные схемы (10^2-10^3)			
		Дискретные элементы				
Технологические	Технология создания программного продукта					Обучающиеся системы программирования
					Системы программирования на едином языке высокого уровня	
				Автоматизированная технология программирования с применением языков высокого уровня		
			Пакетное программирование с применением языков высокого уровня			
		Программирование в машинных кодах и с применением алгоритмических языков				
	Оборудование и системы проектирования, производства и контроля изделий					Обучающиеся, системы проектирования, производства и контроля
					Интегрированные системы проектирования, производства и контроля	
				Комплексные автоматизированные системы проектирования, производства и контроля		
			Системы автоматизированного проектирования, производства и контроля			
		Оборудование для автоматизации отдельных операций проектирования, производства и контроля				

44. ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРА

Трудовая деятельность человека развивалась в постоянном преодолении сопротивления природных объектов его усилиям. Это способствовало выработке у человека отношения к природе, как к чему-то противостоящему, с чем нужно непрестанно бороться, чтобы выжить. Такое отношение имеет очень глубокие истоки и проявляется до сих пор не только в поступках отдельных людей, но и в необдуманных программах переустройства природы без достаточного понимания их негативных последствий. В последнее время, правда, наблюдается тенденция все большего понимания природных явлений в их целостности и взаимосвязи, растет понимание того, что с природой нужно не столько бороться, сколько знать, любить и, по возможности, сохранять ее, как условие нашей собственной жизни.

Если бы дело заключалось только в перестройке сознания людей, то проблема решалась бы очень просто: достаточно было бы изменить систему воспитания и подготовки к общественно полезной деятельности. Однако существуют более глубокие причины неправильного отношения людей к природе, и, прежде всего они коренятся в самом характере социальной системы, в которой развивается человек.

Отношение к природе всегда формировалось всей системой общественных отношений, и, в первую очередь, отношений собственности. Не будет ошибкой сказать, что хищнический характер отношения человека к природе имманентно присущ традиционному принципу использования ее ресурсов. Особенно полно эта черта отношения к природе раскрылась в условиях современной технической революции, которая ожесточила конкурентную борьбу и довела до крайней степени стремление предпринимателей к обеспечению прибыли любой ценой.

Со времени возникновения технической цивилизации на Земле сведено около 1/3 площади лесов, пустыни резко ускорили свое наступление на зеленые зоны. Так, пустыня Сахара продвигается к

югу со скоростью 30 миль в год. Катастрофических размеров достигло загрязнение Океана нефтепродуктами, ядохимикатами, синтетическими моющими средствами, нерастворимыми пластиками. По неточным данным (в сторону занижения), сейчас в Океан попадает около 30 млн. тонн нефтепродуктов в год. Нетрудно подсчитать, учитывая медленные темпы растворения нефти в воде, что значительная часть поверхности Океана уже покрыта нефтяной пленкой. Некоторые специалисты полагают, что общая площадь этой пленки составляет 1/5 от площади Океана. Нефтяная пленка в таких размерах очень опасна. Она нарушает газо- и влагообмен между атмосферой и гидросферой, угнетая развитие жизни, особенно планктона, и обусловливает более высокое (на 2-3%) альбедо, чем поверхность чистого Океана.

Антропогенная миграция химических элементов стала основным фактором изменения окружающей среды. Естественное поступление химических элементов из недр едва достигает 1% от антропогенных поступлений, превышение в 100 раз. Если прирост мирового производства стали останется на современном уровне (около 5% в год), то содержание окислов железа в почве и воде через 50 лет удвоится. За это время при отсутствии регулирующих мер, концентрация свинца в окружающей среде возрастет в 10 раз, ртути – в 100, мышьяка – в 250 раз. Замечено, что содержание свинца в костях современного человека примерно в 50 раз выше, чем в останках наших древних предков, а концентрация ртути в ныне живущих организмах в 100-200 раз превышает ее содержание в почве, природных водах и воздухе.

Быстрыми темпами происходит загрязнение атмосферы. Поскольку пока основным способом получения энергии остается сжигание горючего топлива, то с каждым годом возрастает потребление кислорода, а на его место поступают углекислота, окислы азота, окись углерода и т.д., а также огромное количество сажи, пыли и вредных аэрозолей.

Свыше 10 млрд. т. условного топлива сжигается ежегодно в мире при среднем КПД 33% и при этом выбрасывается в воздух более 1 млрд. т. различных взвесей, среди которых много канцеро-

генных веществ. Согласно обзору ВНИИ Медицинской информации, за последние 100 лет в атмосферу попало более 1 млн.т. кремния, 1,5 млн.т. мышьяка, 900 тыс.т. кобальта. Только в атмосферу США ежегодно выбрасывается более 200 млн.т. вредных веществ (100 млн.т. окислов углерода, 37 млн.т. окислов серы, 30 млн.т. углеводородов, 20 млн.т. окислов азота и 30 млн.т. различной пыли).

Загрязнение атмосферы вредно не только для дыхания живого населения планеты, но и тем, что уменьшает прозрачность атмосферы, через которую идет взаимодействие планеты с космическими факторами, прежде всего с излучением Солнца. Полагают, что сегодня в атмосфере находится около 20 млн. т. взвешенных частиц. Если их содержание увеличится в 4 раза, то температура поверхности Земли понизится более, чем на 3 градуса. Увеличение содержания взвесей в атмосфере до указанной величины может произойти уже в ближайшем будущем, если загрязнение будет продолжаться прежними темпами.

На состояние природной среды земной поверхности большое влияние оказывает не только антропогенное вторжение различных веществ, но и тепловое загрязнение. При сжигании топлива современное человечество высвобождает в год $34*10^{15}$ ккал тепла, которое рассеивается в окружающем пространстве, сильно изменяя температурный режим среды и динамику происходящих в ней процессов. Особенно сильно при этом меняются темпы процессов окисления, так как содержание кислорода в среде существенно колеблется в зависимости от перепадов температуры. Казалось бы, после прохождения через градирни ТЭЦ и ГРЭС вода возвращается в водоемы без загрязняющих веществ, но резкое повышение температуры воды снижает содержание в ней кислорода, угнетает деятельность аэробных бактерий, что ведет к преобладанию восстановительных процессов над окислительными. Вода загнивает, и высшие формы жизни в ней погибают, зато бурно разрастаются низшие растения.

Кроме того, резкое изменение температурного баланса среды в результате теплового загрязнения начинает заметно сказываться

на погоде и даже на климате в целом, что особенно заметно в районе больших городов и крупных промышленных центров. Отмечен перепад температуры между центром большого города и окраиной в 2-4°С. В среднем люди вырабатывают сейчас около 0,02% энергии от притока солнечной, но в Манхэттене, например, количество тепла, высвобождаемого техносистемами, составляет уже 250% энергии солнечных лучей, падающих на территорию этой части Нью-Йорка. Учитывая быстрый рост промышленности и городов, можно ожидать повышения температуры земной поверхности не только в локальном, но и в глобальном масштабе, что сильно повлияет на атмосферную циркуляцию.

Этой тенденции, правда, противостоит антропогенное уменьшение прозрачности атмосферы. Однако следует учитывать, что потеплению планеты способствует в сильной мере увеличение содержания углекислоты в атмосфере. Так что вслед за незначительным похолоданием климата, которое началось с конца 1940-х годов, можно ожидать повышение температуры и, по-видимому, существенное. Гляциологи уже свидетельствуют о нарастании темпов таяния ледников по сравнению с недавним прошлым. Площадь арктических льдов, например, сократилась на 1/10. Видимо, сказывается пока не столько повышение температуры, сколько затемнение поверхности льда пылью, при этом сокращение поверхности льдов само вызовет повышение температуры земной поверхности.

К серьезным факторам загрязнения среды, помимо отмеченных, относится также повышение фона электромагнитного излучения от многочисленных электротехнических устройств, повышение звукового фона в среде (инфра- и ультразвуки, слышимый шум), а также повышение радиоактивного фона. Пока еще не вполне изучено фоновое воздействие на жизненные процессы. Отмечено, правда, что в сильном электромагнитном поле живая протоплазма развивается более интенсивно. Возможно, что эффект акселерации, начавшийся с 1920-х годов, отчасти связан с повышением электромагнитного поля. Как раз с этого времени стала широко применяться электротехника и началось строительство мощных радиоантенн.

Загрязнение среды пагубно отражается на здоровье людей и на жизни всего населения планеты. При всех несомненных успехах медицины и санитарного обслуживания множится число больных, особенно сердечно-сосудистыми заболеваниями, раковыми, а также болезнями желудка, печени и почек. Возрастает количество врожденных патологий. От болезней, вызываемых загрязнением воды, ежегодно умирают примерно 5 млн. новорожденных. В промышленно развитых странах зафиксированы новые виды заболеваний, вызванные различными загрязнениями. Так, в Японии стала известна болезнь под названием "итай-итай", возникающая при отравлении кадмием. У больных оказываются комплексно поражены почти все внутренние органы. В этой стране получила также известность болезнь "минамата" при отравлении людей соединениями ртути. Характерный признак болезни – сильное расстройство нервной системы.

До конца 1974 г. в Японии было официально зафиксировано 8737 случаев отравления веществами, содержащимися в воздухе. Участились случаи удуший во время смогов, повисающих над крупными городами промышленно развитых стран. Во время одного из смогов в Лондоне погибло около 4 тыс. жителей, страдавших болезнью дыхательных путей. Медицинские службы сигнализируют о превышении предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ не только на отдельных предприятиях и прилегающих к ним районах, но и на территориях целых городов. Особенно большой вред жителям городов принесло массовое производство и широкое применение автомобильного транспорта. Подсчитано, что автомобили дают до 50% загрязнения воздуха, в отработанных газах автомобилей обнаружено 170 вредных компонентов и 160 из них – это производные углеводородов, большинство из которых канцерогенны.

В некоторых странах (Франция, Италия, США, Япония) количество автомобилей уже сопоставимо с числом жителей. В США, например, приходится 104 млн. автомобилей на 200 млн. населения. Известно, что на каждые 1000 км. пробега автомобиль потребляет годовую норму кислорода одного человека. Не удиви-

тельно, что современное человечество потребляет кислорода столько, сколько потребовалось бы для дыхания 43 млрд. людей.

Быстрый рост промышленности, сопровождающийся глобальным загрязнением окружающей среды, небывало остро поставил проблему сырьевых ресурсов. Из всех видов ресурсов на первом месте по росту потребностей на него и по увеличению дефицита стоит пресная вода. Хотя на первый взгляд воды на земном шаре, в общем-то, много (71% всей поверхности планеты занят водой), воды, пригодной к потреблению, т.е. пресной, насчитывается всего 2%. Из них почти 80% – это вода, находящаяся в ледовом покрове планеты. Оставшаяся сравнительно небольшая часть водных ресурсов (35 тыс. куб. км) распределена по планете крайне неравномерно. Наибольшее количество пресной воды сосредоточено в пока мало освоенных районах (сибирские реки и озера, бассейн Амазонки), а в большинстве промышленно развитых районов воды уже ощутимо не хватает, и дефицит ее с каждым годом растет. Особенно много воды требуют сравнительно молодые отрасли промышленности, связанные с искусственным синтезом веществ. Например, на производство 1 т. искусственного шелка требуется 1500 т. воды, а на производство капрона – 2500 т. Много воды требует цветная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность и теплоэлектростанции. Одним из самых крупных потребителей воды стало орошаемое земледелие. На производство только 1 т. зерна требуется 300-500 куб. м. воды.

В целом на хозяйственно-бытовые нужды изымается 10% речного стока планеты. Из них 5,6 % расходуется безвозвратно, отчасти испаряясь, а отчасти химически связываясь (около 100 млн. куб. м. ежегодно в процессе производства). Если безвозвратный забор воды будет и дальше увеличиваться в том же темпе, как теперь (4-5% ежегодно), то к 2100 г. человечество может исчерпать все запасы пресных вод в геосфере. Положение осложняется также тем, что большое количество пресных вод загрязняется промышленно-бытовыми отходами – 16% речного стока. Все это, в конечном счете, попадает в Океан, который и без того подвергается загрязнению.

Менее плачевно, но в перспективе также тревожно, обстоит дело с другим природным ресурсом, тоже недавно считавшимся неисчерпаемым – кислородом атмосферы. Казалось бы, его очень много в атмосфере – $1{,}5*10^{15}$ т. Но, сжигая продукты фотосинтеза прошлых эпох – горючие ископаемые – люди связывают свободный кислород в соединения. Ориентировочно в недрах Земли содержится $6{,}4*10^{15}$ т. горючих ископаемых, на сжигание которых потребовалось бы $1{,}7*10^{16}$ т. кислорода, т. е. больше, чем его насчитывается в атмосфере. Следовательно, задолго до исчерпания запасов горючих ископаемых люди должны прекратить их сжигание, чтобы не задохнуться самим и не уничтожить все живое. Причем это не какие-то отдаленные сроки, а время, измеряемое десятилетиями.

Полагают, что запасы нефти на Земле истощатся через 200 лет, угля – через 200-300 лет, горючих сланцев и торфа – тоже в этих пределах. Примерно за это же время при современных технологиях и темпах развития производства может быть исчерпано 2/3 запасов кислорода в атмосфере планеты. К тому же следует учесть, что при возрастающих темпах потребления кислорода темпы его воспроизводства зелеными растениями неуклонно снижаются, поскольку развивающееся производство и множащееся население наступают на природу, отбирая у нее все новые зеленые площади для построек и угодий. Каждые 15 лет площадь отчуждаемых земель людьми у природы удваивается и, по-видимому, предел освоения территории уже близок. Зеленые растения вытеснятся не только постройками, но и расползающейся полосой загрязнения. Особенно губительно загрязнение для фитопланктона, покрывавшего сплошным слоем водную поверхность планеты. Полагают, что он воспроизводит около 34 % кислорода атмосферы.

Не лучше обстоит дело и с другим ресурсом природы – запасами естественного живого вещества. В промышленно развитых странах темпы истощения этого ресурса давно превзошли темпы его естественного воспроизводства. Что касается животных, то сейчас каждые 8 месяцев на Земле исчезает вид или подвид млекопитающих или птиц, а с учетом низших организмов происходит

ежедневная гибель видов и подвидов организмов. Около 600 видов (подвидов) птиц и млекопитающих находятся под угрозой вымирания. Если так пойдет и дальше, то вскоре человек рискует один остаться на Земле вместе с теми животными, которых он успел одомашнить и приручить, и вместе с мириадами насекомых, которые станут усиленно размножаться вместо исчезнувших высших форм.

Мы подробно остановились на проблеме воспроизводящихся природных ресурсах потому, что до сих пор перспективу истощения ресурсов связывают по инерции с так называемыми невозобновимыми факторами природной среды: запасами железных руд, цветных металлов, горючих ископаемых, драгоценных камней, минеральных солей и т.д. Сроки разработки месторождений этих ресурсов заведомо конечны и варьируются в зависимости от богатства содержания их в земной коре. Считается, что при нынешних темпах добычи запасов свинца, олова, меди может хватить на 20-30 лет.

Сроки небольшие, а потому уже заранее изыскиваются средства компенсации и экономии дефицитного сырья. В частности, совершенствование методов добычи позволяет приступить к разработке пород с бедным содержанием нужных элементов и кое-где уже принялись за переработку отвалов горной породы. В перспективе можно будет извлекать нужные элементы в любом потребном количестве из самых распространенных в природе пород, например из гранита.

Иначе обстоит с ресурсами, которые издавна привыкли считать возобновляющимися и которые действительно были таковыми до тех пор, пока возросшие темпы их потребления и загрязнение среды не подорвали способность комплексов к самоочищению и самовосстановлению. Причем эти подорванные способности не возобновляются сами собой, а, напротив, прогрессивно идут на убыль по мере наращивания темпов индустрии в прежнем технологическом режиме. Однако сознание людей все еще не успело перестроиться. Оно, как и техника, работает в прежнем экологически беззаботном режиме, считая воду, воздух и живую природу даровыми и неисчерпаемыми.

Вот почему всемерное разъяснение конечного характера и этих ресурсов является важной и неотложной задачей. Природа пока еще богата и щедра. При умелом, заботливом пользовании ею она может не только не утрачивать, а наращивать свое богатство на радость людям, но для этого недостаточно видеть в природе только источник ресурсов для жизни и производства. Необходимо научиться понимать ее целостный, комплексно согласованный во всех частях характер и действовать с учетом системного характера связей и зависимостей между ее факторами и компонентами. Только в этом случае логика деятельности людей будет совпадать с логикой взаимосвязи природных явлений, и тогда отдаленные последствия воздействия людей на природу не будут противоречить ближайшим целям и уничтожать значение предпринятых ранее усилий.

Отрицательное воздействие индустрии на природу породило у части людей как ответную реакцию мнение, будто человек по своей сути враждебен природе, неумерен в своих потребностях и обречен на постоянный конфликт с ней. Конечно, момент враждебности, агрессии по отношению к природе у человека есть и на это было достаточно причин. Слишком трудна была борьба наших предков со стихийными силами природы. Но нельзя закрывать глаза и на другое. С древних времен и по сию пору в человеке сильны потребность в единстве с природой, осознание своего родства с ней.

В древние времена людям, пожалуй, больше было присуще понимание своего единства с природой, чем в дальнейшем, поскольку они еще не были в такой степени отделены от природы техническими устройствами, как люди промышленного века. Однако с развитием промышленности осознание родства с природой развивалось у людей на новой и, в определенном отношении, более глубокой основе. Можно сказать, что по мере развития науки и средств производства люди переходили от натурального осознания своего единства с природой к структурно-функциональному. В ответ на запросы производства естествознание через раскрытие законов природы вплотную подводило к пониманию единства этих законов с законами функционирования самого человеческого ор-

ганизма и даже в некоторых чертах с законами развития общества. С конца XVIII в. проведение аналогий между обществом и природой стало даже своеобразной модой и породило массу биосоциальных концепций.

На смену этому наивному этапу натурсоциальных идей приходит научное осознание единства общества с природой на основе понимания сущности труда и его роли в развитии общества во взаимодействии с природными факторами. Научное понимание проблем соотношения общества и природы, возникшее в общественных науках, было дополнено в естествознании учением Ч. Дарвина, работами плеяды ученых-эволюционистов, а также В.И. Вернадского и его школы в плане биогеохимического анализа вещественно-энергетических потоков, связывающих природу и общество в единый и нерасторжимый комплекс.

На современном этапе развития общества разработка научного осознания единства общества и природы стимулируется необходимостью практического обеспечения такого единства. По сути дела перед обществом повсеместно встала задача экологизации техники, оптимального согласования ее с природными процессами. Пессимисты считают эту проблему неразрешимой, поскольку техника, по их мнению, принципиально несовместима с природой, противостоит ей и не может быть увязана с природными явлениями, как искусственное образование, созданное человеком.

Проблема экологизации техники действительно может показаться неразрешимой. Дело в том, что за долгие годы индустриального развития набрана слишком односторонняя инерция развития техники в экологически беззаботном режиме, и переход на качественно новый режим кажется просто невыполнимым. К тому же принимаемые до сих пор меры экологизации техники радикально не решают проблемы, а лишь оттягивают ее подлинное решение. Борьба с загрязнением природной среды производством ведется пока преимущественно путем строительства очистных сооружений, а не путем смены существующей технологии производства. Однако одних этих мер для решения проблемы недостаточно. Во-первых, очистные сооружения, как правило, очень доро-

ги, громоздки (занимают много площади) и не поспевают в своих возможностях за ростом предприятий и сменой технологии. Во-вторых, деятельность очистных сооружений ненадежна. Она не всегда достаточно эффективна, особенно если учесть нарастающую строгость норм предельно допустимых концентраций (ПДК) и, кроме того, не исключена возможность аварий очистных систем со всеми вытекающими отсюда последствиями для окружающей среды и людей. Уже сейчас расходы на очистные сооружения в нашей стране составляют заметную часть государственного бюджета, хотя очистка отходов обеспечена пока лишь на 60% предприятий. Если и дальше идти по пути строительства очистных сооружений, то, как подсчитали специалисты, настанет время, когда стоимость очистных устройств сравняется со стоимостью основного производства и даже превзойдет ее. Требования к степени очистки отходов производства будут непрерывно повышаться по мере роста числа и мощности предприятий. В некоторых уникальных природных комплексах, таких, как Байкальский, например, требования к эффективности очистных сооружений уже очень высоки. По мнению специалистов, водоочистные сооружения Байкальского целлюлозно-бумажного комбината не удовлетворяют эти требования, хотя стоимость сооружений велика и составляет 25 % стоимости самого комбината. Следовательно, действующий ныне основной способ экологизации техники становится экономически нецелесообразным и экологически неэффективным. Возникло противоречие между старым типом технологии производства и новыми требованиями к защите окружающей среды.

Что значит "старый тип технологии"? Это работа предприятий, односторонне специализированная на производстве преимущественно какого-то одного вида продукции (металлургической, цементной, каучуковой, азотно-туковой и т. д.). Все остальные вещества (а их может быть довольно много), которые не отвечают профилю предприятия, идут в отходы. В зависимости от характера так называемых попутных веществ отходы могут быть очень вредными для людей и вообще живых организмов. Подобная расточительная технология естественно не могла не быть губительной для

природной среды и, в конечном счете, для самих людей, так как была экологически непродуманной и со временем обязательно должна была обнаружить свою ущербность. Возрастающее количество вредных отходов производства должно было вызвать рано или поздно качественный эффект, который и наблюдается в настоящее время.

Присоединять к этой устаревшей технологии очистные сооружения, пусть даже самые совершенные, все равно что, скажем, к сохе присоединить трактор. Оснащение современного производства очистными сооружениями следует рассматривать только как этап, хотя и очень важный, на пути совершенствования природопользования. Одновременно с проведением этого этапа нужно переходить к следующему, более важному и радикальному этапу – перестройке самого типа технологии производства. Необходимо переходить к безотходному производству с возможно более полной утилизацией всего комплекса веществ, поступающих в производственно-бытовую систему от горнодобывающей и заготавливающей отраслей производства.

Возможна ли такая технология? В принципе, да, но она требует полной перестройки производства на основе создания территориально-производственных комплексов. В этих комплексах все многообразие видов производства должно быть увязано так, чтобы отходы одного вида предприятий служили сырьем для других видов и так до наиболее полной утилизации всех без исключения веществ, поступивших в систему на входе. То, что такая организация производства вполне осуществима, показывает следующее теоретическое рассуждение.

Всякое производство представляет собой единство противоположных процессов – созидания и потребления, обуславливающих друг друга, поскольку всякое созидание есть в тоже время потребление, и наоборот. Если указанные противоположности окажутся разорванными, то произойдет перекос в развитии системы либо в сторону одной, либо в сторону другой противоположности за счет окружающей среды, с которой взаимодействует система. В этом случае система останется неуравновешенной как по отношению к

окружающей среде, так и по отношению к самой себе, что и происходит с современным производством. Процессы получения вещества и энергии из окружающей среды явно взяли верх над процессами утилизации изъятого вещества. Об этом говорят и данные соотношения добытого и использованного в процессе производства вещества (98% - 2%).

Сам собой напрашивается вывод, что современное производство организовано с нарушением системных принципов. Таким образом, экологический кризис запрограммирован в существующей технологии производства. Но из этого не следует, что техника в принципе несовместима с природными процессами. Она вполне совместима с ними, но при условии, чтобы производство было построено в соответствии с законами системной целостности саморегулирующихся систем.

Приблизительным аналогом такой организации обменных процессов вещества и энергии могут служить природные биогеоценозы и биосфера в целом. Как в биогеоценозах многообразие видов организмов обуславливает возможность замкнутого цикла в движении вещества и энергии, так и в общественном производстве само многообразие его видов служит важной предпосылкой обеспечения замкнутости контуров технологических процессов.

Переход на качественно новую технологию производства с замкнутым циклом использования вещества позволит резко сократить потребление материалов из окружающей среды. За исключением небольших потерь в результате рассеивания, распыления и т.д. все вещество при новой технологии будет циркулировать в социальной среде, и новые количества вещества будут требоваться лишь для расширенного воспроизводства и компенсации неизбежных потерь, т.е. примерно так, как в живой природе. Если бы живая природа с самого начала встала на тот же путь использования вещества, по которому пошел человек, то от всей огромной массы нашей планеты при существующих биогенных темпах миграции элементов уже давно бы ничего не осталось. Способом преодоления противоречия между нарастанием интенсивности метаболических процессов в живой природе и ограниченным количеством

вещества в неживой природе планеты стали круговороты вещества. Общественное производство также должно подчиняться принципу круговорота вещества.

Несколько сложнее обстоит дело с другим важнейшим фактором производства – энергетическим. Далеко не во всех принципах использования энергии природа должна служить образцом. Это объясняется тем, что если дефицит вещества для организмов на планете с самого начала был довольно велик и в ходе естественного отбора были выработаны механизмы экономного расходования и накопление вещества (естественный вынос его из биохимических циклов сравнительно невелик и существенно уступает процессам циркуляции), то энергии всегда было много на поверхности планеты, и притом весьма доступной для получения – энергии Солнца.

Борьба за энергию не была столь жесткой, как за вещество, и механизмы ее утилизации у зеленых растений сложились гораздо менее эффективные, но вполне для них достаточные. КПД хлорофилловых зерен в листьях растений колеблется около 1% от всей поступающей на поверхность листа энергии. Правда, и этого количества синтезируемой энергии хватает на образование растениями за год массы органического вещества в 150-200 млрд. т.

Человека же не устраивает низкий КПД зеленых растений, и изыскиваются, причем вполне успешно, способы его повышения. Полагают, что можно будет добиться путем селекции, применения искусственного освещения и других приемов повышения утилизации энергии растениями до 8-10%.

Однако при всей расточительности живой природы в отношении солнечной энергии главный принцип экономии – принцип круговорота – остается в силе для всех последующих после растений звеньев пищевых цепей. Важно, что энергия, при всей ее склонности к энтропии, замечательно удерживается и даже накапливается в живой природе. Для характеристики этой тенденции, типичной для живой природы, введен даже специальный термин – негэнтропия. Общество продолжает эту тенденцию в отношении себя, но пока за счет расходования запасов окружающей природы.

В итоге люди своей деятельностью объективно способствуют энтропии, и очень активно создавая таким образом тепловое загрязнение атмосферы. Можно сказать, что люди живут в кредит у природы, довольно беззаботно растрачивая ее бесценный капитал – горючие ископаемые.

Приведенные приблизительные подсчеты показывают, что современное человечество потребляет накопленную в биосфере энергию в 10 раз быстрее, чем происходит ее восполнение за счет притока солнечной энергии. Естественно, что долго так продолжаться не может. Возлагаются большие надежды на использование в довольно близком будущем управляемой термоядерной энергии. Получение ее не сопряжено с опасностью радиоактивного заражения среды, не связано с потреблением кислорода атмосферы и, вроде бы, сулит большой экономический эффект. Однако этот путь будет в еще большей степени давать тепловое загрязнение. Не говоря уже о колоссальных расходах, связанных с обслуживанием термоядерных установок и выведением их из эксплуатации после исчерпания рабочего ресурса.

В настоящее время изыскиваются способы концентрации излучаемой от техносистем энергии, чтобы ее снова можно было использовать на полезную работу. Это очень интересное направление, в случае успеха сулящее большие выгоды людям. Намечается и другой путь получения энергии, более совершенный экологически. Он основан на использовании процесса, который давно осуществляется в природе – утилизации энергии солнечного луча.

В этом случае прекрасным топливным элементом может стать водород, который, как полагают, составляет 99 % вещества в Космосе. На Земле его тоже громадное количество. Пока самый дешевый способ получения водорода – разложение воды. Для этого предлагается использовать сначала энергию АЭС, а в перспективе перейти в основном на использование солнечной энергии с помощью специальных технических хлоропластов. Подсчитано, что с площади 20 тыс. кв. км, занятой хлоропластами в пустыне, скажем Средней Азии, можно получить энергию, которой хватит для покрытия всех хозяйственных нужд современной экономики нашей страны.

Главное, что при сжигании водорода не происходит никакого загрязнения окружающей среды. Единственный побочный продукт этого процесса – водяной пар – возвращается обратно в природные циклы на место воды, использованной при гидролизе. Не уменьшается и количество кислорода в атмосфере, так как на сжигание водорода используется то же количество кислорода, которое было высвобождено во время гидролиза. Наконец, если будет использоваться для разложения воды энергия Солнца, то удастся устранить и тепловое загрязнение, поскольку при сжигании водорода в ход пойдет энергия солнечного луча, утилизованная ранее в хлоропластах. Таким образом, очевидно, что в получении энергии можно использовать такой способ, который органично впишется в природные круговороты, не причиняя чрезмерного вреда окружающей среде.

Следовательно, экологизированная техника (экотехника) вполне возможна. Создание ее – актуальнейшая задача человечества, и процесс этот составит основное содержание новой научно-технической революции, которая придет на смену нынешней.

Перестройка технологии производства на экологической основе – таков следующий этап совершенствования природопользования после защиты природы на основе традиционной технологии. Для краткости традиционную технологию в ее отношении к природе можно назвать «сервотехнология» (т.е. предполагающая охрану природы с помощью дополнительных техносистем), а новую технологию, органично согласованную с природными процессами и поэтому не нуждающуюся в параллельной технике по защите среды, – «экотехнологией».

От сервотехнологии к экотехнологии – таков основной путь совершенствования природопользования. Технически такой переход вполне осуществим. Другое дело, насколько способствуют технологической революции социальные условия. Можно определенно сказать, что общественные отношения современной цивилизации не в состоянии обеспечить реализацию необходимой технологической революции в том объеме и в той направленности, какие требуются для перехода к экотехнологии. Прежде всего отметим две

причины. Экотехнология предполагает: увязку и плановую регуляцию всей совокупности звеньев производства; качественно иной стимул экономики (не максимальную прибыль, а плановый учет потребности людей и требований окружающей среды безотносительно к величине прибыли). Такой стимул возможен только в условиях экономики, основанной на иной системе ценностей и развивающейся непосредственно в интересах людей, а не опосредованно через обеспечение прибыли. Экотехнология совместима только с тем обществом, где непосредственной целью производства является не максимальная прибыль, а интересы всех людей, их здоровье и счастье.

Экотехнология снимет ряд ограничений на развитие производства, которые возникли в современных условиях, и прежде всего ограничения со стороны природной среды. Однако это не означает, что будут сняты вообще всякие ограничения технического порядка. Рано или поздно появятся новые ограничения, для снятия которых потребуется ещё технологическая революция, и так до тех пор, пока будут существовать общество и обслуживающее его производство. В свете сказанного становится понятной беспредметность споров о том, есть пределы роста общественному производству или нет.

Пределы роста, разумеется, есть, но они существуют не вообще, а конкретно для каждой общественной системы и для каждого конкретного уровня развития технологии производства. Очевидно, что существующая технология производства вообще близка к предельным значениям своего роста в данном качестве.

С рассуждениями о пределах роста экономики непосредственно связана и проблема народонаселения. Может ли население Земли расти беспредельно? Нет. Для каждого конкретного общественного строя и качественно определенного характера технологии производства может быть вполне определенный оптимальный уровень населения. Этот уровень можно рассчитать на основе учета реальных потенций общественного производства и природной среды. Видимо, в будущем люди смогут сознательно регулировать численность населения, соответственно реальным возможностям об-

щества предоставить достаточный простор для развития каждой личности. Но такая разумная регуляция численности населения будет возможна тогда, когда люди сначала научатся регулировать производство вещей. Можно полагать, что для будущего общества проблемы населения просто не будет, и поэтому в отдаленном прогностическом плане она нас вряд ли должна волновать. Но сегодня проблема населения стоит очень остро и прежде всего потому, что и здесь техническая цивилизация достигла предела своего развития, создав избыточное население в силу как социальных, так и природных, но не продовольственных причин.

При небывалом росте производства в современном мире по данным ФАО (Продовольственная комиссия при ООН) голодают около 700 млн. человек. Подсчитано, что только в 1996 г. от голодной смерти умерло примерно 10 млн. человек. Особенно тяжелое положение в ряде развивающихся стран, где рост населения (до 4% в год в странах Латинской Америки) значительно опережает прирост производства сельскохозяйственной продукции.

Демографические проблемы осложняются прежде всего устаревшими национальными и религиозными традициями в сочетании со стихийностью в распределении и использовании трудовых ресурсов, с одной стороны, и контрастами в распределении национального богатства – с другой.

Земля еще богата природными ресурсами. Если преодолеть их избыточное потребление для целей не первостепенной важности, при разумном использовании рабочей силы и природных ресурсов можно было бы в более чем достаточном количестве обеспечить население планеты всем необходимым для жизни. Простые подсчеты показывают, что каждый человек, занятый в народном хозяйстве, может произвести за годы своей работы (40 лет) в среднем в 2,5 раза больше продуктов труда, чем потребляется им на протяжении всей своей жизни (70 лет). Не является фатальным и избыточный рост населения, которым прежде всего отличаются, как правило, слабо развитые страны. Опыт истории промышленно развитых стран показывает, что по мере роста культуры и грамотности населения, развития промышленного потенциала и вовлечения женщин в учебу и производственную деятельность рождае-

мость, как правило, начинает убывать, приходя к некоторой весьма скромной величине. Это общая тенденция в динамике численности населения.

Обратим внимание еще на один факт. Во многих исследованиях по демографии и социальной экологии, когда речь заходит о возможностях биосферы прокормить население планеты, как правило, приводятся довольно оптимистические подсчеты, сколько земель можно еще распахать, сколько с них удастся собрать урожая и как можно интенсивнее использовать резервы Мирового океана. При этом в тени остается немаловажное обстоятельство: биосфера имеет не только количественные, но и качественные пределы размещения людей и техноединиц по ее поверхности. Что это значит? Выше мы уже говорили, что для поддержания процессов саморегуляции биосфера должна иметь вполне определенное количественное соотношение присущих ей важнейших компонентов: меру лесистости, меру влажности, ледовитости и т.д. Коль скоро происходит включение в структуру биосферы компонентов техносферы, то они тоже должны сообразовываться со значениями меры, присущими компонентам биосферы, т.е. для антропогенных компонентов тоже должны быть предельные значения в виде меры насыщения биосферы техникой, меры возделанных под угодья площадей, меры заселенности людьми и т.д. Эти значения меры далеко не совпадают с наличием площади суши, пригодной вообще для размещения техники, строений, людей и т.д. Для каждого качественно определенного состояния общества значения меры меняются. Видимо, для экотехнологии они будут существенно иные, чем для сервотехнологии. Важно то, что предельные значения параметров биосферы имеются, они должны быть рассчитаны как для природных, так и для антропогенных факторов и должны соблюдаться. В противном случае биосфера может необратимо утратить присущую ей способность к саморегуляции и перейти в новое качество с понижением уровня организованности и продуктивности, что, конечно, крайне нежелательно.

Таким образом, необходимая гармония отношений общества и природы может быть обеспечена в процессе незамедлительного перехода к новому этапу научно-технической революции, основ-

ным содержанием которого должно стать коренное изменение положения человека в системе «общество – природа», подобно тому как современный этап научно-технической революции резко изменил положение работника в системе «человек – техника». Общая черта обоих этапов научно-технической революции состоит в том, что значительно возрастает роль человека в технических и природных процессах.

Различие указанных этапов заключается в следующем: если в первом случае человек в известной мере высвобождается от непосредственного участия в производственных процессах, то во втором случае, наоборот, общество должно более органично, чем раньше, включиться в природные процессы, стать необходимым компонентом круговоротов вещества и энергии. Следовательно, новый этап научно-технической революции выступает по отношению к предыдущему не только как его продолжение, но и как отрицание с сохранением положительного момента. Этот момент – обеспечение нарастания степеней свободы субъекта в его взаимодействии с материальной действительностью.

В процессе развертывания нового этапа научно-технической революции гораздо более широкое применение, чем раньше, найдут биологические принципы производственных процессов вплоть до перехода к промышленному фотосинтезу вне растений. Тем самым человечество научится использовать энергию Солнца с гораздо более высоким КПД, чем растения.

Универсальное использование биофизических и биохимических закономерностей в производстве позволит радикально преобразовать всю технологию будущего. Преимущественное развитие получит безмашинное производство, не знающее вредных отходов. Вместо них будут полуфабрикаты, крайне необходимые для следующих звеньев производства. Естественно, что такое производство будет совершенно бесшумным и не будет сопровождаться вредными излучениями. Оно будет полностью соответствовать окружающей среде и психофизической организации самого человека. Шумящее, коптящее, фонящее производство нашего времени

люди будущего сохранят лишь в музеях и будут искренне удивляться, как можно было строить такие техноустройства и работать на них.

Нам, привыкшим к современной технологии, трудно представить, что она может столь радикально измениться, и, тем не менее, так будет. Причем это произойдет не в каком-то отдаленном будущем, а в довольно скором времени, судя по некоторым признакам в развитии современной науки и техники. По-видимому, самым важным техническим условием перехода к совершенно новому типу производства станет принципиально иная энергетическая ориентация на преимущественно непосредственное использование солнечной энергии.

Таким образом, современная научно-техническая революция является первым звеном (прелюдией) более существенного и коренного переворота во всей системе технологий и общественных отношений в целом. Можно назвать этот переворот новой научно-технической революцией или новым этапом развития НТР. Суть не в терминологических различиях, а в том, что преобразование технического базиса на основе достижений науки — это единый процесс, который можно разделять лишь в теории, в практической области этапы научно-технической революции должны органично и непрерывно переходить друг в друга без разделения во времени. Оба они являются необходимой предпосылкой создания материально-технической базы будущей цивилизации, для которой адекватным состоянием природы является ноосфера. Охватывая своим единством природную и социальную среду, ноосфера станет удобным обиталищем для человечества и условием свободного развития всех способностей человека. Из колыбели человечества Земля с ее окружающей средой превратится в надежный и желанный дом для каждого из его членов.

Новый этап научно-технической революции – это необходимый способ реализации требований закона оптимального соответствия характера развития общества и состояния природной среды. Степень реализации этого закона означает в то же время степень эволюции биосферы в ноосферу.

Таким образом:

- Вся история развития труда представляет собой последовательное преодоление человеком естественных ограничений с помощью все более совершенных технических средств.
- Первым ограничением, с которым столкнулся еще древний человек, было вещество природы. Применяя естественные источники энергии (свою физическую силу, силу прирученных животных, огонь, ветер и т.д.), люди совершенствовали орудия труда, переходя от каменных и деревянных к бронзовым и металлическим.
- Вторым ограничением стал дефицит естественных источников энергии, который был преодолен путем перехода к искусственным источникам (сила перегретого пара, электричество, энергия расщепления атомного ядра и на очереди – энергия синтеза атомного ядра).
- Третьим ограничением стали естественные (психические) возможности использования информации человеком. Оно преодолевается переходом к искусственным информационным системам (письменность, печатное слово, радио, телефон, телевизор, ЭВМ и т.д.).
- Четвертым ограничением стали естественные возможности биосферы обеспечить бурный рост производства и потребления в ходе развертывания НТР. Возник экологический кризис, для преодоления которого необходимо обеспечение биосферосовместимости науки, техники (технологий) и самого человека в процессе экологической революции.
- Экологическая революция должна стать способом преодоления экологического кризиса и перехода к ноосфере.
- Выход общества из экологического кризиса представляет собой чрезвычайно сложную, многостороннюю задачу, решение которой потребует мобилизации всех сил человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1. XX век: последние 10 лет / под ред. – Л. Брауна. М.: Прогресс – Пангея, 1992. – 328 с.

2. Айзенштадт Л.А., Чихаев С.А. Очерки истории станкостроения. – М.: Знание, 1957. – 281 с.

3. Артоболевский И.И. Очерки истории механики в России. – М.: Наука, 1978. – 383 с.

4. Григорьев А.А. Экологические уроки исторического прошлого и современности. – Л.: Наука, 1991. – 252 с.

5. Джеймс Даган Человек в подводном мире. – М.: Наука, 1965. – 216 с.

6. Ефремов Ю.К., Хозин Г.С. Всемирная стратегия охраны природы. – М.: Знание, 1981. – 48 с.

7. Конфедератаев И.Я. Джеймс Уатт – изобретатель паровой машины. – М.: Знание, 1969. – 128 с.

8. Копылов И.П. Электрические машины. – М.: Машиностроение, 1986. – 382 с.

9. Крыщев И.И., Рязанцев Е.П. Атомная энергетика и биосфера // Вестник АН СССР. – 1991. – №2. – С. 39-52.

10. Марценицин С.И., Новиков В.В. 150 лет отечественному телеграфу. – М.: Радио и связь, 1982. – 148 с.

11. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 352 с.

12. Негреба В.А. Самолёт и твоя профессия. – М.: Мир, 1991. – 265 с.

13. Никитин Д.П., Новиков Ю.В., Зарубин Г.П. Научно-технический прогресс, природа, человек. – М.: Наука, 1977. – 200 с.

14. Оксегендлер Г.И. Химические аварии // Природа. – 1992. – № 2. – С. 31-40.

15. Панфилов Е.И. Проблема комплексного освоения недр. – М.: Знание, 1990. – 48 с.

16. Прокопович А.Е. Технический прогресс в станкостроении. – М.: Машиностроение, 1967. – 196 с.

17. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.

18. Синтер С. Производство энергии человеком как процесс в биосфере. – М.: Мир, 1972. – 169 с.

19. Уманский С.П. Космонавтика сегодня и завтра. – М.: Знание, 1986. – 328 с.

20. Яншин А.Л., Мелуа А.И. Уроки экологических просчётов. – М.: Мысль, 1991. – 429 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

1. СУЩНОСТЬ И ОБЪЕКТЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ... 4
Технологическая деятельность 4
Инженерное дело..... 11
Техническое средство как объект инженерного труда 15

2. СОЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НТР И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 29
Система "Человек-Техника-Природа"..... 29

3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.
ТЕХНИКА – РЕЗУЛЬТАТ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... 34

ТЕХНИКА В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И В ПЕРВЫЙ ПЕРИОД ЕГО РАЗВИТИЯ (с древнейших времён и до конца IV тыс. до н.э.)

4. ОРУДИЯ ТРУДА ПЕРВОБЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА 41
Добывание огня..... 44

5. СТАНОВЛЕНИЕ ПЕРВОГО УКЛАДА ТЕХНИКИ..... 46
Уклад техники родового общества..... 46
Микролитизация элементов орудий труда..... 48
Изобретение лука и стрел..... 50

6. НЕОЛИТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ 53
Новые приемы обработки камня 53
Возникновение земледелия и скотоводства 54
Уклад техники первобытнообщинного способа производства..... 57

ТЕХНИКА ПЕРИОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

7. ФОРМИРОВАНИЕ РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 61
Освоение металлов..... 63

Ирригационное земледелие..... 65
Пахота с помощью людской упряжки и сев в Древнем Египте..... 67
Важнейшие технические изобретения и ремесла..... 68
Строительная техника 70
Военная техника..... 73
Пути передвижения и транспорт 74

8. РЕВОЛЮЦИОННАЯ РОЛЬ ЖЕЛЕЗА В ИСТОРИИ..... 76
Способы выплавки железа из руд..... 76
Ремесло..... 80
Развитие горного дела..... 82
Строительная техника..... 84
Земледелие..... 87
Изменения в военной технике..... 88
Условия возникновения элементов новой техники..... 91

9. ПОТРЕБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЗНАНИЯ..... 93
Накопление эмпирических знаний о природе и их использование..... 95
Развитие отдельных отраслей знания (математика, астрономия, механика)..... 95
Применение приборов..... 100

ТЕХНИКА ПЕРИОДА РАЗВИТОГО РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

10. УКЛАД ТЕХНИКИ ФЕОДАЛИЗМА..... 105
"Карликовые" инструменты ремесленника и крестьянина..... 105
Расширение естественнонаучных и технических знаний..... 106

11. ЦЕХОВОЕ РЕМЕСЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО..... 116
Особенности ремесленного производства..... 116
Города – центры ремесла..... 117
Водяные и ветряные двигатели – основа энергетики..... 119
Часы – первый автомат для практических целей..... 121
Горное дело и металлургия..... 123

ТЕХНИКА ПЕРИОДА МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

12. УКЛАД ТЕХНИКИ МАНУФАКТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.... 126
Техника мануфактуры..... 126
Использование важнейших изобретений..... 129
Великие географические открытия..... 132
Средства транспорта..... 133
Изменения в военной технике..... 135

13. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПРЕДПОСЫЛОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАШИННОЙ ТЕХНИКИ..... 138
Развитие техники как элемента производительных сил феодального способа производств..... 138
Возникновение элементов технических средств машинно-фабричного производства..... 144
Становление отдельных технических наук..... 147
Формирование научных основ производства 154
Создание и использование научных приборов 159
Историческая роль буржуазной революции в Англии..... 160

ТЕХНИКА ПЕРИОДА СТАНОВЛЕНИЯ МАШИННО-ФАБРИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА (вторая половина XVIII - 70-е годы XIX в.)

14. ФОРМИРОВАНИЕ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО МАШИННО-ФАБРИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... 164
Техническая и промышленная революция конца XVIII - начала XIX в. 164
Технологические особенности капиталистического машинно-фабричного производства..... 168

15. ПЕРВЫЕ РАБОЧИЕ МАШИНЫ В ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 170
Предпосылки создания рабочих машин..... 170
Прядильные машины 172
Механическое ткачество..... 176
Создание машинно-фабричной системы в текстильной промышленности..... 179

16. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ 181
Научные и практические предпосылки создания паровой машины.... 181
Первые опыты использования пароатмосферного цикла 183
Пароатмосферная машина Ньюкомена 185
Машина для заводских нужд И.И. Ползунова 187
Паровая машина двойного действия Дж. Уатта 190

17. ПРОИЗВОДСТВО МАШИН МАШИНАМИ..... 197
Первые попытки создания станков с суппортом 198
Создание станков промышленного назначения..... 203
Предпосылки создания автоматического оборудования..... 206
Образование машиностроения как отрасли крупной промышленности..... 209

18. ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... 212
Развитие техники горного дела..... 212
Развитие металлургии. Изменения в технике черной и цветной металлургии..... 217
Совершенствование технологии обработки металлов давлением..... 226

19. УСПЕХИ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ... 231
Влияние достижений химии на развитие химической технологии..... 231
Прогресс в области технологии содового производства..... 234
Изменения в технологии производства серной кислоты..... 236

20. РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ..... 240

21. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ..... 245

22. РЕВОЛЮЦИЯ В СРЕДСТВАХ ТРАНСПОРТА..... 251
Система транспорта до конца XVIII - начала XIX в..... 251
Революция в средствах сухопутного транспорта..... 253
Создание парового водного транспорта..... 259
Развитие воздухоплавания..... 265

23. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СВЯЗИ..... 270
Состояние средств связи до первой четверти XIX в. 270
Изобретение электромагнитных телеграфов..... 273
Зарождение мировой системы электрической связи..... 280

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ ТРАНСПОРТОМ, СТРОИТЕЛЬСТВОМ И ВОЕННЫМ ДЕЛОМ К МАШИННОЙ ИНДУСТРИИ
(последняя четверть XIX века - начало XX века)

24. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ..... 284

25. ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ..... 289

26. СТРОИТЕЛЬНОЕ ДЕЛО..... 291
Применение новых материалов..... 291
Изменение конструктивных форм зданий..... 293
Развитие техники транспортного строительства..... 294

27. ВОЕННОЕ ДЕЛО..... 297

28. РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛУРГИИ..... 299
Усовершенствование доменного производства..... 299
Изобретение бессемеровского способа получения стали..... 301
Разработка мартеновского способа получения стали..... 303
Новая техника проката..... 305
Развитие цветной металлургии..... 307

29. РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ..... 309
Усовершенствование производства серной кислоты..... 309
Новые методы производства соды..... 310
Создание нефтеперерабатывающей промышленности..... 310
Проникновение химии в главнейшие отрасли техники..... 313

30. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ГОРНОГО ДЕЛА..... 315
Состояние горного дела..... 315
Развитие техники разведки полезных ископаемых..... 315
Изменение техники проходки горных выработок..... 317
Механизация процессов разрушения горных пород..... 318
Технический прогресс в механическом комплексе горных предприятий..... 320

31. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ МАШИНОСТРОЕНИЯ..... 324
Особенности развития машиностроения..... 324
Развитие станкостроения..... 326

Внедрение электропривода в машиностроении..... 327
Изобретение электрической сварки металлов..... 328

32. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ..... 330
Особенности развития энергетики..... 330
Создание электрического освещения..... 331
Развитие генераторов и электродвигателей..... 334
Разрешение проблемы передачи электроэнергии на расстояние..... 335
Технический прогресс в теплоэнергетике..... 338

33. ЗАРОЖДЕНИЕ НОВЫХ ОТРАСЛЕЙ ТЕХНИКИ..... 344
Изобретение двигателя внутреннего сгорания. Создание самолета.... 344
Изобретение телефона, фонографа, кинематографа..... 348
Изобретение радио..... 351

34. РАЗВИТИЕ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ..... 354
Артиллерийское и пехотное вооружение..... 354
Взрывчатые вещества..... 355
Новые типы боевых машин..... 357
Военное судостроение..... 358

35. СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ..... 361
Математика..... 361
Астрономия..... 362
Механика..... 363
Физика..... 365

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

36. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ..... 371
Рост применения электричества..... 371
Повышение экономичности электростанций..... 372
Электрические сети и системы..... 376
Электрическая тяга..... 380
Совершенствование электропривода и внедрение электроэнергии в технологические процессы производства..... 382
37. ПРИМЕНЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В АВТОТРАНСПОРТЕ, АВИАЦИИ, РАКЕТОСТРОЕНИИ..... 388

Значение и краткая характеристика двигателей внутреннего сгорания..... 388
Развитие автомобильной и некоторых других областей техники на базе двигателей внутреннего сгорания..... 390
Газовые турбины и их применение..... 402
Развитие авиационной техники..... 405
Реактивные двигатели..... 411
Создание новейших ракет, беспилотной авиации и искусственных спутников Земли..... 414

38. РАЗВИТИЕ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ..... 422
Краткая характеристика развития различных областей радиотехники и электроники..... 422
Основные этапы развития радиотехники..... 423
Радиолокация. Ультразвук и его применение..... 429
Развитие телевидения..... 433
Развитие полупроводниковой техники..... 439
Электронные вычислительные машины..... 442

39. РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА МАШИН..... 444
Массовое поточное производство – характерная черта машиностроения в XX в. 444
Развитие металлорежущих станков в условиях массового поточного производства..... 445
Переход к автоматическим станочным линиям..... 449
Усовершенствование электросварки и других методов технологии машиностроения..... 451

40. РАЗВИТИЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 454
Техника металлургии. Основные черты развития черной металлургии 454
Металлургия легких металлов..... 458

41. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ..... 461
Некоторые характерные черты развития современной химической технологии..... 463
Синтез аммиака..... 466
Синтез метанола. Катализ..... 470
Синтез жидкого топлива и методы улучшения его свойств..... 472

Крекинг нефти. Ароматизация нефти..... 477
Синтетическое и искусственное волокно. Пластмассы.
Синтетический каучук..... 479
Химия ацетилена..... 487

42. РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОЙ ТЕХНИКИ..... 489
Общие сведения из истории развития современной ядерной физики.
Атомная и водородная бомбы. Термоядерная реакция..... 489

43. КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ..... 497
Некоторые определения и термины..... 497
Введение..... 501
История развития..... 506

44. ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРА... 534

ЛИТЕРАТУРА 556

СОДЕРЖАНИЕ 558

Аптекарь Михаил Давыдович
Рамазанов Султан Курбанович
Фрегер Гарри Ефимович

История инженерной деятельности

Учебное пособие

Редактор
Булгакова Л. В.

Сдано в набор 8.07.2003 г. Подписано в печать 18.07.2003 г.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.-печ. лист. 33,15. Учет.-изд. лист. 30,31.
Тираж 1000 экз. Зак. № 624.

Издательство «Аристей»

Свидетельство о внесении субъекта издательской деятельности
в государственный реестр издателей, производителей и реализаторов
издательской продукции ДК №1066 от 27.09.2002 г.

02105, г. Киев, ул. Тампере, 5,
т/ф (+38 044) 451-44-66 (многоканальный),
e-mail: aristey@optima.com.ua
www.aristey.kiev.ua

Министерство образования и науки Украины
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля

М.Д. Аптекарь,
С.К. Рамазанов, Г.Е. Фрегер

История инженерной деятельности

Учебное пособие

Рекомендовано МОН Украины
в качестве учебного пособия для высших учебных заведений

2003