

5002

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ
МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Волгоград
1996

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

1.1. Основные определения и исходные данные для технологических планировок

Механосборочное производство представляет собой комплекс производственных участков и вспомогательных подразделений, в котором протекают производственные процессы изготовления изделий.

К основным этапам производственного процесса можно отнести следующие: получение и складирование заготовок, доставка их к рабочим местам, различные виды обработки, перемещение полуфабрикатов между рабочими местами, контроль качества, хранение на складах, сборка изделий.

Одним из этапов разработки производственного процесса является компоновка цеха и планировка производственных участков.

Технологическая планировка является графическим документом, определяющим размещение подразделений предприятия и средств производства.

Технологические планировки должны обеспечивать наиболее рациональное и экономичное для производства, удобное для организации труда и безопасное для работающих распределение и использование площадей для размещения производственных участков, вспомогательных помещений, средств технологического оснащения, предметов труда.

При разработке технологических планировок необходимо соблюдать действующие стандарты, строительные нормы и правила, нормы технологического проектирования, нормы и требования противопожарной безопасности; производственной санитарии, охраны окружающей среды, техники безопасности, научной организации труда и промышленной эстетики.

Производственный участок образуется объединением нескольких рабочих позиций (мест) на основании организационных принципов определенного типа производства.

При этом рабочие места объединяются транспортно-накопительными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обеспечения, средствами управления участком и охраны труда для осуществления технологических процессов изготовления изделий определенного назначения.

Производственный цех — более крупная организационная единица, включающая в себя производственные участки, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения.

При разработке технологических планировок должны быть предусмотрены площади для размещения:

- технологического оборудования (прессы, молоты, станки, установки ТВЧ, машины сварочные, агрегаты, стеллажи, верстаки и др.);
- мест ремонта оборудования и технологической оснастки;
- мест рабочих (операторов);
- проходов и проездов;
- средств и путей перемещения материалов, заготовок, изделий, технологических отходов;
- мест складирования (складов, площадок, стеллажей) для материалов, заготовок, изделий, оснастки, технологических отходов;

- вспомогательных устройств и сооружений (вентиляционных установок, подстанций, природоохранных объектов и др.);
- квартально-бытовых помещений.

Технологические планировки подразделяются на следующие виды:

- планировка участка;
- компоновочный план цеха.

В процессе разработки технологических планировок могут выполняться технологические схемы.

Классификация планировок по видам используется для определения степени подробности разработки, наглядности изображения размещения средств производства, производственных подразделений и их взаимосвязей.

Исходными данными для проектирования технологических планировок служат:

- а) общие данные:
 - принципы организации производства;
 - конструкторская документация на изделие и его составные части, подлежащие обработке;
 - производственная программа выпускаемых изделий;
 - регламенты технологических процессов изготовления изделий;
 - режим работы и фонды времени;
 - состав производственных и вспомогательных подразделений;
- б) по оборудованию:

количество и загрузка оборудования и рабочих мест;
 количество и технические характеристики нестандартного оборудования и крупногабаритной оснастки;
 в) по составу работающих:
 численность работающих по участкам, цехам, службам;
 г) по технологическим материалам:
 потребность в основных и вспомогательных материалах на основе норм расхода;
 данные об отходах материалов (стружка, листовые отходы и др.);
 потребность в энергии на производственные нужды с указанием параметров (электроэнергия, сжатый воздух, пар, вода и др.);
 перечень оборудования, требующего местную вытяжку, характеристика вредных выделений.
 Планировки выполняются в масштабе 1:50; 1:100; 1:200.
 Условные обозначения, применяемые в планировках, приведены в приложении.

1.2. Основные задачи, решаемые при разработке технологических планировок

Основными задачами, решаемыми при разработке технологических планировок являются:

- оптимальное распределение потребных площадей и размещения средств производства;
- предусмотрение возможностей перепланировки и увеличения мощностей при изменении номенклатуры изготавливаемых изделий.

Проектирование цехов и участков является итерационным процессом, при котором на каждом этапе проектирования ввиду недостатка информации принимают приближенное решение, а затем, по мере детальной проработки, принятое решение уточняют.

Задачи компоновки цеха и планировки участков имеют общие математические модели и методы их решения. Различие заключается в том, что объекты размещения — цеха и участки могут, при необходимости, менять свою форму. При размещении оборудования изменение его формы естественно невозможно. Причем за один элемент при размещении оборудования могут применяться, как отдельные станки, так и гибкие модули, робототехнические комплексы, автоматические ли-

нии, элементы транспортно-складской системы и т.п. Важно отметить, что элемент основного технологического оборудования выполняет определенную технологическую функцию, имеет вход и выход и представляет собой неизменяемый в процессе планировки и компоновки элемент.

В качестве основного критерия при размещении участков и оборудования обычно принимается минимум мощности грузопотока T /год:

$$M = \sum_{k=1}^d \sum_{i,j=1}^{K_0} g_k l_{ijk}, \quad (1)$$

где d — число наименований изделий, перемещаемых между производственными объектами в год;

K_0 — число операций перемещения k -го изделия;

g_k — масса изделий k -го наименования, перемещаемых за год;

l_{ijk} — расстояние между i и j позициями при перемещении k -го изделия.

Кроме того, в качестве критерия при сравнении различных компоновочных, планировочных решений можно использовать критерий максимального съема продукции с единицы объема цеха (участка) в год:

$$C = N/V, \quad \text{шт}/(\text{м}^3 \cdot \text{год}), \quad (2)$$

где N — годовая программа выпуска изделий в производственном подразделении, шт/год;

V — общий объем цеха, м^3 .

1.3. Определение принципа размещения оборудования проектируемого объекта

При непоточном производстве основным принципом размещения основного технологического оборудования проектируемого объекта является группирование оборудования по типам станков и размещение их группами: группа токарных станков, фрезерных, сверлильных. В большинстве случаев размещаемые группы однородных станков образуют участки. В пределах группы со стороны склада размещают станки для черновых операций, далее получистовых, чистовых и т.д.

При поточной форме организации производства используется линейный принцип, характеризующийся строго определенной последовательностью выполнения операций технологического процесса в каждый момент времени. Чаще всего этот принцип реализуется в виде поточных линий.

С повышением номенклатуры изготавливаемых изделий становится целесообразным использовать общность технологических маршрутов и формировать производственные подразделения, используя предметный принцип. Применительно к формированию цехов это создание механосборочных предметно-специализированных производств (например, цеха двигателей, шасси и т.п.) где сосредоточивается все оборудование, которое необходимо для полного изготовления сборочной единицы. Формирование участков по этому принципу производится в зависимости от конструктивного вида изделий (например, участки корпусных деталей, валов, и т.д.). Основным преимуществом данного принципа является повышенная ответственность за выпуск качественной продукции, короткие материальные потоки и упрощение структуры управления производством.

При значительной номенклатуре изготавливаемых изделий эффективен технологический принцип, формирования производственных подразделений. Он характеризуется выполнением однотипных операций технологического процесса и использованием однотипного технологического оборудования. Применительно к проектированию цехов этот принцип реализуется путем формирования специальных механических и сборочных цехов, а участки создаются в зависимости от вида выполняемой операции. К преимуществам данного принципа можно отнести: а) единство системы управления для всех сборочных или механообрабатывающих работ; б) единый уровень требований к качеству деталей и качеству выполнения сборочных работ; в) упрощение структуры управления на участке благодаря специализации работ.

Выбор принципа формирования участков и цехов оказывает большое влияние на синтез структуры производственной системы, т.е. на обоснованное определение ее состава. При формировании структуры автоматизированных участков и цехов следует учитывать и ряд ограничений (например, по виду обрабатываемого материала на участке, который накладывает определенные ограничения по сбору и переработке стружки, по совместимости технологического оборудования и т.д.).

Для выбора принципа формирования производственных подразделений можно использовать такой показатель, как степень кооперации X . Ее определяют, исходя из среднего числа материальных связей между технологическим оборудованием.

$$X = \sum_{i=1}^{N'} K_i / N',$$

(3)

где K_i — число материальных связей, которыми i — оборудование связано с другим оборудованием;

N' — количество технологического оборудования в структурном подразделении рассматриваемого объекта.

При определении числа материальных связей K_i учитывают грузопоток как от данного технологического оборудования, так и к нему. Дублирующие материальные связи учитываются однократно.

Для рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы возможно выделить четыре границы: а) нижняя граница линейного принципа; б) граница между линейным и предметно-однонаправленным принципом; в) граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципом; г) верхняя граница технологического принципа.

Область использования рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы показана на рис. 1. Пользуясь графиком данного рисунка можно выбрать принцип формирования производственного подразделения, если известны следующие данные: количество оборудования каждого типа и общее число единиц оборудования в структурном производственном подразделении N' , производственные маршруты изготовления изделий, на основании которых определяется число материальных связей K_i и степень кооперации X .

В качестве примера рассмотрим выбор принципа формирования производственного участка, на котором должны изготавливаться изделия пяти наименований.

Маршрутные технологические процессы представим в закодированной последовательности цифр, отражающих модели используемых станков.

Изделие	Закодированный технологический маршрут
А	3 - 7 - 6 - 4 - 1
Б	3 - 5 - 2 - 3 - 4 - 8
В	2 - 1 - 6 - 7 - 8
Г	3 - 5 - 1 - 7 - 6 - 4
Д	2 - 6 - 4 - 2

Определяется число материальных связей при использовании станков, при этом указываются станки с которыми связан рассматриваемый, а направление связи указывается стрелкой.

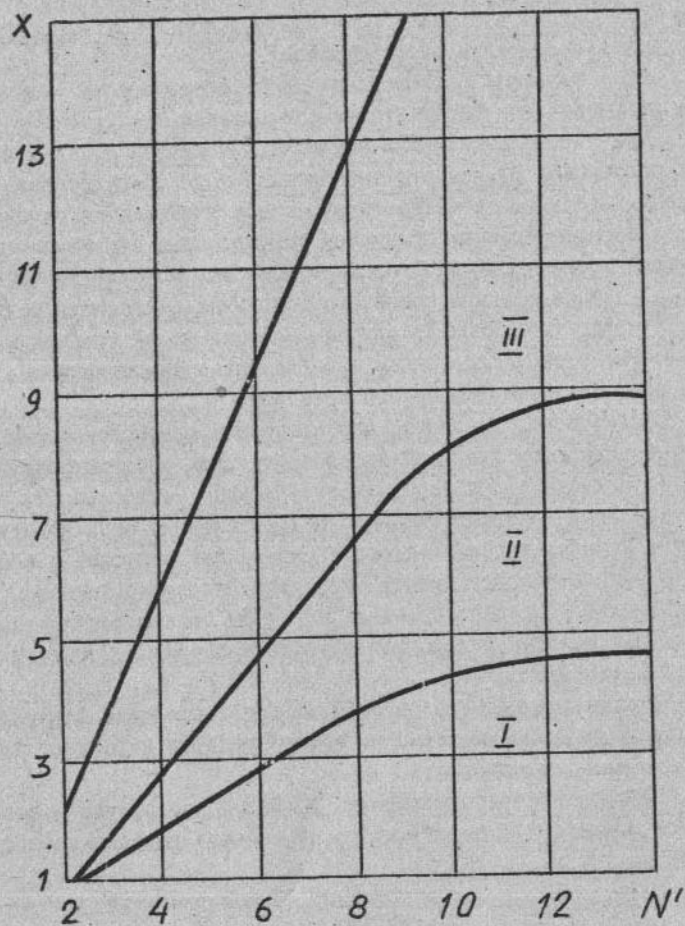


Рис.1. Области использования различных принципов формирования производственных подразделений:
линейного I; предметного II; технологического III

$$\begin{aligned}
 K_{i1} &= \overline{4, 2, 6, 5, 7} = 5 \\
 K_{i2} &= \overline{5, 3, 1, 6, 4} = 5 \\
 K_{i3} &= \overline{7, 5, 2, 4} = 4 \\
 K_{i4} &= \overline{6, 1, 3, 8, 2} = 5 \\
 K_{i5} &= \overline{3, 2, 1} = 3 \\
 K_{i6} &= \overline{7, 4, 1, 7, 2} = 5 \\
 K_{i7} &= \overline{3, 6, 6, 8, 1} = 5 \\
 K_{i8} &= \overline{4, 7} = 2
 \end{aligned}$$

Определяем общее количество материальных связей технологического оборудования при изготовлении этих изделий.

$$\sum K_i = 5 + 5 + 4 + 5 + 3 + 5 + 5 + 2 = 34.$$

Определим количество технологического оборудования в структурном производственном подразделении обработки заданных изделий.

Технологический маршрут	Количество станков соответствующего номера							
	№ I	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
3-7-6-4-I	I	-	I	I	-	I	I	-
3-5-2-3-4-8	-	I	I	I	I	-	-	I
2-I-6-7-8	I	I	-	-	-	дубл.	дубл.	I
3-5-I-7-6-4	I	-	дубл.	-	дубл.	дубл.	дубл.	-
2-6-4-2	-	I	-	дубл.	-	дубл.	-	-
Итого:	3	3	2	2	I	I	I	2

Общее количество необходимого технологического оборудования

$$N' = \sum N'_i = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_7 + N_8 = 15.$$

Определим степень кооперации

$$X = \sum_{i=1}^K K_i / N' = 34 / 15 = 2,2.$$

На график областей использования различных принципов формирования производственных подразделений (рис.2) наносятся полученные данные и выявляется необходимый принцип формирования. Данные примера находятся в области использования линейного принципа формирования металлорежущих станков участка изготовления рассматриваемых изделий.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

2.1. Рекомендации по выбору состава транспортных устройств

Транспортные средства делятся на основные и вспомогательные. К основным транспортным средствам относятся конвейеры, транспортные роботы, монорельсовые дороги и др. транспортные устройства. К вспомогательным транспортным средствам относятся ориентаторы, адресователи, толкатели, сбрасыватели, подъемные и поворотные столы, подъемники, тара и т.п.

При выборе транспортных средств необходимо учитывать, что для сокращения транспортных операций по дополнительному переориентированию грузов, необходимо стремиться к созданию единой транспортно-накопительной системы. Такая система механосборочного производства включает склады, транспорт, накопители на рабочих местах (позициях) и различные механизированные или автоматизированные перегрузочные устройства. При этом исключается ручная перекладка грузов. Чем выше уровень автоматизации транспортных операций, тем ниже эксплуатационные затраты, поскольку основные эксплуатационные затраты приходятся на заработную плату транспортных рабочих. Для автоматизации транспортных операций, связанных с перегрузкой изделий или со стыковкой технологического оборудования с транспортной системой, рекомендуется использовать промышленные роботы и автоматические стыкующие устройства.

Существенная эффективность работы транспортной системы может быть достигнута благодаря пакетизации грузов — применения укрупненных грузовых мест в виде тары, поддонов, использования нассет, палет и контейнеров. Это способствует созданию беспереvalочного метода транспортировки, когда изделия транспортируются в одной и той же таре сквозного обращения — от рабочего места к рабочему месту, от участка к участку, от склада к складу и т.п.

Сокращению трудоемкости и повышению эффективности транспортирования способствует применение однотипных автоматизированных транспортных средств на производственных участках и между ними. Однотипными транспортными средствами проще управлять и проще их обслуживать.

Выбор транспортных средств осуществляется с учетом таких основных факторов, как характеристика грузов (габаритные размеры, масса, способ загрузки); направление, протяженность, интен-

сивность и стабильность интенсивности грузопотоков; характеристика пунктов отправления и доставки грузов.

Наиболее эффективный вид транспорта выбирает путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов, с учетом таких факторов, как грузоподъемность транспортного устройства; скорость транспортирования; возможность изменения трассы движения; возможность автоматизации транспортировки и выполнения погрузочно-разгрузочных работ; возможность накопления и складирования грузов.

Классификация транспортных устройств приведена на рис.2, а их характеристики в табл. 1.

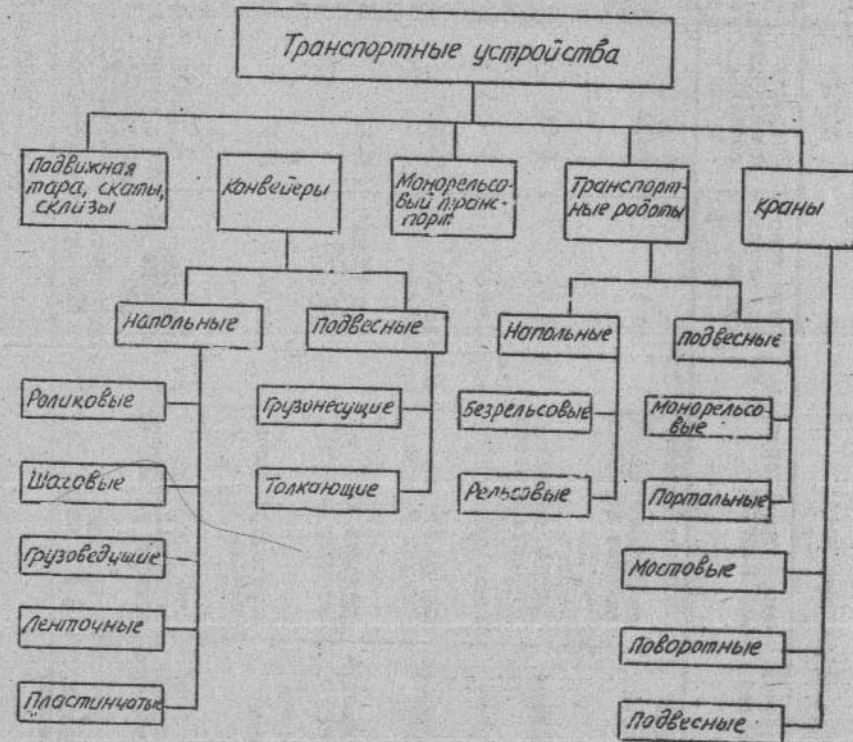


Рис.2. Классификация транспортных устройств

Таблица I

Транспортное устройство	Масса транспортируемых изделий	Длина трассы транспортирования, м	Скорость транспортирования, м/мин	Рекомендации по применению
Конвейеры				
роликковые	переходной массы, тяжелые до 800 кг	до 50	8-12	В механообработывающем производстве, в транспортных системах преимущественно с гибкой связью, с любыми принципами и схемами движения
ленточные	легкие, средние, переходной массы	до 60	6-60	В приборостроении и точном машиностроении, в механосборочных производствах, в основном для непрерывного перемещения изделий в таре с линейной схемой движения
пластинчатые	то же	до 200	5-20	В механосборочном производстве для периодического перемещения изделий с линейной схемой движения
грузоведущие	тяжелые до I т	при слом приводе 200-300	5-12	Преимущественно в сборочном производстве в транспортных системах с гибкой связью для периодического перемещения изделий с любой схемой движения
шаговые	переходной массы, тяжелые	до 60	5-40	В механосборочном производстве в жестких автоматических линиях для периодического перемещения изделий с линейной схемой движения
подвесные грузонесущие	от легких до тяжелых до 800 кг	при одном приводе до 500	15-30; 6-8 с ручной загрузкой-разгрузкой	В механообработывающем производстве для непрерывного перемещения изделий по замкнутому контуру (с ответвлениями)
подвесные толкающие	до 2 т	50	15-30	В механообработывающем производстве в транспортных системах с гибкой связью для периодического перемещения изделий по замкнутому контуру (с ответвлениями)

Продолжение табл. I

Транспортное устройство	Масса транспортируемых изделий	Длина трассы транспортирования, м	Скорость транспортирования, м/мин	Рекомендации по применению
монорельсовый транспорт	средние, переходной массы, тяжелые до 10 т	не ограничена	16-20	В механообработывающем производстве в транспортных системах с гибкой связью, для периодического перемещения изделий с любой схемой движения
Транспортные роботы				
напольные рельсовые	переходной массы, тяжелые	до 60	до 125	В механообработывающем гибком производстве для периодического перемещения изделий с прямолинейной схемой движения
напольные безрельсовые	от легких до тяжелых до 800 кг	не ограничена	30-100	В механообработывающем гибком производстве для периодического перемещения изделий с любой схемой движения
монорельсовые	средние, переходной массы, тяжелые до 800 кг	не ограничена	36-73	В механообработывающем гибком производстве для периодического перемещения изделий с любой схемой движения
портальные	средние, переходной массы, тяжелые до 160 кг	до 20	30-50	В механосборочном производстве преимущественно для связи транспортной системы с технологическим оборудованием, для периодического перемещения изделий с прямолинейной схемой движения
Краны				
поворотные	переходной массы, тяжелые до 3 т	до 6	20	В механосборочном производстве преимущественно для связи транспортной системы с технологическим оборудованием
подвесные	тяжелые до 5 т	до 50	30	В механосборочном производстве для периодического перемещения изделий с прямолинейной схемой движения
мостовые	тяжелые до 15 т	до 50	70-120	То же

2.2. Подвижная тара, скаты, склизы

Простейшими устройствами для межоперационного транспортирования являются разновидности подвижной тары ящичного типа на катках. Для деталей с центральным отверстием к днищу тары привариваются штыри (трубы), на которые и надеваются детали. Для деталей типа "вал" в днище делаются отверстия, в которые вставляются обрабатываемые детали утоненными концами. Такая тара предохраняет детали от забоин, а также обеспечивает мерность транспортной партии. Перемещение тары от операции к операции осуществляется вручную. Если обработка деталей ведется на автоматизированном оборудовании, то время на транспортирование прекращается машинным временем. Недостатками такого способа транспортирования изделий являются: загромождение производственной площади тарой; затрата оператором физического усилия при перемещении тары; наличие повышенного межоперационного задела.

Другими простейшими устройствами для транспортирования обрабатываемых деталей являются скаты и склизы. В них используется гравитационный или полусамотечный способ транспортирования изделий. Скаты выполняют длиной до 10 м и с уклоном 1:10-1:15. Они служат для перемещения тел вращения. Склизы выполняют с уклоном 1:1 - 1:5 и применяют для перемещения плоских деталей либо деталей в таре. Такие устройства уменьшают незавершенное производство и затраты труда рабочих, но также загромождают площадь цеха.

Межоперационное транспортирование мелких и средних деталей может осуществляться в тележках, движущихся по узким путям, которые проходят перед рабочим, если позволяет оборудование. С помощью тележек можно обслуживать станки с разной высотой загрузки, для чего встраивают пневмоподъемники, а пути делают с уклоном. Для удобства обслуживания станков путь оборудуют поворотными и откидными секциями для прохода рабочих.

2.3. Конвейеры

Конвейеры являются весьма распространенным транспортным средством как для межоперационного, так и для межучасткового транспортирования грузов. Современные конвейеры могут работать как в ручном, так и в автоматическом (под управлением ЭВМ) режимах. Они могут оснащаться датчиками контроля движения, подсчета

продукции, расстояния, а также системами технического зрения для идентификации грузов.

Для перегрузки изделий с конвейера на рабочие места и обратно могут использоваться различные автоматические перегрузочные устройства (ПР, манипуляторы), а также подъемные механизмы типа пневмо- или электроталей.

К основным недостаткам конвейеров можно отнести то, что они занимают много производственной площади, ограничивают доступ к станкам (это относится к напольным конвейерам) и обладают малой гибкостью. При остановке конвейера простаивает весь участок. В то же время конвейеры имеют сравнительно невысокую стоимость и могут использоваться в качестве межоперационного накопителя.

РОЛИКОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ. Роликовые конвейеры получили наибольшее распространение по сравнению с конвейерами других типов. Они применяются при любом типе производств, достаточно дешевы, надежны, допускают пробуксовывание грузов и могут использоваться в качестве накопителей.

Роликовые конвейеры могут образовывать довольно разветвленную трассу с ответвлениями, подъемными секциями для образования проходов, подъемными столами и др.

Детали, имеющие удобные для транспортирования плоскости, могут перемещаться по роликовому конвейеру непосредственно без тары. Для деталей типа тел вращения, крестштейнов, рычагов и т.п. используют поддоны, кассеты, палеты и другую тару. Могут использоваться приспособления спутники. Тара может возвращаться назад по нижней ветви контейнера, имеющей принудительное вращение. Примеры участков с роликовыми конвейерами показаны на рис.3 и 4.

ЛЕНТОЧНЫЕ И ПЛАСТИНЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ. Ленточные конвейеры используют для транспортировки, в основном, деталей легких и средней массы. Конвейеры имеют только плоскую форму рабочей ветви, мощность и скорость их привода небольшие.

В качестве эстакадного транспорта могут использоваться пластинчатые конвейеры. В частности, их применяют для транспортирования валов различной длины в поточном и непоточном производствах. В непоточном производстве конвейер может играть роль накопителя. Валы могут транспортироваться не только в горизонтальном направлении, но и под углом до 30°.

ГРУЗОВЕДИЩИЕ КОНВЕЙЕРЫ. Эти конвейеры обеспечивают транспортировку безрельсовых тележек или тележек, движущихся по направляющим путям, с помощью тяговой цепи, расположенной обычно в

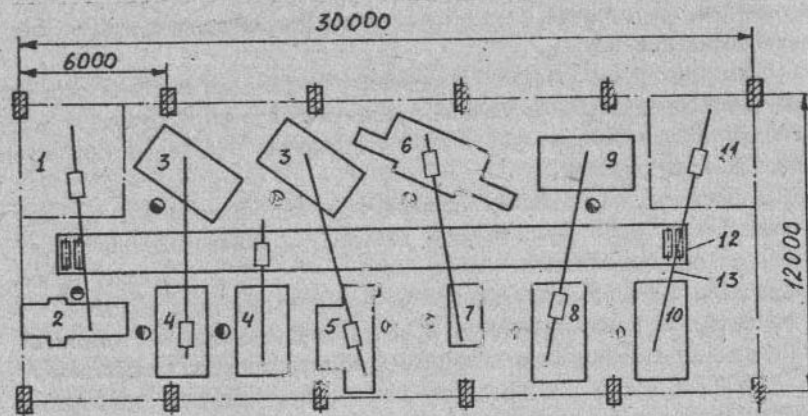


Рис.3. Участок с роликовым конвейером в качестве межоперационного транспорта: 1 - место для заготовок; 2-10 - станки; 11 - ОТК; 12 - роликовый конвейер; 13 - монорельс с тельфером

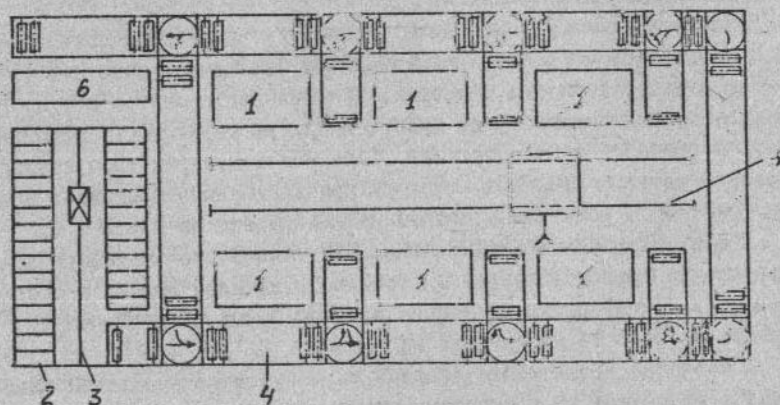


Рис.4. Гибкий автоматический участок с роликовым конвейером в качестве межоперационного транспорта и накопителя: 1 - станки; 2 - стеллажный склад; 3 - кран-штабелер; 4 - секция роликового конвейера; 5 - рельсовый робот

траншее пола. Тяговый орган не связан постоянно с тележкой, поэтому конвейер позволяет транспортировать изделия, имеющие различные такты выпуска. Грузоведущие конвейеры чаще применяются для организации сборочных работ. Конвейер может иметь разветвленную трассу со стрелочными переводами, может оснащаться системой адресования.

ШАГОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ. Шаговые конвейеры применяются, в основном, в жестких синхронных автоматических линиях. Они перемещают грузы на всех рабочих позициях одновременно на один шаг. Их основным недостатком является прямолинейность трассы. В качестве элементов, перемещающих детали, применяются собачки или поворотные штанги со штырями. Применяются также грейферные и толкающие шаговые транспортеры. Если детали обрабатываются на приспособлениях-спутниках, то необходимо устанавливать дополнительный транспортер возвратного перемещения спутников, а также связывающие основной и дополнительный транспортеры устройства, расположенные в начале и конце линии.

В настоящее время находят применение и шаговые конвейеры на воздушной подушке для сборки изделий массой до 5 т. Эти конвейеры используют при такте выпуска изделий 20-120 мин. Конвейеры на воздушной подушке позволяют производить сборку изделий, технологический процесс изготовления которых синхронизирован не полностью.

ПОДВЕСНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ. Подвесные конвейеры по сравнению с напольными и эстакадными позволяют в значительной степени экономить производственные площади. Они могут быть приводными и не приводными. Неприводные конвейеры со свободным перемещением подвесок вручную применяются при большой разнице штучного времени обработки деталей на разных станках (от 2 до 10 мин). Подвесные конвейеры могут использоваться как для передачи грузов на большие расстояния, так и на небольших участках поточных линий в сочетании с другими транспортными средствами (рольгангами, скатами, склизамы и т.п.). Участок с конвейерами локального действия показан на рис.5.

Подвесные конвейеры могут иметь разветвленную трассу со стрелочными переводами и отводами. Одно из преимуществ подвешенного транспорта - возможность организации подвешенных складов. Правда устройство таких складов дорого, поэтому их рекомендуемая емкость 200 - 500 мест.

При транспортировке грузов массой до 500 кг при годовом грузопотоке свыше 25 тыс.т подвесные конвейеры могут оснащать-

ся системами адресования. Системы адресования обеспечивают дистанционное автоматическое адресование грузов между любыми пунктами; бесперегрузочную передачу грузов между конвейерами и между приводными и не приводными участками с помощью стрелочных переводов; механизацию погрузочно-разгрузочных работ с помощью опускных секций; складирование грузов на подвешенных складах, на переводных отводах у рабочих мест, на участках трассы. Система адресования позволяет автоматические операции по съему и навеске грузов производить выборочно.

Подвешенные конвейеры делятся на грузонесущие и толкающие (табл.5). Грузонесущие конвейеры служат для непрерывного транспортирования грузов по замкнутому контуру сложной, в большинстве случаев пространственной, трассы. Конвейер состоит из ходовых путей, тяговых цепей и кареток, к которым прикрепляются грузовые подвески. Грузовые подвески обычно выполняются в виде этажерочных полок, на которые устанавливается груз. Для автоматизации операций съема и навески деталей применяют различные устройства: сталкиватели; рычажные механизмы; специальные грузовые подвески, в том числе с откидывающимся днищем; подъемные столы; автоматические конвейерные перегружатели. Перегружатель выполняется в виде замкнутого участка трассы, расположенного у рабочего места или между различными путями конвейеров. Он обеспечивает автома-

Таблица 2

Основные технические характеристики напольных безрельсовых транспортных роботов

Параметр	Теллер 20/500	МП-14Т МП-15Т	МП-16Т	МП-18Т	Электро- нива НЦ-ТМ- 25	Электро- ника НЦ-ТМ- 15
Грузоподъемность, кг	500	700	250	700	500	500
Габаритные размеры, м:						
длина	2,0	2,0	1,4	2,0	2,2	2,0
ширина	1,8	1,8	0,95	1,8	0,8	1,5
высота	1,1	1,05	0,8	1,05	0,7	0,7
Скорость передви- жения, м/с	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
Погрешность пози- ционирования, мм	+/-5	+/-5	+/-2	+/-0,5	+/-5	+/-5

Таблица 3
Основные технические характеристики напольных
рельсовых транспортных роботов

Параметр	ТПР-500	ТПР-1000
Грузоподъемность, кг	500	1000
Габаритные размеры тары, мм:		
длина	0,8	1,2
ширина	0,6	0,8
Скорость передвижения, м/с	1,8	1,8
Величина линейного перемещения, м	25	25
Высота подъема, м	2,1	2,1

Таблица 4
Основные технические характеристики подвешенных
транспортных роботов

Параметр	ТРП-5-030	ТРП-1-250	ТРП-2-250
Грузоподъемность, кг	50	250	250
Габаритные размеры груза, м			
длина	0,40	0,40	0,60 × 1,00
ширина	0,30	0,30	0,40 × 0,60
высота	0,25	0,25	0,35 × 0,47
Скорость перемещений, м/с			
горизонтальных	0,5	0,5	0,75
вертикальных	0,2	0,33	0,33
Точность позиционирования, мм	± 0,5	± 0,5	± 2,5

Таблица 5
Основные параметры подвешенных грузонесущих и толкающих
конвейеров

Масса груза, кг	Размеры тары, м		Наибольшая скорость, м/с
	длина	ширина	
5	0,15	0,10	0,58
	0,20	0,15	
10	0,20	0,15	0,58
	0,30	0,20	
25	0,30	0,20	0,58
	0,40	0,30	
50	0,40	0,30	0,58
	0,60	0,40	
100	0,60	0,40	0,58
	0,80	0,60	

Масса груза, кг	Размеры тарн, м		Наибольшая скорость, м/с
	длина	ширина	
160	0,60	0,40	0,41
	0,80	0,60	
250	0,60	0,40	0,41
	0,80	0,60	
500	0,80	0,60	0,42
	1,20	0,80	
1000	1,20	0,80	0,33
	1,20	1,00	

Таблица 6

Основные параметры цепных и роликовых конвейеров *

Масса груза, кг	Размеры тарн, м	
	длина	ширина
5	0,15	0,10
	0,20	0,15
10	0,20	0,15
	0,30	0,20
25	0,30	0,20
	0,40	0,30
50	0,40	0,30
	0,60	0,40
100	0,60	0,40
	0,80	0,60
160	0,60	0,40
	0,80	0,60
250	0,60	0,40
	0,80	0,60
500	0,80	0,60
	1,20	0,80
1000	1,20	0,80
	1,20	1,00

* Скорость перемещения 0,25 м/с. Расстояние от пола до несущей поверхности механизма 0,45 м.

тизацию процессов загрузки - разгрузки конвейеров при обслуживании рабочих мест, расположенных вдоль трасс; автоматизацию перегрузки изделий между конвейерами; организацию подвесных складов в местах перегрузки. При большой частоте движения, погрузочно-разгрузочные работы могут осуществляться на ответвлениях трассы.

Качественное отличие толкающих конвейеров от грузонесущих заключается в отсутствии постоянной жесткой связи между при-

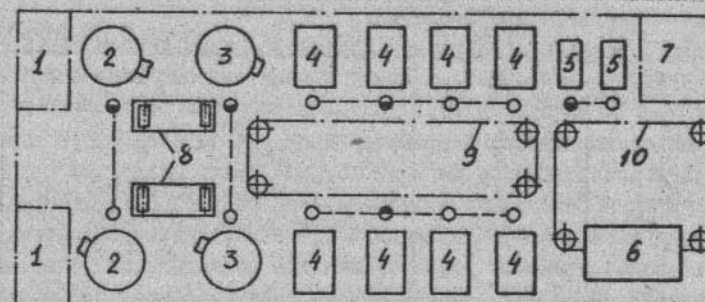


Рис.5. Участок с конвейерами локального действия: 1 - место для заготовок; 2-5 - станки; 6 - моечная машина; 7 - ОТК; 8 - роликовые конвейеры; 9-10 - подвесные конвейеры

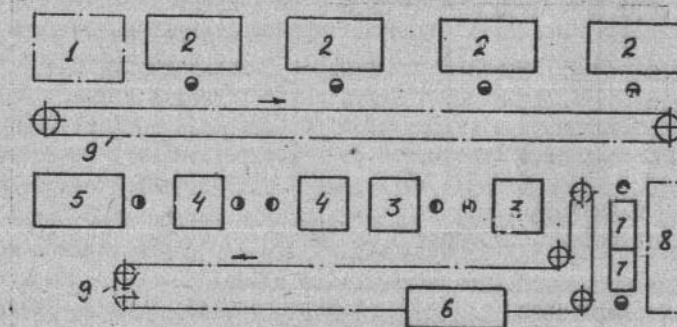


Рис.6. Участок с подвесными грузонесущими конвейерами: 1 - место для заготовок; 2-5 станки; 6 - моечная машина; 7 - позиции контроля; 8 - место для готовых деталей; 9 - подвесные грузонесущие конвейеры

водным органом (цепью) и тележкой, транспортирующей груз. Оно достигается путем разделения трассы конвейера на два пути: тяговый и грузовой. Таким образом, толкающие конвейеры позволяют транспортировать изделия, имеющие различные такты выпуска, и применяются в серийном производстве.

Пример участка с повесным конвейером приведен на рис.6.

2.4. Монорельсовый транспорт

Для межоперационного транспортирования изделий могут использоваться монорельсовые дороги, которые имеют следующие преимущества перед конвейерными системами: они не требуют подачи электроэнергии на ходовой механизм при его неподвижном состоянии; обладают более простыми устройствами для разветвления монорельсовых путей; имеют малое количество подвижных элементов; имеют возможность движения разных тележек одной монорельсовой системы с разными скоростями. Транспортный путь может быть линейным, замкнутым и ветвящимся. Применение монорельсовых дорог наиболее целесообразно тогда, когда требуется непрерывного транспорта загружаются не полностью, или когда необходима доставка грузов с горизонтальными и вертикальными перемещениями в зонах загрузки-разгрузки.

Конструкция дороги включает монорельс, который крепится к несущим частям зданий; подвижной состав (электротали, электротележки) и грузоноситель (включает грузоподъемный механизм и грузозахватные устройства).

Монорельсовый транспорт может иметь ручное и автоматизированное (автоматическое) управление.

В монорельсовых системах с ручным управлением в качестве подвижного состава используются электротали грузоподъемностью от 0,5 до 10 т; тележки с кабиной водителя грузоподъемностью до 5 т и электротягачи для перевозки грузов с тяговым усилием до 3200 Н и скоростью перемещения 16-125 м/мин.

Подвесные монорельсовые дороги могут оснащаться системами автоматического адресования (см. подвесные конвейеры). Наибольшее распространение получили децентрализованные системы управления, когда каждый подвижной состав оснащается автономным блоком - адресоносителем, взаимодействующим с расположенными по трассе считывателями адреса. Движение на трассе осуществляется

по расписанию или по вызову с рабочих мест. Участок с монорельсовой дорогой показан на рис.7.

2.5. Транспортные роботы

Наиболее перспективными среди транспортных устройств, особенно в автоматических производствах (гибкие производственные системы, робототехнические комплексы), являются транспортные роботы. Они являются универсальными гибкими транспортными средствами, отличаются малогабаритностью подвижного состава, автоматическими перемещениями и загрузочно-разгрузочными работами.

НАПОЛЬНЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РОБОТЫ. По функциональным возможностям рельсовый транспортный робот наиболее близок к конвейерам, но его гибкость гораздо выше, и он лишен большинства недостатков конвейера (не ограничивает доступ к станкам, обеспечивает возвратные грузопотоки). Транспортные роботы обладают достаточно высокой точностью позиционирования ($\pm 0,5$ мм). При подъезде к рабочей позиции станка робот считывает установленные на полу цеха кодовые пластины и его управляющее устройство останавливает робот на позиции. Передача грузов (изделия на спутниках или в таре) на стол станка или пристаночный накопитель осуществляется с помощью специальных перегрузочных устройств (рольганга, выдвижных направляющих и т.п.). Управление осуществляется с помощью бортовой ЭВМ, получающей управляющие сигналы с центральной ЭВМ транспортно-накопительной системы. Рельсовые транспортные роботы применяются для обеспечения линейных транспортных потоков преимущественно тяжелых грузов.

НАПОЛЬНЫЕ БЕЗРЕЛЬСОВЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РОБОТЫ. Преимущество перед всеми остальными транспортными роботами имеют безрельсовые транспортные роботы (робокары). Они обладают повышенной гибкостью и мобильностью транспортных линий - позволяют легко изменять и наращивать маршруты движения, регулировать интенсивность потока грузов за счет изменения числа действующих транспортных роботов. Они позволяют использовать транспортные пути для прохождения других транспортных средств и обслуживающего персонала, могут транспортировать самые различные грузы: заготовки, детали, инструмент, приспособления, поддоны со стружкой и др.

Робокары могут иметь любой разветвленный маршрут, разрез-

жались при встрече, передвигаются в прямом и обратном направлении. Точность позиционирования до ± 0,5 мм.

Безрельсовый транспортный робот представляет собой платформу с ходовым устройством и средствами загрузки-разгрузки [4,5]. Управление производится от бортовой ЭВМ, которая имеет связь с ЭВМ верхнего уровня.

Автоматическое передвижение робота в заданном направлении осуществляется с помощью специальных устройств маршрутослежения. Большинство эксплуатируемых в настоящее время транспортных роботов имеют индукционный способ маршрутослежения. Маршрутопровод - это электрический кабель, который укладывается в желоб, прорезанный в полу. По кабелю пропускается ток определенной частоты и амплитуды, который создает управляющее электромагнитное поле. Другой распространенной схемой маршрутослежения является оптоэлектронный маршрутопровод - это нанесенная на поверхность пола флуоресцентная, светоотражающая или контрастная (белое с черным) полоса.

Программирование движения и адресации робота может осуществляться следующими способами: управление в режиме постоянной связи робота с центральной ЭВМ; управление по программе, заложенной в бортовой ЭВМ, и управление с помощью сигналов, получаемых в специальных контрольных точках, расположенных вдоль трассы. Возможно сочетание перечисленных способов. Наиболее современным является способ управления робота с помощью центральной ЭВМ. Такой способ позволяет все входящие в систему транспортные средства и обслуживающие их погрузочно-разгрузочные устройства объединить в сеть с прямым управлением от центральной ЭВМ. Чаще всего предусматривается периодическая связь между центральной ЭВМ и роботом, осуществляемая при прохождении последним специальных контрольных точек, где расположены датчики положения транспортного робота. Обмен информацией между центральной и бортовой ЭВМ может осуществляться с помощью радиосигналов или инфракрасного излучения.

Для автоматизации процесса перегрузки роботы оснащаются различными погрузочно-разгрузочными устройствами: промышленными роботами или манипуляторами; подъемными платформами; выдвигаемыми направляющими; секциями приводного рольганга, установленного на платформе и др. Пример участка с роботами в качестве транспортных устройств показан на рис.8.

ПОДВЕСНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РОБОТЫ. Подвесные транспортные робо-

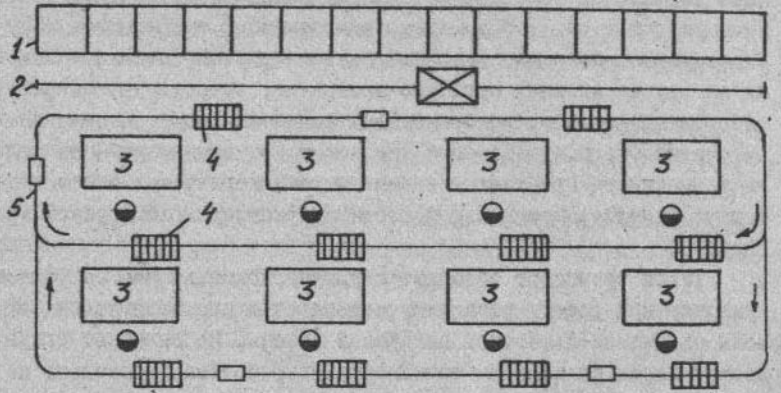


Рис.7. Участок с монорельсовой дорогой в качестве межоперационного транспорта: 1 - склад, 2 - кран-штабелер, 3 - станки, 4 - приемно-передающие устройства, 5 - монорельсовая дорога

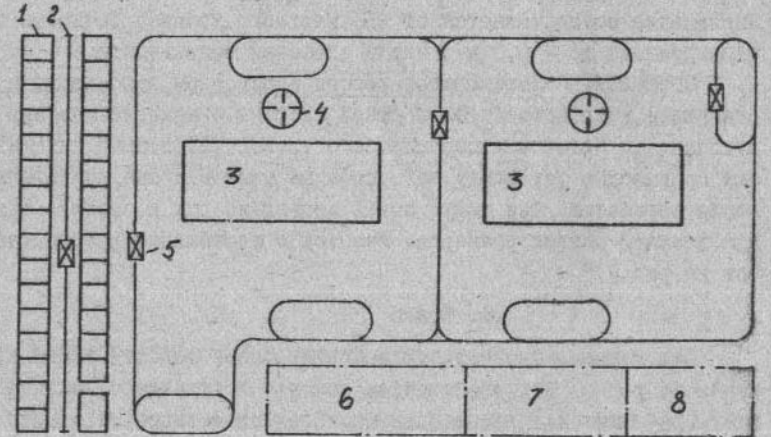


Рис.8. Гибкий автоматический участок с безрельсовыми транспортными роботами в качестве межоперационного транспорта: 1 - склад, 2 - кран-штабелер, 3 - обрабатывающие центры, 4 - накопители спутников, 5 - транспортный робот, 6 - участок комплектации и настройки инструментов, 7 - участок контроля изделий, 8 - управляющий вычислительный комплекс

ты делятся на моворельсовые и порталные.

Моворельсовые транспортные роботы строятся, в основном, на базе тельферных тележек, на которых расположен подъемник с захватным устройством. Робот может автоматически захватывать тару с определенных позиций, находящихся под трассой тележки, и ставить их на другие позиции согласно программе, то есть транспортный робот отличается от моворельсовых подвесных дорог с тележками автоматического адресования тем, что может манипулировать изделиями и выполнять простейшие элементы технологических операций: ориентацию; укладку; перенос и перестановку по программируемой траектории.

Такой транспорт обладает меньшей гибкостью, чем безрельсовый транспортный робот, поскольку возможности его перемещения ограничены ориентацией жесткой подвесной трассы. Но он имеет преимущество перед рельсовыми транспортными роботами, поскольку почти не требуют дополнительных производственных площадей; исключает возможность столкновения с людьми и наземными транспортными средствами.

Транспортный путь может иметь прямые и криволинейные участки, а также стрелки и крестовины для разветвленных маршрутов. Управление осуществляется от ЭВМ верхнего уровня. Точность позиционирования до $\pm 0,5$ мм, число степеней подвижности 2 - 4.

Портальные транспортные роботы в основном используются как стыкующее устройство транспортной системы с технологическим оборудованием. Кроме межоперационного транспортирования изделий они производят установку заготовок на станки и снятие деталей после обработки. Они могут иметь несколько рук и сменные схваты для деталей разных размеров. Участок с порталным роботом показан на рис.9.

2.6. Краны

Для межоперационного транспортирования изделий краны применяются редко. Это объясняется тем, что требуется отдельный штат крановщиков; при необходимости одновременной установки изделий на несколько единиц оборудования приходится затрачивать дополнительное время на ожидание высвобождения крана. Кроме того, применение кранового транспорта требует увеличения высоты производственных корпусов, удорожает строительные конструкции. Поэтому краны следует устанавливать для перемещения тяжелых и крупногабаритных изделий, когда невозможно использовать бес-

крановые средства. Кроме того, краны устанавливают для обеспечения планировочной гибкости производства.

Консольные поворотные краны используют для обслуживания 1-2 рабочих мест. Они устанавливаются на колонне или крепятся к стене.

Подвесные краны имеют преимущество перед мостовыми во времени установки изделия на станок (оно меньше в 5-10 раз). Подвесные однобалочные краны грузоподъемностью до 5 т, устанавливают в корпусах с пролетом до 30 м. Подвесные двухбалочные краны грузоподъемностью > 5 т устанавливаются в специально проектируемых пролетах зданий шириной ≥ 36 м.

Мостовые краны устанавливаются для транспортировки грузов > 5 т в корпусах с пролетом до 36 м.

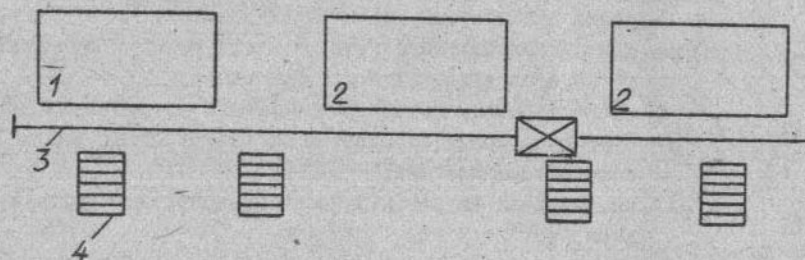


Рис.9. Робототехнический комплекс для обработки деталей типа тел вращения: 1 - фрезерно-центровальный станок; 2 - токарные станки, 3 - порталный робот, 4 - пристаночные локальные накопители

2.7. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ УСТРОЙСТВ

КОНВЕЙЕРЫ ПОДВЕСНЫЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Основные параметры конвейера связаны соотношением

$$Q = \frac{3600 V n_2}{a_n}, \quad (4)$$

где Q - производительность обслуживаемого основного технологического оборудования, шт/ч;

V - скорость конвейера, м/с;

n_2 - число грузов, устанавливаемых на подвеске, шт;

a_n - шаг подвесок с грузом, м.

ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПРИНЦИПОМ ДВИЖЕНИЯ

Количество транспортных устройств (в случае равномерного грузопотока и одинакового использования транспорта по грузоподъемности на каждом участке маршрута) определяется по формуле

$$N_{тр} = \frac{\sum_1^n G_{гп} K_H \left(\frac{l}{V} + \sum_1^n t_3 + \sum_1^n t_p \right)}{60 g_H + K_2 + F_H n \cdot K_B}, \quad (5)$$

где $\sum_1^n G_{гп}$ - суммарный грузопоток по всему маршруту, т/год;

n - число пунктов загрузки, разгрузки, шт;

l - длина транспортного пути, м (если маршрут линейный, то берется длина пути в оба конца);

V - скорость перемещения транспортного устройства, м/мин;

$\sum_1^n t_3$ и $\sum_1^n t_p$ - суммарное время загрузочных и разгрузочных работ соответственно, мин;

g_H - номинальная грузоподъемность транспортного устройства, т;

$K_H = 1,2-1,3$ - коэффициент, учитывающий неравномерность грузопотока;

$K_2 = 0,6-0,95$ - коэффициент использования грузоподъемности;

$K_B = 0,6-0,9$ - коэффициент использования транспортного устройства по времени (учитывает потери времени на ремонт)

F_H - номинальный годовой фонд времени работы транспортного устройства, ч.

При неравномерном грузопотоке число транспортных устройств определяется по формуле

$$N_{тр} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{Mi} K_C}{F_0 K_3}, \quad (6)$$

где $K_C = 1,2-1,6$ - коэффициент опроса, учитывающий неравномерность поступления требований на обслуживание в единицу времени;

$K_3 = 0,7-0,8$ - коэффициент загрузки транспортного устройства;

F_0 - эффективный годовой фонд времени принятого типа оборудования, ч;

n - число грузопотоков;

T_{Mi} - машиноемкость транспортных операций, которая определяется отдельно для каждого грузопотока по формулам:

$$T_{Mi} = \frac{G_{гп} T_{ци}}{q_n 60} \quad \text{или} \quad T_{Mi} = \frac{Z_{гп} T_{ци}}{Z_{гп} \cdot 60}, \quad (7)$$

где $G_{гп}$ - грузопоток определенной группы изделий, т;

$Z_{гп}$ - грузопоток, ед. тары;

$Z_{гп} T_{ци}$ - величина транспортной партии, ед. тары;

$T_{ци}$ - средняя длительность одного рейса или одного цикла работы транспортного средства, мин;

q_n - средняя транспортная партия, т.

Грузопоток $Z_{гп}$ по каждой группе изделий можно определить по формуле

$$Z_{гп} = \frac{G_{гп}}{C_l}, \quad (8)$$

где C_l - средняя грузоподъемность тары, т.

Количество кранов определяется по формуле

$$N_{кр} = \frac{N_{оп} \cdot T_{кр}}{T_{см} \cdot K_n \cdot K_0}, \quad (9)$$

где $N_{оп}$ - количество крановых операций в смену;

$T_{кр}$ - среднее время на одну крановую операцию, мин;

$T_{см}$ - продолжительность смены, мин;

K_n - коэффициент, учитывающий простой крана;

$K_0 = 1,1$ - коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла при совмещении нескольких операций.

Количество крановых операций определяют по формулам:

$$N_{оп} = \frac{G_{гп} n}{M m q} \quad \text{или} \quad N_{оп} = \frac{N_2 \cdot n}{M m n_2}, \quad (10)$$

где $G_{гп}$ - масса грузов на годовую программу, транспортируемых на участке, т;

n - среднее число крановых операций на один груз;

m - число рабочих смен в сутки;

M - число рабочих дней в году;

q - средняя масса единицы груза, перемещаемого краном за одну операцию, т;

N_2 - количество грузов на годовую программу, транспортируемых на участке, шт.;

n_2 - среднее количество грузов, перемещаемых краном за одну операцию, шт.

Среднее время на одну крановую операцию определяется по формуле

$$T_{кр} = \frac{\ell}{V} + t_3 + t_p, \text{ мин.} \quad (II)$$

где ℓ - средняя длина пробега крана в оба конца, м;

V - средняя скорость передвижения крана, м/мин;

t_3, t_p - среднее время загрузки и разгрузки, мин.

При укрупненных расчетах количество кранов в цехах определяется из условий обслуживания одним краном 60-75 м длины пролета.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ

3.1. Классификация и структура складских систем

Склады выполняют роль регулятора производственного процесса. Любой процесс производства начинается и заканчивается на складах.

Для обеспечения нормальной работы механических и сборочных цехов в их составе, в общем случае, предусматривают целый комплекс складов. Сюда относятся склады металла и заготовок, межоперационные склады, склады деталей, узлов и комплектующих изделий, склады готовых изделий, кладовые технологической оснастки (рис. 10).

В поточно-массовом производстве, где работа производственного оборудования подчинена единому такту выпуска, необходимость в межоперационных складах отпадает. При этом детали на участке перемещаются по принципу "станок-станок".

В серийном производстве, где детали обрабатываются партиями, время обработки изделий на разных операциях может отличаться значительно, а сборку изделий можно начинать только после изготовления всех деталей, необходимо иметь достаточно мощные

межоперационные и комплектующие склады. В этом случае перемещение деталей по участку осуществляется по принципу "станок-склад-станок". Характерным для серийного производства является большая длительность складирования изделий: 70-90 % от всего цикла производства.

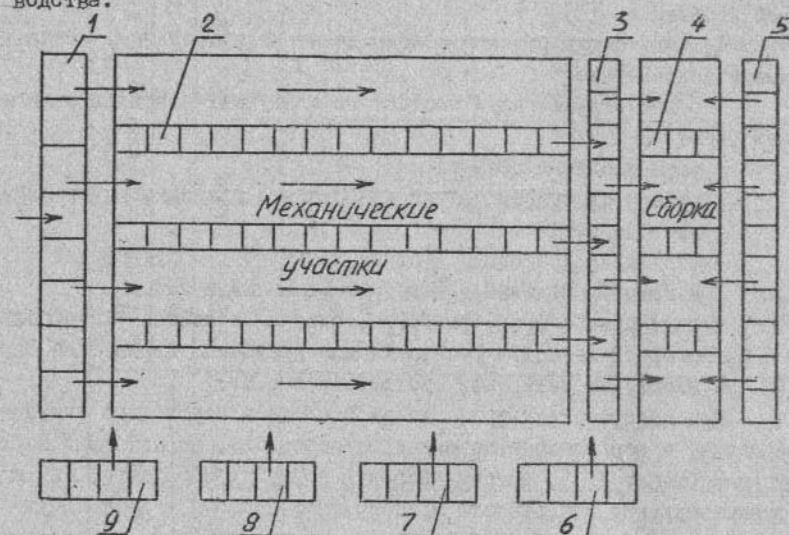


Рис. 10. Функциональная структура складской системы в механико-сборочной производств: 1 - склад металла и заготовок; 2 - межоперационные склады; 3 - склад хранения готовых деталей перед сборкой; 4 - склад сборочных единиц; 5 - склад комплектующих изделий; 6 - кладовая ГСМ; 7 - кладовая режущего и мерительного инструмента; 8 - кладовая абразивного инструмента; 9 - кладовая вспомогательных материалов

По организационной структуре различают централизованную, децентрализованную и комбинированную складские системы. При централизованной системе создается один склад или блок складов, размещенных в одном месте, при децентрализованной - несколько складов и накопителей. Наиболее гибкой, получившей наибольшее распространение, является комбинированная система, когда наряду с центральным складом применяются дополнительные межучастковые склады (в цехах) или локальные накопители (на участках).

По функциональному назначению склады механосборочного производства можно разделить на склады металла, заготовок, межоперационные склады или накопители, склады готовых деталей, комплектующих изделий, склады технологической оснастки и склады готовой продукции.

По виду складирования склады делят на штабельные, стеллажные и конвейерные.

В общем случае склад состоит из следующих основных отделений (зон):

- зоны хранения грузов;
- приемо-сдаточной секции для связи с внешним и внутренним транспортом;
- отделения установки и съема заготовок, полуфабрикатов и готовых изделий в тару, на спутники и т.п.;
- отделения сборки, разборки, очистки и мойки универсально-сборной оснастки (оснастки для крепления изделий на спутниках, кассетирующих устройств и т.п.).

При выборе структуры складской системы необходимо учитывать величину и направление основных грузопотоков, нормативный запас грузов (табл. 7), организационную форму производства, тип и функциональные возможности транспортной системы и др. Склады для проката и штучных заготовок (разнородного проката, литья, сварных конструкций) организуют при механических цехах единичного и серийного производства. Их размещают в начале пролетов механического цеха, либо в специальном пролете, перпендикулярном к станочным пролетам. В массовом производстве склады заготовок обычно предусматривают при заготовительных цехах.

Листовой материал размещают на специально выделенных площадках, оборудованных кран-балками или мостовыми кранами со специальными захватными устройствами.

Для размещения металлопроката используют различные стеллажи, обслуживаемые мостовыми, козловыми кранами или кранами-штабелерами.

Штучные заготовки хранятся в таре, которая складывается штабелем в несколько ярусов. Применение унифицированной тары важно для того, чтобы исключить переукладывание заготовок при транспортировании их с других заводов в порядке кооперации, а также при междоусном транспортировании.

Таблица 7

Нормы для расчета цеховых складов и кладовых

Характер складов	Объект хранения	Нормативный запас хранения, календарные сутки, при производстве	Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м ² , при хранении черных металлов						
			в штабелях						
			на стеллажах						
			Высота штабеля или стеллажа, м						
			до 2,5*	до 3**	до 2,5	2,5-4	4-6	6-8	8-10
Склад металла	Прутки, прокат	7	5	4	2	2,5	3,5	-	-
Склад заготовок	Крупные отливки, локотки, Резанный прокат, мелкие и средние отливки и локотки	15	8	3	1	3,0	-	-	-
Межоперационный склад	Крупные полуфабрикаты	20	12	5	0,5-1	-	4,2	2,0	2,8
	Полуфабрикаты средних и мелких деталей	15	10	3	-	2,5	-	-	-
	Инструментально-резактивный инструмент	20	12	3	-	-	3,5	1,5	2,2
	Крупные и тяжелые детали	70-90	50-70	50-70	40-50	-	-	-	-
Склад готовых деталей	Крупные и тяжелые детали	10	7	4	0,25	-	-	-	-
	Средние и мелкие детали	20	15	5	0,5	-	2,5	1,2	1,8
								2,2	3,0
									4,0

Характер склада		Нормативный запас хранения, календарные сутки, при про-изводстве		Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м ² , при хранении черных металлов		в штабелях							
Наименование склада	Объект хранения	единич-ный и серий-ный ном	средне-серий-ный ном	крупно-серий-ный ном	массо-вом	на стеллажах							
						до 2,5*		до 2,5*		до 2,5*		до 2,5*	
						до 2,5*		до 2,5*		до 2,5*		до 2,5*	
Склад готовых узлов	Круглые узлы	10	7	4	0,25	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Склад комплектующих изделий	Средние и мелкие узлы	15	12	4	0,5	-	1,0	-	1,5	1,8	2,5	3,2	-
Склад инструментов	Крупные изделия	7	5	2	1	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Кладовая инстру-мента	Средние и мелкие изделия	7	5	4	3	-	1,0	-	1,5	1,8	2,5	3,8	8
	Инструмент всех видов	70-90	50-70	50-70	50-70	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. К крупным изделиям относятся изделия с массой более 100 кг, к средним и мелким - с массой до 100 кг

* Хранение полтучное
жж Хранение в таре

Укладку поддонов в штабель осуществляют напольными электропогрузчиками. При этом ширина проезда между рядами стеллажей составляет 2310 - 3230 мм, а высота складирования - до 5600 мм.

В зависимости от типа и размеров деталей и потребной емкости одного поддона или кассеты, размеры тары в плане выбирают из стандартного ряда: 150x200; 200x300; 300x400; 400x600; 600x800; 800x800; 800x1200; 1000x1200; 1600x1000; 1600x1200 мм.

Для средних и крупных цехов, особенно при большой номенклатуре заготовок, более целесообразно хранение заготовок в таре на стеллажах. Стеллажи имеют следующие преимущества по сравнению со штабельной формой складирования: более полное использование объема склада за счет увеличения высоты складирования; строгое фиксирование грузов в зоне хранения, что обеспечивает порядок и организацию на складе, облегчает учет грузов и дает возможность автоматизировать хранилище; возможность взятия груза из любого яруса по высоте.

Наибольшее распространение получили бесполочные и каркасные клеточные стеллажи (рис. II). Основные параметры клеточных стеллажей приведены в табл. 8.

В качестве межоперационных складов, особенно в условиях автоматизированного производства в основном применяются стеллажные склады, оборудованные устройствами стыковки с транспортными средствами и обслуживаемые автоматическими кранами-штабелерами (см. рис. II). Основные технические характеристики некоторых автоматических складов приведены в табл. 9.

Заготовки и детали сложной формы на автоматизированных участках перемещаются между технологическим оборудованием и хранятся в складе, как правило, на приспособлениях-спутниках.

Конвейерные склады (наконечники) применяются в тех случаях, когда в качестве основного транспортного средства используются конвейеры (см. рис. II). Наибольшее распространение получили подвесные и роликовые конвейерные склады (см. раздел "Транспортные средства").

При размещении межоперационного склада необходимо стремиться располагать его как можно ближе к технологическому оборудованию. При этом сокращаются транспортные потоки.

При небольшом грузопотоке на участке (до 3 тыс. т/год) целесообразна тупиковая планировочная схема склада, когда одна приемо-сдаточная секция обслуживает входной и выходной потоки грузов. При больших грузопотоках (> 3-4 тыс. т/год) рекомендуется сквозная планировочная схема склада, когда входной и выходной потоки грузов располагаются с разных сторон склада.

Таблица 8

Основные параметры каркасных и бесполочных стеллажей по ГОСТ 14757-81

Стеллаж	Длина ячейки (размер вдоль стеллажей), мм	Ширина ячейки (размер в глубину стеллажей), мм	Высота стеллажа, м	Нагрузка на ячейку Р, тс
Каркасный	450, 950, 1320, 1800, 2650	450, 670, 800, 850, 900, 1120, 1250, 1700	1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,2; 5,1; 5,7; 6,3; 6,9; 7,8; 8,4; 9,3; 9,9; 10,5; 12,3; 14,4; 16,2	50, 100, 250, 500, 1000, 2000
Бесполочный	450, 710, 950, 1320, 1800	450, 670, 850, 900, 1120, 1250		

Таблица 9

Основные параметры автоматизированных складских комплексов

Параметр	Модель роботизированного складского комплекса							
	АСТС-10	АТ-7	АТ-50	СТАС-1	РСК-50	РСК-250	РСК-500	РСК-1000
Емкость комплекса (число ячеек)	1024	900	930	458	434-930	540-	560-3120	280-1560
Габаритные размеры тары, м								
длина	0,20	0,20	0,30	0,48	0,48	0,62	0,84	1,24
ширина	0,15	0,15	0,20	0,35	0,35	0,42	0,64	0,84
высота	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,43	0,75	0,75
Число грузовых мест в ячейке	1	1	1	1	1	1	4	2

Продолжение табл. 9

Параметр	Модель роботизированного складского комплекса							
	АСТС-10	АТ-7	АТ-50	СТАС-1	РСК-50	РСК-250	РСК-500	РСК-1000
Грузоподъемность штабелера, кг	10	7	50	50	50	250	500	1000
Габаритные размеры комплекса, м								
ширина	0,92	0,3	1,71	1,71	1,71	2,05	2,86	2,86
длина	7,94	30	17	11,5	17	21,58	29,6	64,88
высота	—	—	—	—	3,3-5,8	5,8	7,05-12,41	7,05-12,41

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ (разгрузки прибывающих грузов; передачи грузов в зону действия кранов-штабелеров; выдачи грузов на внутренний транспорт; укладки изделий в тару, не приспособления-спутники и т.п.) склады оснащаются различными вспомогательными перегрузочными устройствами. К таким устройствам относятся:

- столы и накопители, встроенные в конструкции стеллажей;
- столы точного позиционирования (с фиксирующими устройствами для точной установки тары и кассет);
- столы подъемные и поворотные;
- конвейеры;
- перегрузочные роботы и манипуляторы;
- толкатели и подъемники;
- др.

Габаритные размеры спутников приведены в табл. 10.

Таблица 10

Ширина спутника	400	500	630	800
Длина спутника	500; 630; 800	500; 630; 800; 1000	630; 800; 1000	800; 1000

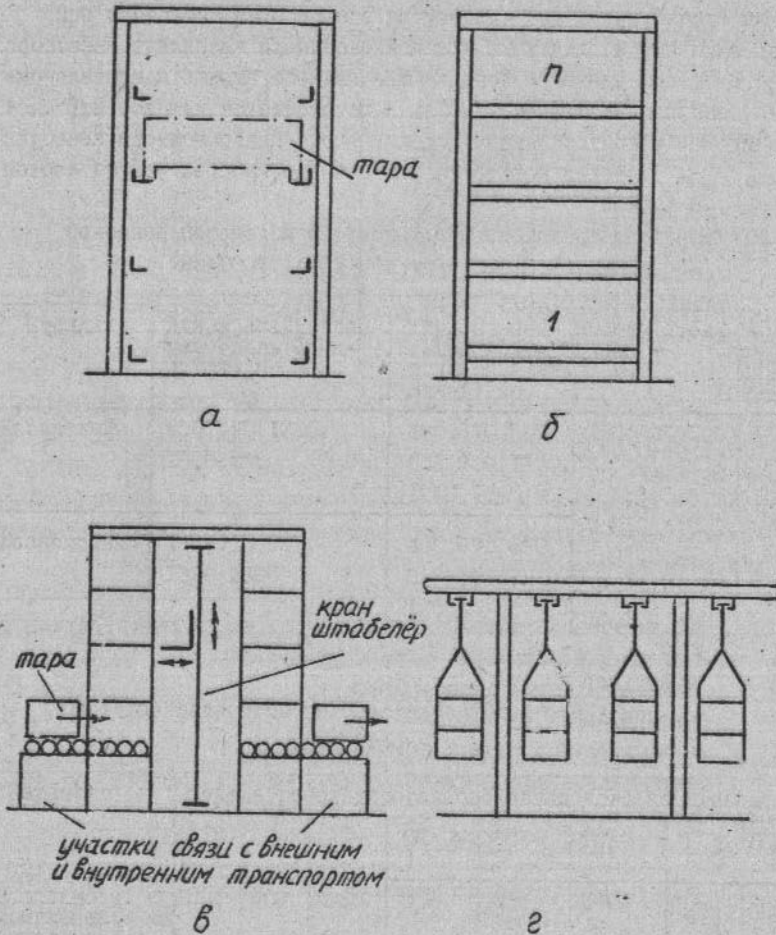


Рис. 11. Схемы стеллажей и автоматизированных складов:
 а — бесполочного типа; б — каркасного типа;
 в — с автоматическим краном-штабелером;
 г — подвесной на базе подвешного толкающего конвейера

3.2. Расчет параметров складской системы

Основной характеристикой склада являются его емкость или вместимость — количество единиц тары, устанавливаемой в складе, а также занимаемая площадь.

При укрупненном проектировании цехов и участков определяются площадь складов на основании нормативных данных о запасах хранения заготовок, полуфабрикатах и готовых деталей:

$$F_{ск} = \frac{Q \cdot t \cdot i}{365 q \cdot K_u} \quad (12)$$

где Q — масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящих через цех (участок) в течении года, т;

t — нормативный запас хранения грузов на складе, дни (табл. 7);

q — средняя грузонапряженность площади склада, т/м³ (табл. 7). Данные в табл. 7 приведены для среднего серийного производства. Для других видов производства необходимо принимать следующие поправочные коэффициенты: для единичного и мелкосерийного производства — 0,8; для крупносерийного — 1,1, для массового — 1,2;

i — число доставок полуфабрикатов деталей на склад ($i = n - 1$, где n — число операций технологического процесса;

K_u — коэффициент использования площади. Его принимают равным 0,25–0,3 при обслуживании склада напольным конвейером и 0,35–0,4 при обслуживании кранами-штабелерами.

При детальном расчете складов учитывают номенклатуру заготовок, полуфабрикатов, деталей и определяют основные параметры склада: число ячеек, секций, штабелеров и др. и путем планировки уточняют площадь, необходимую для склада.

Определению числа ячеек склада ведут в следующей последовательности. Сначала определяют запас хранения по каждой группе заготовок (деталей):

$$S_i = \frac{Q_i \cdot t_i}{365} \quad (13)$$

или размер партии запуска изделий каждого наименования. Величина партии запуска заготовок определяется из соотношения затрат на их хранение в складе и затрат, вызванных переналадкой оборудования и его простоем за время переналадки.

Ориентировочно размер партии запуска можно определить по формуле

$$n_{Si} = \frac{N_i}{P_{ni}} \quad (14)$$

где N_i - годовая программа выпуска детали;

P_{ni} - количество запусков партий заготовок в год.

Для серийного производства значение P_{ni} можно принять равным 4,6, 12 или 24. Для среднесерийного производства ($N_i = 500 - 5000$ дет.) можно принять $P_{ni} = 12$.

Затем определяют характеристики тары для хранения грузов.

Вместимость тары можно определить по формуле

$$e_T = \frac{m_T}{m_{cp}} \quad \text{или} \quad e_T = m_T \cdot K, \quad (15)$$

где m_T - грузоподъемность тары, кг;

m_{cp} - средняя масса деталей группы.

$K = 0,2 - 0,85$ - коэффициент использования тары по грузоподъемности (зависит от материала заготовок и плотности укладки).

Характеристики тары, рекомендуемой для использования в механосборочном производстве, приведены в табл. II.

Число единиц тары для хранения груза каждого наименования

$$Z_i = \frac{N_{zi}}{e_T} \quad \text{или} \quad Z_i = \frac{S_i}{e_T} \quad (16)$$

Таблица II

Грузоподъемность тары, кг	Габаритные размеры тары, м			Материал тары
	длина	ширина	высота	
до 0,5	0,15	0,10	0,063	пласт- масса
до 0,5	0,20	0,15	0,10	
до 10	0,30	0,20	0,12	
до 25	0,40	0,30	0,16	
до 50	0,60	0,40	0,20	
до 100	0,60	0,40	0,30	сталь
до 250	0,60	0,40	0,38	

Число спутников определяют по формуле

$$Z_c = (Z_1 + Z_2) K_3, \quad (17)$$

где Z_1 - число спутников, необходимых для выполнения суточного задания;

Z_2 - число спутников, необходимых для выполнения задания на следующие сутки. Ориентировочно можно принять $Z_2 = Z_1$;

$K_3 = 1,1$ - коэффициент запаса, учитывающий неодинаковую продолжительность операций в единичном и серийном производствах.

$$Z_1 = \frac{S \cdot F_9}{P_p \cdot t_{шт.ср}}, \quad (18)$$

где S - число станков для обработки деталей на спутниках;

F_9 - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

P_p - число рабочих дней в году;

$t_{шт.ср}$ - средняя продолжительность одной деталиеоперации, ч.

Общая емкость склада

$$E = \sum_{i=1}^d E_i, \quad (19)$$

где E_i - емкость склада, необходимая для хранения деталей i -наименования, принимается равной числу единиц тары

для хранения этого груза Z_i числу спутников Z_c ;

d - число наименований деталей.

Для возможного расширения номенклатуры обрабатываемых деталей рекомендуется полученное значение E увеличить на 10%.

Число ярусов и рядов склада определяется, исходя из высоты здания, площади под склад, типа крана-штабелера.

Кроме площади, занимаемой зоной хранения грузов, общая площадь склада включает площадь приема сдаточной секции (секций):

$$F_{нс} = \frac{Q \cdot t \cdot (K_{np} + K_o)}{P_p \cdot q'}, \quad (20)$$

где $K_{np} = 1,3$ и $K_o = 1,5$ - коэффициенты, учитывающие неравномерность поступления и отпуска грузов;

$q' = q/2$ - грузонапряженность приемо-сдаточной секции.

Если в складе изделия хранятся на приспособлениях-спутниках, то необходимо предусмотреть зону хранения универсально-сборной оснастки, необходимой для закрепления изделий на спутниках, а также отделения сборки - разборки оснастки, ее мойки и консервации; установки (съема) изделий на спутники.

Количество транспортных средств для обслуживания склада определяется аналогично количеству транспортных средств для межоперационного транспортирования.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Технологические возможности оборудования во многом зависят от эффективности системы инструментального обеспечения. Номенклатура режущего инструмента определяется согласно принятому технологическому процессу изготовления деталей на данном оборудовании.

Система инструментального обеспечения цеха обычно состоит из участка инструментальной подготовки, включающей в себя секцию обслуживания инструментом оборудования, секцию сборки и настройки инструмента, контрольно-проверочный пункт (КПП), отделение ремонта оснастки и централизованного восстановления инструмента (рис.12).

Отделение по восстановлению режущего инструмента (рис.13) организуется для централизованной повторной заточки и текущего ремонта режущих инструментов, используемого в цехе. При числе станков в механическом цехе до 300, организуется одно отделение восстановления; при большем количестве станков организуется два и более отделений. Если в цехе количество станков менее 150, то восстановление режущего инструмента производят в инструментальном цехе.

Так как в заточном отделении образуется много абразивной пыли, то отделение рекомендуется располагать в крайнем пролете с боковыми окнами для лучшей естественной вентиляции. С другой стороны, для уменьшения мощности потока инструментов, отделение рекомендуется располагать ближе к инструментальному складу (см. рис. 10).

Отделение оснащается универсальными заточными станками (3-5 % от числа станков цеха), специальными заточными станками для заточки червячных фрез, долбяков, протяжек и т.п. (1 станок на 4-20 станков основного производства) и дополнительным оборудованием (точила, верстаки, прессы и т.п.).

ОТДЕЛЕНИЕ ПО РЕМОНТУ ОСНАСТКИ служит для малого ремонта приспособления и другой оснастки. Оно организуется в цехах при числе станков более 100-200 шт. и оснащается универсальными станками (токариные, фрезерные, сверлильные и др.) из расчета 4-8 станков на 150-400 станков основного производства и вспомогательным оборудованием (верстаки, разметочные и контрольные плиты, сварочный аппарат и т.п.). При меньшем числе станков основного производства ремонт оснастки производится в инструментальном цехе.

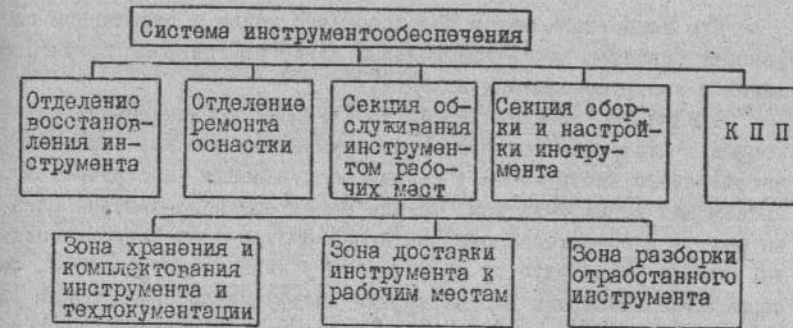


Рис.12. Схема организации системы инструментального обеспечения

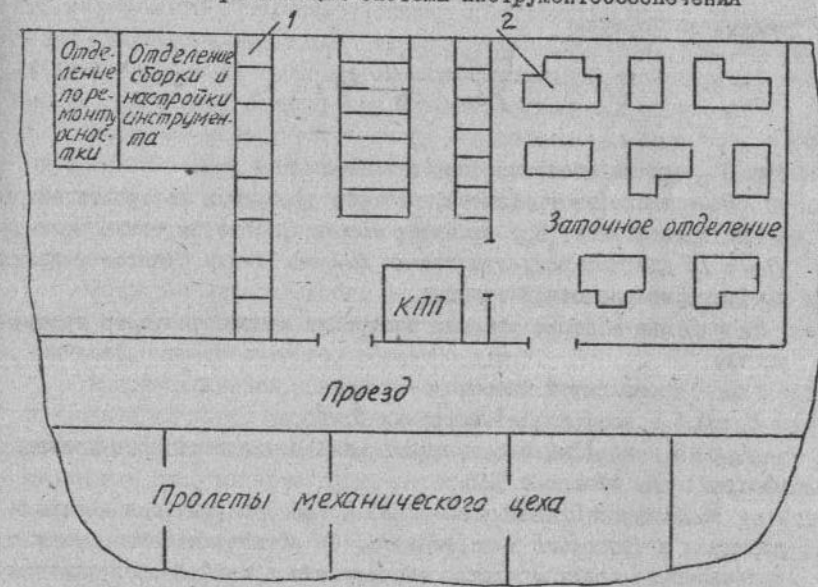


Рис.13. Компоненка служб инструментального обеспечения:

1 - стеллажи для хранения инструмента; 2-заточные станки

При компоновке цехов целесообразно рядом с отделением по ремонту оснастки иметь контрольный пункт по контролю приспособлений и инструментальных наладок.

СЕКЦИЯ СБОРКИ И НАСТРОЙКИ ИНСТРУМЕНТА предназначена для сборки и настройки комплектов инструментов, а также передачи настроенного инструмента в секцию обслуживания инструментом производственных участков. Секция может организовываться одна на цех, а в автоматизированном производстве — на каждом участке. Секцию рекомендуется располагать у склада инструментов. Она оснащается приборами для настройки инструментов, стеллажами для временного хранения инструментов, документации и программноносителей, контрольными плитами, тележками и ЭВМ.

Количество приборов для настройки инструментов можно определить по формуле

$$N_{п} = \frac{S \cdot P_{см} \cdot t_{н}}{F_{см} \cdot K_3} K_a, \quad (21)$$

где S — число обслуживаемых станков;

$P_{см}$ — число инструментов, которые требуется настроить за смену на один станок. При ориентировочных расчетах можно принять $P_{см} = 12$ для токарных станков и $P_{см} > 17$ — для станков сверлильно-фрезерно-расточной группы;

$t_{н} \approx 5$ мин — норма времени настройки одного режущего инструмента;

$F_{см}$ — время одной смены;

$K_3 \approx 0,8$ — коэффициент загрузки прибора;

$K_a \approx 0,5$ — коэффициент, учитывающий возможность автоматизации настройки на станке с ЧПУ.

КОНТРОЛЬНО ПРОВЕРОЧНЫЙ ПУНКТ (КПП) служит для контроля размеров и состояния инструментов. Он устанавливается между отделениями по восстановлению инструмента и секций обслуживания инструментами станков. Как правило, КПП представляет собой стол с контрольной плитой и измерительными инструментами.

СЕКЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАМИ РАБОЧИХ МЕСТ предназначена для своевременного обеспечения производственных участков настроенными инструментами. В состав секции входят подсекция хранения и комплектация инструмента и технической документации,

подсекция доставки инструмента к рабочим местам и подсекция разборки отработанного инструмента.

В зоне хранения и комплектования инструментов и технической документации производится следующие работы: получение инструмента и технологической оснастки из центрального инструментального склада и раскладка их по стеллажам; поддержание оборотного фонда и оснастки в заданных пределах; подбор режущих, вспомогательных, измерительных инструментов и технической документации согласно заданиям на настройку; передача подобранных инструментов, карт настройки и заданий на настройку в секцию сборки и настройки. Инструменты хранятся на стеллажах с ложементами.

В зависимости от уровня автоматизации производства, доставка инструмента к технологическому оборудованию может осуществляться следующими способами: транспортными рабочими; внутрицеховым и межоперационным транспортом или специальной транспортной системой, связанной с инструментальными магазинами станков.

Доставка инструментов может осуществляться поштучно, блоками и комплектами, целыми инструментальными магазинами. Наиболее целесообразны второй и третий способы доставки, поскольку при этом существенно сокращаются простои оборудования при замене инструмента и интенсивность транспортных операций.

Разборка отработанного инструмента производится с целью его сортировки по степени пригодности и передачи по назначению (на контроль, восстановление, ремонт и т.п.).

В зоне хранения и комплектования инструмента и технической документации могут находиться кладовые абразивных и слесарно-сборочных инструментов. Кладовую абразивных инструментов создают при наличии в цехе шлифовальных, отрезных, заточных или полировальных станков. В кладовой слесарно-сборочных инструментов хранят инструмент для клепки, сборки резьбовых соединений, запрессовки, вальцовки, сверления и нарезания резьбы и других работ.

В настоящее время разработаны проекты типовых участков инструментальной подготовки, включающих секцию обслуживания инструментов и станков и секцию сборки и настройки инструментов. Пример планировки типового участка инструментальной подготовки при обслуживании 10–20 станков с ЧПУ приведен на рис. 14.

Формулы для определения площадей секций системы инструментального обеспечения приведены в табл. 12.

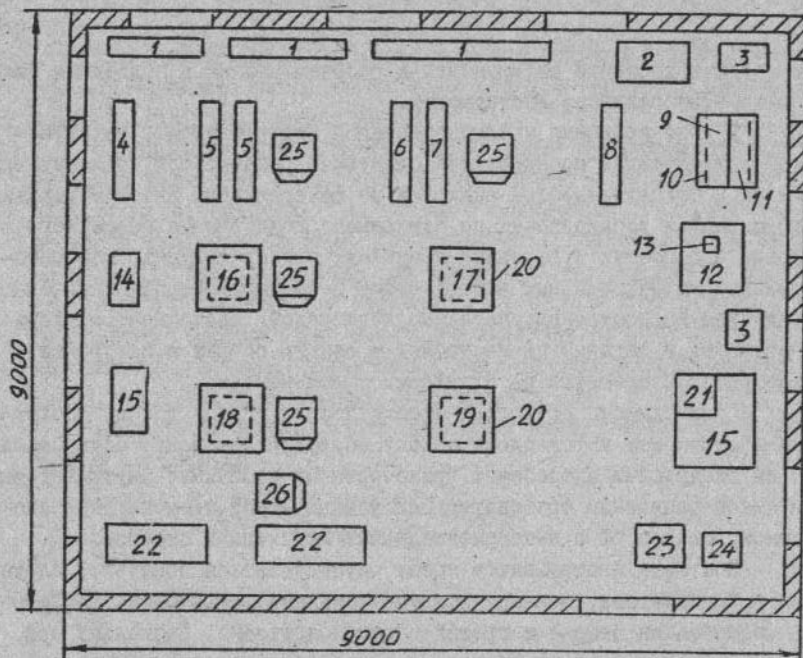


Рис.14. Участок инструментальной подготовки при обслуживании 10-20 токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ

Таблица 12

Наименование отделений (секции)	Занимаемая площадь, м ²	Примечание
Отделение по восстановлению режущего инструмента	(8-14) S_B	S_B - число станков отделения
Отделение по ремонту оснастки	(22-24) S_P	S_P - число основных станков отделения
Секция сборки и настройки инструмента	10 N_n	N_n - число приборов секция
Секция обслуживания инструментом рабочих мест:		
инструментальный склад	(0,35-1,1) S_0	S_0 - число обслуживаемых станков основного производства
кладовая слесарно-сборочного инструмента	0,15 $P_{сб}$	
зона сборки инструмента	2,8 N_n	$P_{сб}$ - число слесарей сборщиков

Спецификация к плану участка инструментальной подготовки (см. рис.14)

№ поз.	Оборудование	Габаритные размеры, мм	Количество
1	Стеллаж инструментальный	1950 x 388 x 2050	3
2	Стол конторский	1200 x 600	I
3	Шкаф инструментальный	630 x 350 x 1600	2
4	Стеллаж для оправок	2050 x 555 x 2650	I
5	Стеллаж инструментальный	2050 x 555 x 2650	2
6	Стеллаж для торцевых фрез	2050 x 555 x 2650	I
7	Стеллаж для техдокументации	2060 x 555 x 2650	I
8	Стеллаж для измерительного инструмента	2060 x 555 x 2650	I
9	Плита контрольная	1000 x 630	I
10	Стол под контрольную плиту	966 x 636 x 560	I
11	Прибор для контроля биения	940 x 347 x 448	I
12	Стол контролера	1200 x 600	I
13	Ванна парафинирования	-	I
14	Прибор для настройки инструмента к сверлильно-фрезерно-расточным станкам	740 x 440 x 1530	I
15	Верстак слесарный	1250 x 750 x 850	2
16	Прибор для настройки инструмента к токарным патронно-центровым станкам	875 x 975 x 870	I
17	Прибор для настройки инструмента к лабораторным полуавтоматам	875 x 975 x 870	I
18	Прибор для настройки инструмента к токарно-карусельным станкам	875 x 975 x 870	I
19	Прибор для настройки инструмента к токарно-револьверным станкам	875 x 975 x 870	I
20	Стол под прибор мод.2010	800 x 900	4
21	Приспособление для разборки оправок	500 x 400	I
22	Стеллаж для мелких приспособлений	2060 x 555 x 2650	2
23	Стол производственный	650 x 630 x 850	I
24	Приспособление для разборки оправок	700 x 500	I
25	Тележка с полками	800 x 630 x 900	5
26	Тележка со сменной оснасткой	948 x 630 x 1311	3

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Контроль качества изделий, изготавливаемых на участках механосборочного производства может быть осуществлен непосредственно на рабочем месте или в специальных контрольных пунктах (отделениях).

Контроль на рабочем месте может быть осуществлен прямо на технологическом оборудовании (внутренний) или около оборудования (внешний). В поточном (массовом) производстве, особенно на финишных операциях рекомендуется осуществлять активный контроль (в процессе формообразования). При этом продолжительность цикла обработки не увеличивается. В серийном производстве активный контроль применяется редко из-за сложности переналадки средств контроля при смене изготавливаемых изделий. Внутренний контроль в автоматизированном серийном производстве может осуществляться непосредственно на станке с помощью специальных датчиков касания (щупов). Контроль размеров на станке позволяет оперативнее реагировать на их изменение и уменьшает площадь участка, т.к. при этом отсутствуют контрольные пункты. Но при этом увеличивается доля вспомогательного времени в штучном.

Применение внешнего пассивного контроля, как правило, не сказывается на продолжительности производственного цикла.

Контроль качества изделий на контрольных пунктах или в отделениях производится в следующих случаях: когда необходимо применять разнообразные или крупногабаритные средства контроля; когда применение на рабочих местах требуемых средств контроля не обеспечивает необходимой точности измерений; когда проверяют большое количество однообразной продукции; когда проверяют продукцию после последней операции перед сдачей ее в другой цех или на склад.

В автоматизированном производстве автоматический контроль может осуществляться на контрольно-сортировочных автоматах (в массовом производстве) или контрольно-измерительных машинах (в серийном производстве).

В поточном производстве контрольные пункты целесообразно размещать в конце поточных линий, а в непоточном производстве — вдоль окон (для лучшего естественного освещения рабочих мест контролеров) по пути движения деталей в сборочный цех.

Необходимое число контрольных пунктов

$$S_k = \frac{t_k \cdot k_d \cdot K_1 \cdot K_2}{q \cdot F_3 \cdot 60} ; \quad (22)$$

где t_k — среднее время контроля одной детали-установки, мин;

k_d — число детали-установок, обрабатываемых на участке за месяц;

q — число детали-установок, через которое производится контроль (если контролируется каждая деталь, то $q = 1$);
 $K_1 \approx 1,15$ и $K_2 \approx 1,05$ — коэффициенты, учитывающие соответственно дополнительный контроль первой детали-установки, обработанной в начале смены и контроль детали-установок в связи с заменой инструментов;

F_3 — эффективный фонд рабочего времени в месяц, ч.

Площадь одного контрольного пункта должна быть не менее 6 м^2 .

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ РЕМОНТНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

6.1. Системы ремонтного обслуживания

Система ремонтного обслуживания механосборочного производства предусматривается для обеспечения работоспособности технологического и подъемно-транспортного оборудования и других технических средств производства. Для этой цели в состав цеха или нескольких цехов, расположенных в одном корпусе, создают ремонтную базу и отделение по ремонту оборудования и электронных систем.

Цеховая ремонтная база организуется для крупных цехов, при числе станков основного производства более 100-200. При меньшем числе станков в цехе, создается ремонтно-механический цех или ремонтные базы для групп цехов, расположенных в одном корпусе.

Цеховая ремонтная база служит для ухода и надзора за действующим оборудованием, планово-предупредительного ремонта технических средств, модернизации существующего и изготовления нестандартного оборудования.

Ремонтная база оснащается универсальными станками и вспомогательным оборудованием (наждаки, прессы, сварочное оборудование и др.).

Число основных станков базы:

$$Sp. \delta = (0,02 - 0,026) S, \quad (23)$$

где S — число станков основного производства.

Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем служит для периодического осмотра и ремонта электродвигателей, устройств электроавтоматики и электронных систем.

Варианты организации работ этого отделения такие же, как и цеховой ремонтной базы.

Порядок определения площадей системы ремонтного обслуживания приведен в табл.12.

6.2. Системы технического обслуживания

К системам технического обслуживания относятся отделения по приготовлению, раздаче и очистке смазочного-охлаждающей жидкости (СОЖ), системы электроснабжения, снабжения сжатым воздухом, системы сбора и удаления стружки.

При небольшом числе станков в цехе станки могут оснащаться индивидуальными циркуляционными установками, в состав которых входят: бак для СОЖ, устройство очистки СОЖ, насос и трубопроводы. Пополняют СОЖ из отделения для приготовления. СОЖ может подаваться из центральной установки и разборным краном, установленным на участках.

Более перспективным является централизованно-циркуляционный способ, когда СОЖ подается из станции для приготовления и регенерации СОЖ по трубопроводам к оборудованию и отводится в станцию для очистки. При этом улучшается обслуживание оборудования, сокращаются производственные площади. Места подвозки СОЖ указываются на планировке участка.

Для проектирования системы электроснабжения технолог на планировке участка указывает места подвода электроэнергии и составляет ведомость потребителей энергии. На основании этих данных определяется потребность участков в электроэнергии для работы оборудования и освещения.

Сжатый воздух используется для пневматических зажимных устройств, пневматических инструментов, окраски и т.п. Давление воздуха в сети составляет 0,3–0,6 МПа. Места подвозки воздуха указываются на планировке участка. К ней прилагается ведомость потребителей сжатого воздуха.

При выборе способа удаления и переработки стружки определяют ее количество как разность массы заготовок и деталей. Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка — не более 25–30 мм.

Решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от массы годового объема стружки, образованного на 1 м^2 цеха. Критерием оценки выбранного варианта являются минимальные приведенные затраты на годовой выпуск.

Рекомендуется при количестве стружки до 0,3 т в год, приходящейся на 1 м^2 площади цеха, собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом. В ЦПС для этой цели используют транспортные роботы. Этот же способ применяют, когда на участке обрабатывают заготовки из разнородных материалов.

При количестве стружки 0,3–0,65 т в год на 1 м^2 площади цеха предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемник. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки. Если на 1 м^2 площади цеха приходится 0,65–1,2 т стружки в год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха для погрузки в напольный транспорт и отправки в отдельные переработки.

Для крупных цехов при количестве стружки более 1,2 т в год на 1 м^2 площади цеха и при общем количестве более 5000 т в год экономически целесообразно создавать комплексно-автоматизированную систему линейных и магистральных конвейеров с выдачей стружки в отделение переработки.

Рекомендуется для уборки стружки использовать в зависимости от материала стружки следующие разновидности конвейеров.

Для стальной стружки рекомендуется использовать пластинчатые, винтовые, с бегущим магнитным полем линейные конвейеры шириной до 500 мм, а в качестве магистральных конвейеров — пластинчатые шириной 800 мм.

Для уборки чугуновой стружки рекомендуются скребковые линейные конвейеры шириной 160–500 мм и в качестве магистральных — ленточные и скребковые шириной 800 мм.

Для уборки стружки из цветных сплавов используются в качестве линейных лотковые с гидросмывом конвейеры, шириной до 500 мм, а в качестве магистральных – пластинчатые конвейеры шириной до 600 мм, линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600–700 мм, а магистральные – в проходных тоннелях глубиной до 3000 мм.

При размещении станков необходимо группировать линии по видам обрабатываемых материалов, располагая ленточные конвейеры с тыльной стороны линий. Желательно при этом, чтобы один конвейер обслуживал две технологические линии. Учитывая сложность транспортирования витой стружки, целесообразно приближать участки с оборудованием, на котором образуется витая стружка, к отделению переработки стружки.

Для повышения эффективности процесса брикетирования стружки ее подвергают обезжириванию и дроблению. При переработки стружки цветных металлов вводятся две дополнительные технологические операции: грохочение и магнитная сепарация.

При брикетировании стружка приобретает цилиндрическую форму диаметром 140–180 мм, высотой 40–100 мм и массой 5–8 кг.

Переработка с брикетированием в отделении цеха экономически целесообразна при интенсивности образования стальной стружки 2,7 т/ч, чугуновой – 1,5 т/ч и алюминиевой – 0,5 т/ч. Если интенсивность образования стружки в цехе меньше указанных значений, то создаст централизованное отделение по переработки стружки для нескольких цехов завода. Цеховые отделения сбора и переработки стружки размещают у наружной стены здания (см. рис. 21), вблизи от въезда из цеха, часть их размещают в подвальных помещениях с пандусами для въезда. Площадь отделения для сбора и переработки стружки составляет 3–4 % от производственной площади цеха.

Порядок определения площадей систем технического обслуживания приведен в табл. 13.

Таблица 13

Наименование системы (отделения)	Занимаемая площадь, м ²	Примечание
Цеховая ремонтная база	$F_{р.б} = (22-28)S_{р.б}$	$S_{р.б}$ – число станков ба
Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем	$(0,35-0,4)F_{р.б}$	
Система удаления и переработки стружки	$(0,25-1)S$	S – число обслуживаемых станков
Отделение по приготовлению СОЖ	40–120	При числе обслуживаемых станков 50–400 соответственно

7. КОМПОНОВКА МЕХАНОБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

7.1. Компонировочные решения цехов

Компновочные планы разрабатываются с целью:

- взаимной увязки включенных в состав цеха производственных подразделений (участков, отделений);
- анализа и выбора оптимальных направлений технологических потоков;
- выбора средств межучасткового и межоперационного транспортирования;
- анализа грузовых и людских потоков по цеху;
- определения наилучшего размещения вспомогательных и бытовых помещений.

Основным структурным элементом производственного здания является пролет – часть здания, ограниченная двумя смежными рядами колонн. Основные параметры цеха: ширина пролета L (рис. 15), шаг колонн t , длина пролета $L_{пр}$, число пролетов $n_{пр}$ и высота пролета H .

Шаг колонн и ширина пролета образуют сетку колонн $t \times L$. Параметры сетки колонн выбирают кратными 6 м: 6, 12, 18, 24, 30, 36. Для одноэтажных зданий наибольшее применение имеет сетка 12 x 24.

Для проектирования производственных зданий разработан типаж основных и дополнительных унифицированных типовых секций. Их размеры приведены в табл. 14.

Таблица 14

Категория секции	Размеры секции, м		Сетка колонн, м $t \times L$	Грузоподъемность мостового крана
	длина пролета	ширина здания		
Основная	72	72	12 x 18	5
	72	144	12 x 24	20;30
Дополнительная	72	48	12 x 24	20;30
	72	60	12 x 30	50

Из основных и дополнительных секций можно компоновать производственные здания разных размеров и форм. Дополнительные секции предназначаются для цехов с крупногабаритным оборудованием.

Ширину пролета выбирают такой, чтобы можно было рационально

разместить кратное число рядов оборудования (обычно от двух до четырех, в зависимости от габаритов станков и вариантов размещения).

Высота пролета H определяется, исходя из условий возможности транспортирования грузов мостовым краном. При использовании подъемной транспортной системы и пролетных кранов одновременно, высоту пролета определяют с учетом ярусности транспортной системы. Удорожание здания с мостовым краном быстро окупается при перепланировке участков. Планировочная гибкость особенно важна в условиях серийного производства.

Координатные оси здания на планировке наносят тонкими штрих-пунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают по левой стороне плана арабскими цифрами, по нижней стороне плана — прописными буквами русского алфавита, за исключением букв: Э, Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь в кружках диаметром 6–12 мм (рис. 15). Пропуски в цифровых и буквенных обозначениях (кроме указанных) не допускаются.

На компоновочном плане соответствующими условными обозначениями изображают:

- сетку колонн, основные стены, ворота;
- границы входящих в состав цеха участков, отделений и вспомогательных помещений;
- каналы и лужи сточкосборки;
- основные проезды и проходы;
- основные подъемно-транспортные устройства (краны мостовые, балочные и др. с указанием грузоподъемности и конвейеры с указанием подъемов и спусков их трасс);

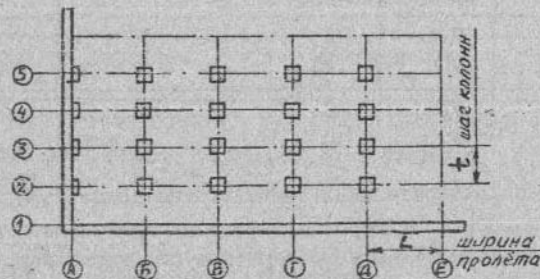


Рис. 15. Обозначение сетки колонн

схематичное размещение технологических линий или основных групп оборудования;

схему технологических потоков.

В цехе предусматривают магистральные и внутрицеховые проезды. Магистральные проезды вдоль противоположных наружных стен предназначены для осуществления межцеховых перевозок (транспортировка заготовок из заготовительных отделений и цехов и готовой продукции), при двустороннем движении принимаются шириной 6000 мм.

Внутрицеховые проезды между технологическими участками и соединяющие противоположные магистральные проезды предназначены для осуществления внутрицеховых перевозок (доставка на технологические участки приспособлений, технологической оснастки, частей станка при ремонте) малым транспортом и движения людских потоков, принимают шириной 3000 мм.

При разработке компоновочного плана многоэтажного здания, планы этажей допускается располагать на одном листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх так, чтобы совпадали координатные оси всех этажей.

Административно-технические службы и бытовые помещения цехов размещают в пристройках к зданию. Для них разработаны унифицированные секции с сеткой колонн 6 x 6 м. Ширина пристройки 12 м, длина секций пристройки 36, 48 и 60 м. Пристройки могут иметь высоту до четырех этажей, причем первый этаж может быть использован для размещения вспомогательных отделений. Как правило, пристройки располагаются с торца здания, а не вдоль крайнего пролета. Это обеспечивает возможность расширения цеха, не затемняет крайний пролет, а также определяется направлением людских потоков между пристройкой и участками цеха.

Площадь механосборочного цеха делится на производственную, вспомогательную и служебно-бытовую.

Производственная площадь — это площадь под производственным оборудованием, рабочими местами для выполнения слесарных сборочных и вспомогательных операций, рабочими местами мастеров и контролеров, транспортом, складами, проходами и проездами (кроме магистральных).

Вспомогательная площадь — это площадь под вспомогательными подразделениями (ремонтными, инструментальными службами, лабораториями, эмульсионным хозяйством и т.п.), а также площадь занимаемая магистральными проездами между участками.

Служебно-бытовые площади — это площади для помещений административно-технического персонала и общественных организаций, объектов общественного питания, медицинского обслуживания и т.п.

При предварительной проработке компоновочного плана цеха его общую площадь F_0 определяют по показателю удельной площади $F_{уд.о}$, приходящейся на один станок или одно рабочее место (при сборке):

$$F_0 = F_{уд.о} \cdot S, \quad (24)$$

где S — число станков или рабочих мест.

Величина удельной площади $F_{уд.о}$ зависит от габаритных размеров оборудования, типа производства, типа транспортных устройств. Рекомендуемые значения $F_{уд.о}$ приведены в табл. 15.

Таблица 15

Участки по изготовлению технологических групп деталей	Габаритные размеры (длина x ширина), мм	Удельная площадь, м ² , до
Базовые детали (станки, плиты, траверсы, поперечины и т.п.) Корпусные детали	8000 x 3000	200
	4000 x 2000	150
	3000 x 1500	100
	2000 x 1000	70
	1000 x 500	40
	700 x 500	30
Планки, рычаги, кронштейны, вилки и т.п. Крупные тела вращения (планшайбы, шкивы, колонны и т.п.)	Диаметр ср. 1000, длина ср. 3000	120
	Диаметр ср. 320, длина ср. 700	80
Тела вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т.п.)	Диаметр 200-320, длина до 700	45
	Диаметр до 200	35
Токарно-резольверные детали (Штифты, винты, кольца, шайбы и т.п.)	Диаметр до 65, длина до 100	25
	Диаметр до 25	20

Для автоматизированного и автоматического оборудования площадь, указанная в табл. 15, увеличивается в 1,5 - 2 раза.

Укрупненный расчет площади рабочего места для сборки изделий выполняют по формуле

$$F_{y.cb} = S_1 + S_2 + S_3, \quad (25)$$

где S_1 — площадь, занимаемая самим изделием с учетом проходов (0,5-0,75 м с каждой стороны);

S_2 — площадь рабочего места на одного сборщика (3-5 м²);

S_3 — дополнительная площадь, необходимая для окончательной отделки (пригонки) узлов и деталей во время монтажа и демонтажа; для изделий, у которых наибольшие габаритные размеры в вертикальной плоскости — $S_3 = (0,3-0,5)S$, а для изделий у которых габаритные размеры являются наибольшими в горизонтальной плоскости — $S_3 = (0,2-0,3)S$.

При автоматической сборке значение $F_{y.cb}$ увеличивают в 1,2-1,5 раза.

Величина удельной площади $F_{уд.о}$ ($F_{уд.cb}$) учитывает только производственную площадь. Ориентировочно площадь цеха с учетом вспомогательных отделений можно определить, увеличив значение удельной площади на 15-20 %.

Порядок разработки компоновочного плана цеха следующий:

1. Описывается поле размещения: сетка колонн, стены, контур границ цеха.
2. Определяется расположение общекорпусных и общецеховых магистральных проездов.
3. Размещают технологические участки.
4. Устанавливают схему людских потоков и схему грузопотоков.
5. Определяют положение внутрицеховых технологических и противопожарных проходов и проездов.

Размещение участков в цехе зависит от типа производства.

В ПОТОЧНОМ МАССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ минимум мощности грузопотоков обеспечивается, как правило, размещением участков по ходу технологического процесса изготовления изделий (рис. 16). Цеховой склад металла и заготовок располагают вместе или рядом с заготовительным отделением. Его располагают перед механическими участками — поперек пролетов или в отдельном поперечном пролете. Вдоль склада располагают проезд шириной не менее 4 м для удобства транспортирования материалов и заготовок. В конце станочных участков также может располагаться проезд шириной ≥ 4 м для транспортирования готовой продукции. Участки механической обработки располагаются в параллельных пролетах. Узловая сборка производится в конце линий механообработки. При конвейерной общей сборке участки механического производства размещают в соответствии с последовательностью установки сборочных единиц и деталей в изделия на главном конвейере. Общая сборка производится параллельно узловой.

Если число участков механообработки велико, то их можно расположить с обеих сторон общей сборки.

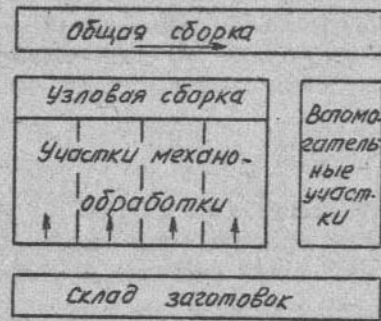


Рис.16. Схема расположения участков в поточном производстве

В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ общая сборка может располагаться как перпендикулярно участкам механообработки (аналогично расположению участков в массовом производстве), так и параллельно им (рис. 17). Последняя схема целесообразна при стационарной сборке. При этом для уменьшения мощности грузопотока рядом с участком общей сборки располагают участки обработки наиболее крупных базовых деталей и оснащают их мостовым краном.

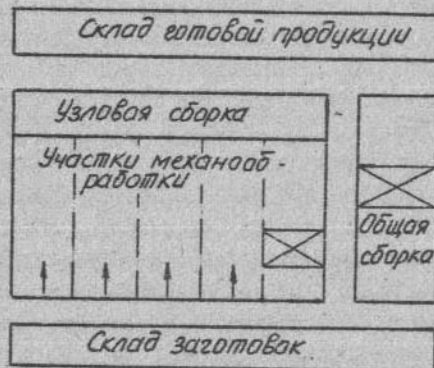


Рис.17. Схема расположения участков в серийном производстве

В ЕДИНИЧНОМ И МЕЛКОСЕРИЙНОМ производствах участки формируются по группам станков. Для обеспечения равных размеров участков, в одном участке могут устанавливаться разные виды оборудования (например, фрезерно-сверлильный, токарно-расточной участки). При этом оборудование также можно расположить по обобщенному техпроцессу цеха. Например, станки для обработки базовых поверхностей и черновой обработки предшествует станкам чистовой обработки, а те, в свою очередь, — станкам отделочной обработки.

При размещении участков в цехе необходимо учитывать следующие рекомендации.

Инструментальные раздаточные кладовые (ИРК) размещают рядом с участками цеха, где используется наибольшее количество инструмента. Критерием размещения служит грузопоток между ИРК и станками производственных участков, а также между ИРК и заточным отделением.

Недопустимо смежное расположение участков абразивной обработки и сборки.

Нецелесообразно располагать рядом участки изготовления деталей высокой и малой точности (из-за влияния на точность обработки вибраций и пыли).

Необходимо учитывать совместимость техпроцессов на смежных участках с точки зрения пожарной безопасности, концентрации вредных для человека аэрозолей и пыли, выделяемых при работе оборудования. Пожароопасные и вредные для здоровья участки изолируются стенами, перегородками и оборудуются системами очистки воздуха.

7.2. Состав и размещение обслуживающих помещений

К обслуживающим помещениям цехов относятся административно-конторские и бытовые помещения.

Административно-конторские помещения служат для размещения административно-управленческих служб цеха. Бытовые помещения цеха предназначаются для санитарно-гигиенического, медицинского, культурного обслуживания, для служб питания и других.

Административно-конторские и бытовые помещения цеха объединяются, как правило, в одном здании.

В состав административно-конторских входят помещения технологического, конструкторского, планово-диспетчерского и других бюро, цеховой лаборатории, бухгалтерии, помещение для сменных ин-

женеров, кабинетов начальника цеха и его заместителей, а также для других административно-технических служб цеха, согласно принятой структуре.

Площадь конторских помещений определяется из расчета не менее $3,25 \text{ м}^2$ на каждого работающего в наиболее многочисленной смене. Площадь для инженерно-технических работников должна составлять не менее чем 5 м^2 на работающего.

В цехе для инженерно-технических работников устраиваются возвышенные ограждаемые места, занимающие по возможности центральное положение относительно руководимого участка, линии или пролета цеха. Размеры этих мест принимаются равными 2×2 или $2,5 \times 2,5 \text{ м}$.

Состав и оборудование бытовых помещений, необходимых для обслуживания санитарно-гигиенических нужд рабочих, установлены санитарными нормами и зависят от характера производственных процессов на предприятии, режимов работы цехов и количества работающих в них.

В состав санитарно-гигиенических служб входят гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, специальные ванны, помещения для обезвреживания, сушки и обеспыливания одежды, личной гигиены женщин, прачечные, курительные и др.

Медицинская служба должна иметь помещения для медицинских пунктов, здравпунктов, поликлиники. Служба общественного питания должна иметь комнаты приема пищи, буфеты, столовые.

Для культурного обслуживания должны быть комнаты отдыха, библиотеки, комнаты психологической разгрузки и т.д.

Желательно административно-бытовые помещения располагать в одном специальном здании. Это здание пристраивают непосредственно к торцевой или продольной стороне здания цеха. При расположении такого здания отдельно его соединяют специальными теплыми переходами. Это отдельное здание следует располагать против цеха, по возможности посередине.

Здание административно-бытовых помещений может примыкать к торцу здания цеха или к его продольной стене. Первый вариант расположения более удобен, так как при этом движение людей не мешает технологическому потоку, кроме того, при таком расположении бытовых помещений цех не затемняется с боковой стороны и его можно расширить путем пристройки пролетов. При использовании железнодорожного транспорта, особенно при наличии сквозных железнодорожных путей здание бытовых помещений приходится располагать вдоль

продольной стены цеха. При расположении административно-бытовых помещений внутри производственных зданий их размещают на антресолях, в межколонном пространстве вдоль рядов колонн, в "мертвых" зонах мостовых кранов. Они могут располагаться на специальных опорах на высоте $2,5 \text{ м}$ и выше; под ними устраиваются проезды и проходы. Высота встроенных помещений должна быть не ниже $2,5 \text{ м}$ от пола до потолка и $2,2 \text{ м}$ от пола до низа выступающих элементов конструкций помещения.

При расположении цеха в многоэтажном здании административно-конторские и бытовые помещения размещаются в части здания, имеющей общую конструкцию со всем зданием, но отделенной от производственных помещений капитальной стеной.

Расположение здания административно-бытовых помещений цеха необходимо увязать с общим направлением людских потоков на заводской территории; вместе с тем оно должно обеспечивать кратчайший путь движения рабочих от проходной к рабочим местам в цехе. Людские потоки из бытовых помещений не должны стеснять движения грузовых технологических потоков. При проектировании бытовых помещений следует предусмотреть возможность расширения цеха при реконструкции.

Протяженность здания административно-бытовых помещений, располагаемого с торцевой стороны цеха, обычно принимает равной ширине цеха; однако с точки зрения архитектурного оформления желательно уменьшение длины здания бытовых помещений по отношению к ширине цеха. Ширина отдельно стоящих многоэтажных зданий административно-бытовых помещений принимается, как правило, равной 18 м . Ширину (глубину) пристроек для административно-бытовых помещений при одностороннем освещении следует принимать 12 м . Шаг колонн принимается от 6 и более метров. Высота этажей отдельно стоящих зданий и пристроек $3,3 \text{ м}$.

Такая ширина административно-бытового здания возможна потому, что освещение бытовых помещений допускается вторым светом при естественном или искусственном освещении. Не допускается освещение вторым светом помещений технологических бюро, контор, медицинских пунктов, пунктов питания, в которых должно быть непосредственное естественное освещение.

Для крупных цехов при большом количестве рабочих здание бытовых помещений устраивают в два, три или четыре этажа. В этом случае первый этаж занимается уборными, умывальными, душевыми,

гардеробными, медицинским пунктом. Второй и третий этажи используются также для подобных назначений, четвертый — преимущественно для различных производственных и конструкторских бюро и отделов.

При определении площади бытовых помещений учитываются условия труда и соответствующая номенклатура помещений. По санитарной характеристике для механических и сборочных цехов в гардеробной лучше использовать закрытый способ хранения всех видов одежды. При этом способе хранения требуется один закрытый двойной шкаф на одного работающего в цехе. Размеры такого шкафа можно принять следующими: глубина 500 мм, ширина 330 мм, высота 1,65 м. Ширина проходов между параллельно расположенными шкафами не менее 1 м. Шкафы размещаются в гардеробной двумя рядами, перпендикулярно продольной оси помещения и одновременно перпендикулярно стене с оконными проемами с тем, чтобы создать необходимую освещенность естественным светом.

Умывальные должны размещаться в отдельных помещениях, смежных с гардеробными, в которых устанавливаются индивидуальные или групповые умывальники с подводом холодной и горячей воды. На один кран должно приходиться не более 15 человек по наиболее многочисленной смене. Расстояние между кранами не менее 0,6 м, ширина прохода не менее 1,6 м.

Душевые располагают в изолированных помещениях, смежных с гардеробными. Число душевых сеток рассчитывается из нормы 7—15 человек на одну сетку по самой многочисленной смене. Кабины для душей устраиваются размером 0,9 x 0,9 м, ширина прохода между двумя рядами кабин не менее 1,5 м. При душевых кабинках должно быть предусмотрено помещение для переодевания. Количество мест для переодевания принимается из расчета 3 места на одну душевую сетку.

Душевое помещение должно иметь вытяжную и приточную вентиляцию. Расчетное время действия душевой после каждой смены принимается 45 мин.

Туалеты должны располагаться от наиболее удаленных рабочих мест на расстоянии, не превышающем 100 м. В многоэтажных зданиях туалеты должны устраиваться на каждом этаже.

Комнаты для курения устраиваются в том случае, когда курение в производственных помещениях не разрешается. Они размещаются смежно с туалетами. Расстояние от курительной до наиболее удален-

ного рабочего места не должно превышать 100 м. Площадь курительной комнаты устанавливается общим размером не менее 8 м².

В производственных помещениях должны быть устроены питьевые установки в виде фонтанчиков. Расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или установок раздачи газированной воды должно быть не более 75 м.

Примерная суммарная полезная площадь на I-го работающего, считая полное количество двух смен, составляет 3 и более м² для размещения бытовых и административных помещений.

7.3. Методика рациональной компоновки цеха

Пусть в автоматическом механосборочном цехе необходимо разместить участки цеха, площади которых приведены в табл. 16.

Таблица 16

Участки цеха	Площадь, м ²
1. Для обработки корпусных деталей	450
2. Для обработки валов	400
3. Для обработки зубчатых колес	360
4. Сборочный	400
5. Склад	80
6. Инструментальной подготовки	80
7. Ремонтный	80
8. Контрольный	30
9. Управляющий вычислительный комплекс (УВК)	40
10. Вход и выход на участок	

Производственные маршруты обрабатываемых изделий и их грузопотоки приведены в табл. 17.

Таблица 17

Группа изделий	Маршрут	Грузопоток, т/год
Корпусные детали	10-5-1-8-5-4-5-10	1500
Валы	10-5-2-5-4-5-10	1000
Зубчатые колеса	10-5-3-4-5-10	1000
Прочие изделия	10-5-4-5-10	500

При проектировании принимается стандартная длина пролета, состоящая из 4-х клеток, равная 48 м, и ширина цеха, состоящая из двух нормализованных пролетов по 24 м. Производственные подразделения рационально располагать с двух сторон вдоль пролетов. Ширина магистральных проездов в каждом пролете - 4 м (рис.18).

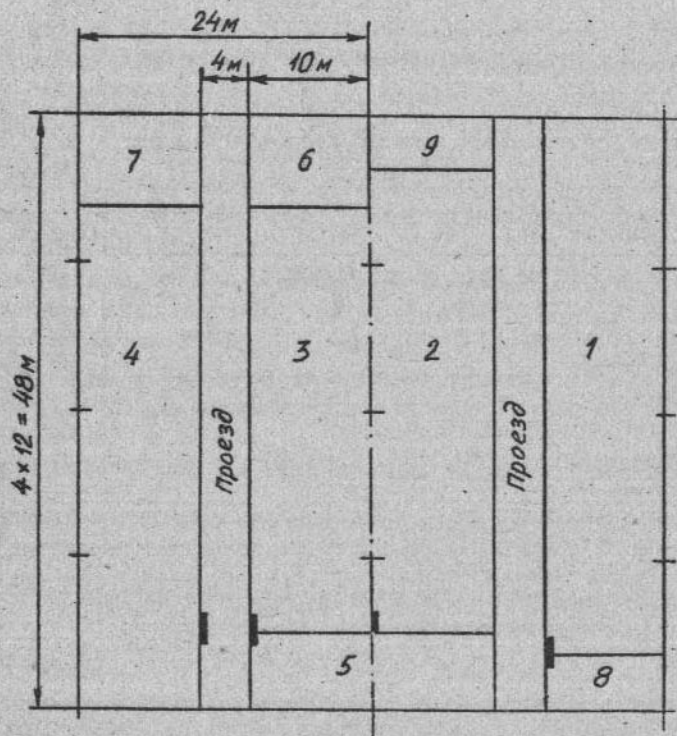


Рис.18. Компонировка цеха

На первом этапе компоновки строят граф материальных связей между подразделениями, в котором узлы - это подразделения, а ребра характеризуют направления грузопотоков и их величины (рис.19).

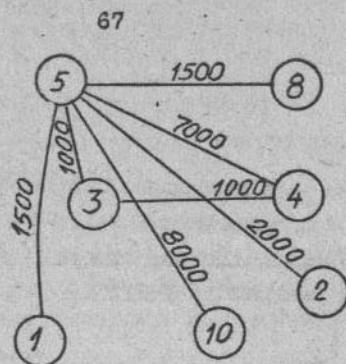


Рис.19. Граф материальных связей между подразделениями

Из анализа графа видно, что наибольшее значение материального потока с входом - выходом 10 у склада 5. Его и надо располагать у входа - выхода. Причем склад следует располагать между двумя пролетами, т.к. в этом случае склад будет размещен между наибольшим количеством производственных подразделений, что сократит длину грузопотока всего цеха. При этом длина склада вдоль пролета будет равна 4 м, а ширина - 20 м.

Далее преобразуем граф с учетом того, что склад уже размещен в цехе (рис.20).

Следующим по объему грузопотоков является ребро, соединяющее сборочный участок 4 с вершиной 10; 5. Этот участок располагаем слева от входа - выхода цеха (рис.20). Вновь преобразуем граф материальных связей с учетом размещенных на плане склада и сборочного участка.

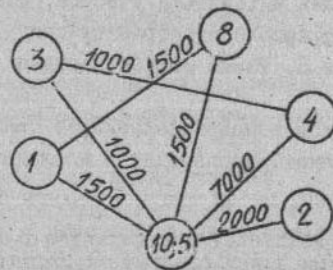


Рис.20. Уточнение положения подразделений

Из графа видно, что наибольшие материальные потоки связывают вершины 10; 5; 4 с двумя участками: валов 2 и зубчатых колес 3, т.к. он связан как со складом, так и со сборочным участком (рис.21), а затем располагаем участок 2.

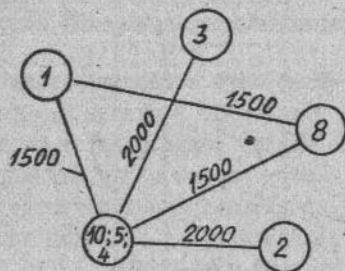


Рис.21. Вариант расположения производственных подразделений

Оставшийся участок I корпусных деталей и контрольное отделение 8 размещаем с учетом того, что, в первую очередь, с правой стороны от склада должен находиться участок, имеющий наименьшую площадь, что позволяет приблизить границу между подразделениями I и 8 к границе склада 5. Таким подразделением является контрольное отделение 8.

Размещение участков и подразделений, не связанных с основным материальным потоком, производят в последнюю очередь. Для минимизации транспортных путей входы - выходы подразделений необходимо располагать как можно ближе один к другому. Поэтому входы - выходы участков 3 и 5 следует совместить, а вход - выход участка 4 располагать напротив этих участков. Из тех же соображений определяем расположение входов - выходов на оставшихся производственных подразделениях.

8. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА (РАБОЧИХ МЕСТ)

8.1. Цель и содержание технологических планировок участков

Планировка рабочих мест разрабатывается с целью: размещения технологического и подъемно-транспортного оборудования в соответствии с технологическим процессом, нормами технологического проектирования и требованиями рациональной организации рабочих мест;

определения размеров требуемых площадей.

Планировку рабочих мест выполняют в соответствии с компоновочным планом. Координатные оси на плане расположения оборудования должны сохранять обозначения, принятые на компоновочном плане.

Планировка рабочих мест может быть разработана на все подразделения, размещенные на компоновочном плане или на определенные подразделения (участки).

На планировке рабочих мест соответствующими условными обозначениями должны быть показаны:

- колонны, стены, ворота, двери;
 - проезды и проходы;
 - границы участков, отделений;
 - технологическое оборудование (станки, установки ТВЧ, верстаки, моечные машины и др.);
 - верстаки, рабочие столы, места для хранения инструментов у станков;
 - пункты технического контроля;
 - места для складирования заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей;
 - подъемно-транспортное оборудование и устройства: краны, конвейеры, монорельсы, транспортные роботы, скаты, слайзы и др.;
 - схемы каналов удаления стружки, подвалы, шахты;
 - промышленные подводки энергоносителей, жидких (СОЖ), газобразных (сжатого воздуха) коммуникаций;
 - места размещения средств защиты работающих.
- На планировке рабочих мест указывают основные размеры (длина, ширина участка, ширина пролета, шаг колонн).
- Рекомендуются записи наименований участков, отделений, мест складирования, сбора отходов, на проездах и проходах.

Технологическое, подъемно-транспортное и другое применяемое оборудование, изображенное на планировке, должно быть пронумеровано и описано в спецификации. Рекомендуется сквозная порядковая нумерация слева направо и сверху вниз. Однотипное оборудование в пределах участка нумеруется одним порядковым номером.

Допускается модель и мощность станка обозначать внутри его изображения в плане.

Допускается спецификацию заменять на экспликацию, которая располагается на свободном поле планировки над основной надписью и содержит наименование, модель, мощность, грузоподъемность и др. на пронумерованное оборудование.

8.2. Расположение оборудования и рабочих мест на участках

Основными факторами, определяющим расположение оборудования на участках, являются: форма организации производства (поточная, непоточная); длина участков; число единиц оборудования и их размеры; вид межоперационного транспорта; способ удаления стружки; схема складской системы.

В ПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ последовательность размещения оборудования однозначно определяется последовательностью выполнения операций техпроцесса. Задача рационального размещения оборудования сводится к выбору варианта размещения станков относительно транспортного средства, определению числа рядов станков и общей конфигурации линии.

Относительно транспортного средства возможны следующие варианты размещения станков:

1. Продольное (рис.22). Такое размещение обеспечивает условия для автоматизации межоперационного транспортирования; удобный доступ к оборудованию; рациональное размещение оборудования с учетом прямоугольной сетки колонн.

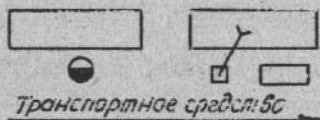


Рис.22. Продольный вариант размещения станков

2. Поперечное (рис.23). Подобное размещение оборудования удобно при многостаночном обслуживании, а также в тех случаях, когда при продольном расположении получаются слишком длинные линии.

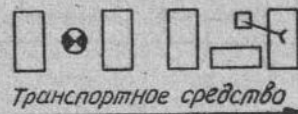


Рис.23. Поперечное размещение станков относительно транспортного устройства

3. Угловое (рис.24). Применяется в тех случаях, когда длина станков значительно превышает ширину (продольно-фрезерные станки, прутковые автоматы и т.п.). Такое расположение обеспечивает лучшее использование площади.



Рис.24. Угловое размещение станков

4. Кольцевое (рис.25). Применяется при обслуживании одним ПР трех-четырех станков. С точки зрения рационального использования площадей такое расположение оборудования менее предпочтительно.

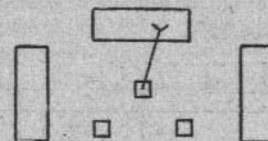


Рис.25. Кольцевое размещение станков

В зависимости от длины технологического участка расположение оборудования может быть однорядным (рис.26) или многорядным (рис.27). При этом для обеспечения прямооточности начало линии (вход), как правило, располагают со стороны одного поперечного проезда, а конец линии (выход) — со стороны другого, в направлении дальнейшего перемещения деталей на сборку. Однако в гибких автоматических линиях для сокращения холостых пробегов межоперационного транспорта вход и выход могут быть с одной стороны линии. Такие схемы используются при небольшом грузопотоке (≤ 3000 т/год).

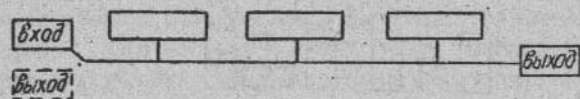


Рис.26. Однорядное расположение станков

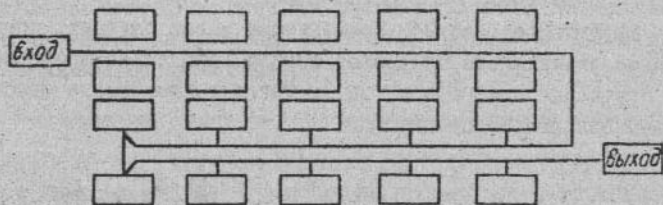


Рис.27. Многорядное расположение станков

Оптимальное значение мощности грузопотока достигается, как правило, при двустороннем (двухрядном) расположении оборудования вдоль транспортной трассы.

Если длина линий мала (короче длины участка), то линии могут располагаться последовательно одна за другой.

Если на разных линиях используется одинаковое оборудование, то линии могут размещаться параллельно с использованием общего для линий оборудования (рис.28).

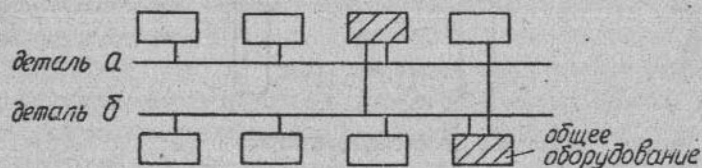


Рис.28. Расположение общего оборудования в линии

В НЕПОТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ значительно сложнее выбрать вариант рационального размещения оборудования, поскольку для разных наименований деталей может быть различный маршрут обработки. Но и в этом случае необходимо придерживаться принципа минимизации мощности грузопотоков. При этом возможны следующие варианты расположения оборудования.

1. Точечный. При этом межоперационные связи отсутствуют, т.е. деталь полностью обрабатывается на одном рабочем месте и станки располагаются в произвольной последовательности. Этот

вариант применяется в тяжелом машиностроении при обработке крупногабаритных деталей, при обработке деталей на обрабатывающих центрах или при изготовлении несложных деталей на автоматных участках, станках с ЧПУ, в гибких модулях.

2. Линейный (рядный). Оборудование размещается в один или несколько рядов по ходу техпроцесса группы деталей, имеющих наибольший грузопоток.

3. Гнездовой. В этом случае оборудование размещается группами в зависимости от межоперационных связей между ними. При этом оборудование может быть сгруппировано по предметному (по детальному) либо по технологическому принципам. Первый случай более предпочтителен, при этом в гнездо собирают оборудование для обработки определенного типа деталей (рис.29).

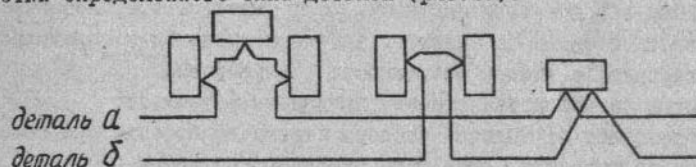


Рис.29. Гнездовое расположение станков

При размещении оборудования гнездами по технологическому принципу создаются группы однотипных станков и располагают их по ходу техпроцесса деталей, имеющих наибольший грузопоток. При этом могут возникать сложные возвратные перемещения деталей, что ухудшает экономические показатели участка. Подобный вариант может быть использован при создании небольших участков мелкосерийного и единичного производств.

В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ при поточной сборке рабочие места располагают вдоль сборочного конвейера с одной или двух сторон. Комплектующие детали располагаются в контейнерах, а крупные детали (узлы) доставляются, как правило, подвесными конвейерами, которые могут служить в качестве накопителей.

Сборочные конвейеры могут быть прямолинейными и замкнутыми.

Для сборки изделий небольших габаритных размеров целесообразно использовать автоматические или автоматизированные линии.

При непоточной сборке используют точечный или гнездовой способы размещения рабочих мест с учетом критерия минимизации грузопотока.

В зоне сборочных стендов и столов располагают станки, необходимые для пригоночных работ, нагревательные устройства, прес-

си и другое оборудование.

При сборке тяжелых изделий на рабочих местах устанавливают подъемно-транспортные устройства.

8.3. Нормы расстояний от станков до проездов, стен и колонн здания, относительно друг друга

Схемы расположения станков приведены на рис.30.

Расстояния указаны от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок.

Габаритный чертеж станка включает выносное оборудование (электрошкафы, пульты управления и т.д.), расположение которого определено заводом-изготовителем. Если выносное оборудование не имеет жесткой связи со станком, то его расположение определяется планировкой с учетом возможности обслуживания.

Нормы расположения станков приведены в табл.18.

Расстояние от тыльной стороны станка до проезда при соответствующем обосновании может быть увеличено с учетом обслуживания установки и съема деталей и приспособлений.

Нормы расстояний между станками и разными габаритными размерами выбираются по большему из этих станков. В случае обслуживания станков подвесными и мостовыми кранами расстояния от стен и колонн до станков принимаются с учетом возможности обслуживания кранами.

При расположении канала для транспортирования стружки между тыльными сторонами двух рядов станков, расстояние между фундаментами станков должно быть не менее 1000 мм.

При установке станков рядом с площадкой для складирования деталей, заготовок и т.п. расстояние от площадок следует принимать в зависимости от положения станка равным соответственно Л, М или Н (см. рис.30, табл. 18, 19).

Условные обозначения, применяемые в планировках, приведены в табл. 20, 21.

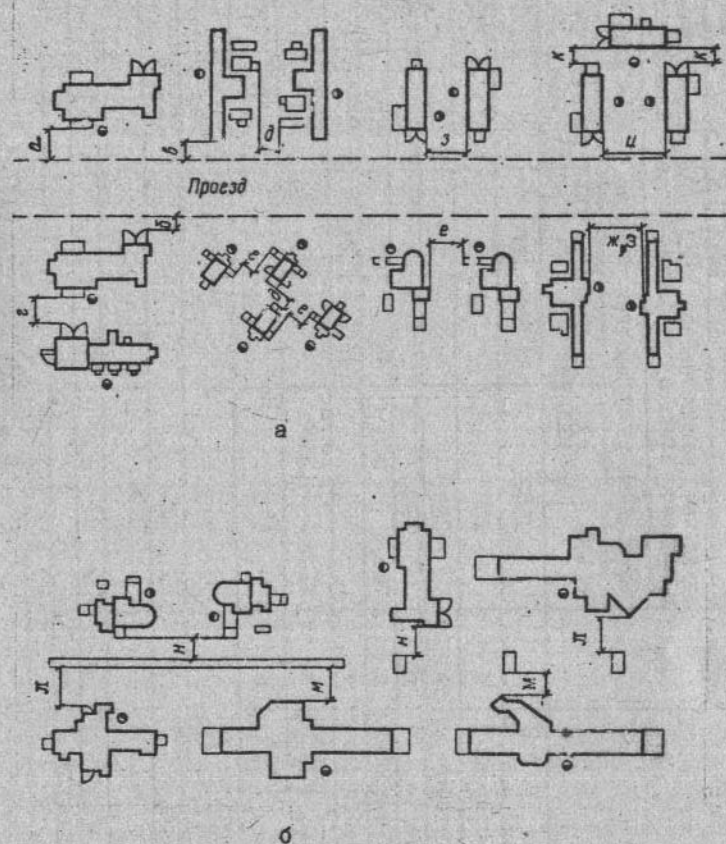


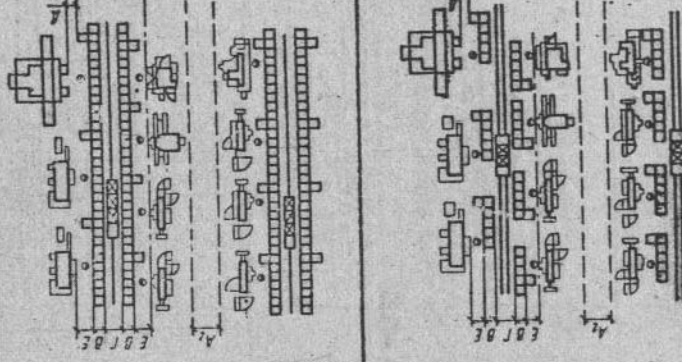
Рис.30. Схемы расположения станков:
а - от проезда и относительно друг друга;
б - от стен и колонн

Таблица 18

Расположение станков	Обозначение	Расстояние, мм							
		Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство			Крупносерийное и массовое производство				
		Наибольший из габаритных размеров станка в плане, мм							
От проезда до	а	До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Ср. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Ср. 4000	
		1600						1000-4200	
Относительно друг друга	фронта	500						500	
	тыльной стороны	500						500	
	боковых сторон	700						1000	
	в "затылке"	1700						2600	
	тыльными сторонами	700	800	1000	1300	1400	1600	1800	
	боковыми сторонами	900	1300	1300	1800	700	800	1000	
	фронтom и тыльной стороны	2100	2500	2600	2600	1900	2300	2600	
	при обслуживании одного станка	1700						1400	
	при обслуживании двух станков	2500						1400	
	при обслуживании трех станков, обслуживаемых одним рабочим	700						700	
От стен и колонн до	а	1600						1300	
	б	700						1600	
	в	800						1600	
	г	900						1500	
От проезда до	а	До 1800	От 1800 до 4000	От 4000 до 8000	Ср. 8000	До 1800	От 1800 до 4000	Ср. 4000	
		2000-2400						1000-4200	
От проезда до	б	500						500	
		700						1000	
От проезда до	в	1700						2600	
		900						1300	
От проезда до	г	2100						2500	
		1700						1400	
От проезда до	д	2500						1400	
		700						700	
От проезда до	е	1600						1600-2000	
		700						1300	
От проезда до	ж	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	з	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	и	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	к	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	л	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	м	700						700	
		1600						1500	
От проезда до	н	700						700	
		1600						1500	

Таблица 19

Вид транспорта	Расстояние, мм						Сниз
	а	б	в	г	д	е	
Автоперевозчик	400	670	1070	900	900	900	—
Автоматизированная напольная транспортно-складская система	400	670	1070	900	900	900	—



Вид транспорта	Расстояние, мм				Эскизы
	Д	В	Е	Г	
Стационарный конвейер (роликовый, пластинчатый, ленточный, склизы, сматы и др.)	-	-	900	- не менее 100	
Стационарный конвейер (роликовый, пластинчатый, ленточный, склизы, сматы и др.)	-	-	900	- не менее 100	

Вид транспорта	Расстояние, мм				Эскизы
	Д	В	Е	Г	
Подвесной конвейер или тали на моно-рельсе	-	-	900	- не менее 300	
Подвесной конвейер с применением манипуляторов	-	-	1200	- не менее 300	
Автоматизированный конвейер	-	-	-	-	

- Д - расстояние между станками и передвижной консольной секцией прямо-передаточного стола.
- В - ширина прямо-передаточных столов стеллажного оборудования.
- Е - расстояние от станка до оргнастки или транспортной установки.
- Г - расстояние между прямо-передаточными столами.
- Ж - расстояние между транспортными установками.
2. Ширина механизированного транспорта К принимается в соответствии с габаритами обрабатываемых деталей.
3. Ширина пелеходного прохода A_2 между тыльными сторонами станков, встроенных в поточные линии с механизированным межоперационным транспортом, принимается 1400 мм.
4. Расстояние между станками в поточных линиях с механизированным межоперационным транспортом следует принимать по табл. I7 для крупносерийного и массового производства.
5. Размер L определяется конструкцией оборудования.

8.4. Методы выполнения планировок

Традиционным методом выполнения планировок является натурное моделирование. Это двух- (реже трех-) мерное представление объектов в определенном масштабе.

При двухмерном натурном моделировании на изображенном в масштабе поле размещения (площадь участка) проектировщик составляет контурные модели оборудования, рабочих мест и т.п., так называемые темплеты. Преимущество метода - простота планировки, наглядность, обеспечение достаточной во многих случаях степени качества принимаемых решений. При этом технолог руководствуется набором правил размещения, накопленных при выполнении аналогичных проектов.

Развитием контурного моделирования является проектирование планировки с помощью интерактивных (диалоговых) графических систем. Темплатами здесь служат графические образцы станков, хранящиеся в базе данных. При этом можно использовать математические модели для определения оптимального варианта размещения оборудования по различным критериям качества. В интерактивном режиме можно в заданном поле размещения "сдвигать" оборудование с его оптимального положения в связи с различными ограничениями (колонны, транспортная система и т.п.). В процессе планировки можно оперативно определять такие параметры размещения, как площадь, занимаемая оборудованием, длину транспортных путей, расстояния между объектами, освещенность и другие показатели.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПЛАНИРОВКАХ

Таблица 20

Наименование строительных элементов	Обозначение
Стена существующая	
Проем в существующем элементе, подлежащий закладке, в виде окошка или сверху и в сечении	
Перегородка	
Легкие перегородки всех видов в компоновочных планировках	
Колонна с фундаментом	
К о л о н н а	
Колонна здания в компоновочных планировках	
Ворота, проем, дверь в компоновочных планировках	
Дверь (ворота) в проеме створная однопольная	
Дверь (ворота) в проеме створная двухпольная	
Дверь (ворота) раздвижная (откатная) однопольная	
Дверь (ворота) раздвижная (откатная) двухпольная	

Продолжение табл. 20

Наименование строительных элементов	Обозначение
Канал подземный	
Каналы и тоннели подземные в компоновочных планировках	
Колодец (лж), закрытый решеткой	
Площадки, антресоли с отметкой высоты расположения	
Подвальные помещения с отметкой уровня пола	
Барьер	
Наименование точек промышленных подтопок	Обозначение
Шинопровод, закрытый на стойках	
Шинопровод, закрытый на подвесках	
Шинопровод закрытый, прокладываемый под полом	
Эмульсия	
Содовый раствор	
Сжатый воздух	

Таблица 21

Оборудование и места рабочих	Обозначение
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
Кран мостовой однобалочный; кран-балка на планах зданий	
Кран мостовой однобалочный; кран-балка с пневматическим подъемником	
Кран мостовой на планах зданий	
Кран подвесной однобалочный; кран-балка подвесная на планах зданий	
Кран консольный на планах зданий	
Кран поворотный на планах зданий	
Кран башенный на планах зданий	
Кран козловый на планах зданий	
Кран штабелер, на планах зданий	
Тельфер электрический	
Тельфер пневматический	
Подъемник, ограждение стенами или перегородками в плане	

Продолжение табл. 2I

Оборудование и места рабочих	Обозначение
Конвейер подвесной с указанием его длины и отметки от уровня пола в метрах	50 x 3
Участок подъема подвесного конвейера в плане с отметкой высоты	
Участок спуска подвесного конвейера в плане с отметкой высоты	
Транспортер ленточный	
Транспортер галстичатый	
Рольганг однорядный	
Рольганг двухрядный	
Скат, склиз, желоб однорядный	
Скат, склиз, желоб двухрядный	
Таль ручная на монорельсе	
Инструмент электрический, подвесной на монорельсе	
Инструмент пневматический, подвесной на монорельсе	

Продолжение табл. 2I

Оборудование и места рабочих	Обозначение
МЕСТА РАБОЧИХ	
Место рабочего	
Место рабочего у станка	
Место рабочего при двустороннем обслуживании	
Место рабочего при многостаночном обслуживании	
ПЛОЩАДИ	
Место хранения, складирования деталей, заготовок	
Проезды, проходы	
Границы участков	

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мельников Г.И., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов.-М.: Машиностроение, 1990.- 352 с.
2. Андерс А.А. и др. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности.-М.: Машиностроение, 1982.- 271 с.
3. Дашенко А.И., Белоусов А.П. Проектирование автоматических линий.-М.: Высш. шк., 1983.- 328 с.
4. Проектирование автоматических участков и цехов. В.П. Вороненко, В.А. Егоров и др.: Под ред. Б.М. Соломенцева. - М.: Машиностроение, 1993.- 272 с.
5. Транспортно-накопительные системы для ПИС /В.А. Егоров, В.Д. Лузанов, С.М. Щербаков. - М.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989.- 293 с.
6. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В 6 т, Т.3. /Б.И. Айзенберг, М.Е. Зельдис, И.Л. Казановский и др.-М.: Машиностроение, 1974.- 372 с.
7. Проектирование механосборочных цехов. /Под ред. А.М.Дальского.- М.: Машиностроение, 1990.- 352 с.
8. Чарнко Д.В., Хабаров Н.Н. Основы проектирования механосборочных цехов. - М.: Машиностроение, 1972.- 348 с.
9. Аэбель В.О., Егоров В.А., Звоницкий Ю.А. и др. Гибкое автоматическое производство.-Л.: Машиностроение, 1983.- 376 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение.....	3
I. Общие вопросы проектирования механосборочных цехов и участков.....	4
I.1. Основные определения и исходные данные для технологических планировок.....	4
I.2. Основные задачи, решаемые при разработке технологических планировок.....	6
I.3. Определение принципа размещения оборудования проектируемого объекта.....	7
2. Проектирование транспортной системы.....	12
2.1. Рекомендации по выбору состава транспортных устройств.....	12
2.2. Подвижная тара, скаты, склизы.....	16
2.3. Конвейеры.....	16
2.4. Монорельсовый транспорт.....	24
2.5. Транспортные роботы.....	25
2.6. Краны.....	28
2.7. Расчет количества транспортных устройств.....	30
3. Проектирование складской системы.....	32
3.1. Классификация и структура складских систем.....	32
3.2. Расчет параметров складской системы.....	41
4. Проектирование системы инструментального обеспечения.....	44
Проектирование системы контроля качества изготавливаемых изделий.....	50
6. Проектирование систем ремонтного и технического обслуживания.....	51
6.1. Системы ремонтного обслуживания.....	51
6.2. Системы технического обслуживания.....	52
7. Компоненты механосборочных цехов.....	55
7.1. Компонентные решения цехов.....	55
7.2. Состав и размещение обслуживающих помещений.....	61
7.3. Методика рациональной компоновки цеха.....	65
8. Планировка участка (рабочих мест).....	69
8.1. Цель и содержание технологических планировок участка.....	69
8.2. Расположение оборудования и рабочих мест на участках.....	70
8.3. Нормы расстояний от станков до проездов, стен и колонн здания, относительно друг друга.....	74
8.4. Методы выполнения планировок.....	80
Приложение.....	81
Литература.....	86