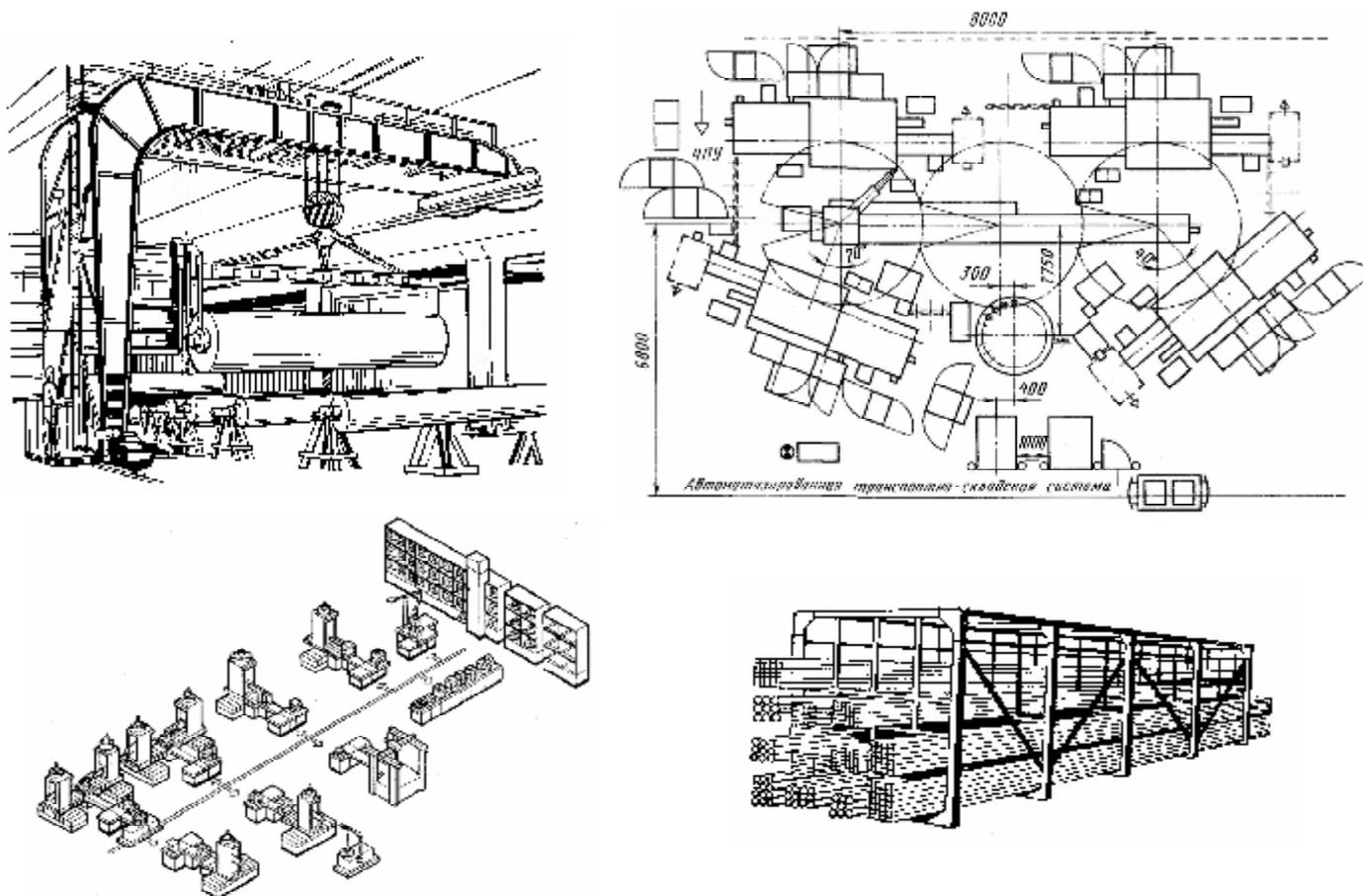


ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практических, лабораторных работ и дипломного проектирования
студентов специальности 1- 36 01 01 «Технология машиностроения»



Витебск
2008

УДК 621(075.8)

Проектирование механосборочных участков и цехов : методические указания для практических, лабораторных работ и дипломного проектирования студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»
Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2008 год

Составители: *к.т.н., проф. Махаринский Е.И., ст. преп. Беляков Н.В.*

Приведена схема исходных данных для выполнения практических и лабораторных работ по курсу, а также последовательность проектных работ.

Описаны общие положения методики решения задач: определения принципа формирования участков, формы организации работы и способа расположения оборудования, необходимого количества оборудования механического цеха для выполнения годовой программы, состава и площадей вспомогательных отделений цеха; расчета количества грузоподъемного и транспортного оборудования; проектирования строительной подосновы производственного здания; определения количества потребной рабочей силы для выполнения годовой программы, состава и площадей административно-конторских и бытовых помещений, потребности в электроэнергии, сжатом воздухе, воде, паре. Приводится методика компоновки отделений в одном здании, а также планировки участков и рабочих мест станочников механосборочных участков и цехов.

Указания предназначены для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»

18 марта 2008 г. Протокол № 11

Рецензент *к.т.н., доц. Угольников А.А.*

Редактор *к.т.н., доц. Ольшанский А.И.*

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ»

10 апреля 2008 г. Протокол № 2

Ответственный за выпуск *Жук Н.В.*

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.-изд. лист _____
Печать ризографическая Тираж _____ экз. Заказ № _____ Цена _____ руб.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Лицензия №02330/0133005 от 1 апреля 2004г.

210035 Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Определение принципа формирования производственных подразделений	6
1.1. Общие положения по формированию участков.....	6
1.2. Алгоритм определения принципа формирования производственных подразделений.....	10
2. Расчет потребного количества оборудования	13
2.1. Расчет количества станков и коэффициентов загрузки в непоточном производстве.....	14
2.2. Расчет количества станков для поточного производства.....	17
3. Проектирование вспомогательных подразделений цеха	19
3.1. Площади цехов.....	19
3.2. Классификация вспомогательных подразделений.....	20
3.3. Проектирование заготовительного отделения.....	20
3.4. Проектирование инструментальной службы цеха.....	21
3.4.1. Проектирование заточного отделения.....	21
3.4.2. Проектирование отделения ремонта инструмента и оснастки.....	24
3.4.3. Проектирование инструментально-раздаточной кладовой, кладовых приспособлений и абразивов.....	25
3.5. Проектирование контрольных отделений.....	26
3.6. Проектирование ремонтных баз производственных цехов.....	27
3.7. Проектирование участков для приготовления и раздачи СОЖ, хранения масел и других целей.....	28
3.8. Проектирование отделения и устройств для сбора и переработки стружки.....	30
3.9. Проектирование цеховых складов.....	35
3.9.1. Проектирование цехового склада материалов и заготовок.....	35
3.9.2. Проектирование склада готовых деталей и узлов (промежуточного) и межоперационного склада деталей. Накопительные системы.....	42
4. Выбор видов цехового транспорта и грузоподъемных устройств, расчет их численности	46
5. Проектирование строительной подосновы	51
5.1. Одноэтажные здания.....	51
5.1.1. Определение габаритной схемы.....	51
5.1.2. Определение основных конструктивных элементов зданий.....	59
5.1.3. Обоснование расположения колонн и стен. Оформление деформационных швов.....	70
5.2. Многоэтажные здания.....	71
5.3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Освещение	73
6. Определение рабочего состава цеха и расчет его численности	75
7. Проектирование обслуживающих помещений цехов	81

7.1. Определение состава обслуживающих помещений.....	81
7.2. Обоснование размещения обслуживающих помещений.....	81
7.3. Расчет площади обслуживающих помещений.....	84
8. Разработка компоновки.....	90
9. Планировка участков и рабочих мест.....	96
9.1. Планировка участков.....	96
9.2. Организация и планировка рабочих мест.....	109
9.3. Примеры планировок.....	111
10. Расчет данных для проектирования энергетической части.....	115
Контрольные вопросы.....	122
Список использованных источников.....	124
Приложение 1. Схематические планы УТС.....	125
Приложение 2. Определение состава работающих цеха.....	126
Приложение 3. Условные обозначения на компоновках и планировках.....	134
Приложение 4. Габаритные планы некоторых станков.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Цель работ – приобретение навыков проектирования механосборочных участков и цехов.

Исходными данными является точная производственная программа участка. Исходные данные выдаются преподавателем в следующем виде.

Опр	Деталь А (5000) 20	Деталь Б (15000) 30	Деталь В (4500) 26	Деталь Г (4800) 34	Деталь Д (15000) 50
005	3 (1..)	3 (...)	2 (3..)	3 (1..)	2 (1..)
010	7 (6..)	5 (...)	1 (23)	5 (1..)	6 (6..)
015	6 (3..)	2 (...)	6 (5..)	1 (32)	4 (1..)
020	4 (2..)	3 (...)	7 (4..)	7 (4..)	2 (п..)
025	1 (20)	4 (...)	8 (8..)	6 (9..)	
030		8 (...)		4 (1..)	

Количество деталей в год указано в первой строке в скобках, ниже – масса детали в кг. В строках указаны виды станков на операциях (в скобках) и штучное время операции (мин). Модели станков выбрать самостоятельно, однако не должно быть более двух одинаковых моделей. Детали – средних габаритных размеров. Число станков механического цеха в 6 раз больше, чем на участке. Номенклатура – та же. Количество станков заготовительного отделения – 5. Число смен – 3.

Цель достигается в ходе **последовательного решения следующих задач:**

- 1) определить принцип формирования участка, форму организации работы и способ расположения оборудования;
- 2) определить необходимое количество оборудования механического цеха для выполнения годовой программы;
- 3) определить состав и площади вспомогательных отделений цеха, а также ориентировочно определить производственную площадь;
- 4) выбрать типы и определить потребное количество цеховых транспортных средств и грузоподъемных устройств;
- 5) выбрать тип производственного здания, обосновать его высоту и спроектировать строительную подоснову производства;
- 6) определить необходимый рабочий состав цеха, его численность и сформировать ведомость работающих;
- 7) определить состав и площади служебных помещений, разработать их планировку;
- 8) разработать компоновку цехов в здании;
- 9) разработать планировку расположения оборудования на участке, уточнить производственную площадь, а также разработать подробную планировку рабочего места станочника;
- 10) разработать задание на проектирование энергетической части проекта.

Строительная подоснова, компоновка и планировки разрабатываются на лабораторных работах с использованием САПР компоновок и планировок LCAD (приложения под AutoCad НПП «Интермех»).

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

1.1. Общие положения по формированию участков

В зависимости от размера производственной программы, характера продукции, а также технических и экономических условий осуществления производственного процесса все разнообразные производства условно делятся на три основных вида: единичное (индивидуальное), серийное и массовое.

Для определения типа производства обычно пользуются коэффициентом закрепления операций. Тип производства, с технологической точки зрения, характеризуется *средним числом операций, выполняемых на одном рабочем месте*, а это, в свою очередь, определяет степень специализации и особенности используемого оборудования.

В пределах одного цеха на разных участках могут быть *различные типы производства*. Это во многом зависит от продолжительности операций технологического процесса деталей или изделий, изготавливаемых на участке. Так, например, изготовление базовых деталей станка может быть организовано по принципу крупносерийного или массового производства, в то время как на участках для изготовления изделий типа тел вращения (валов, зубчатых колес и др.) может быть среднесерийное или даже мелкосерийное производство. Это связано с тем, что трудоемкость обработки базовых деталей в десятки раз выше трудоемкости изготовления деталей типа тел вращения.

Поэтому тип производства цеха или завода в целом устанавливают в зависимости от типа производства, характерного для наибольшего числа рабочих мест.

Таблица 1.1.

Ориентировочные данные для предварительного определения типа производства

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год		
	тяжелых (массой более 100 кг)	средних (массой более 10 до 100 кг)	легких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5–100	10–200	100–500
Среднесерийное	100–300	200–500	500–5 000
Крупносерийное	300–1000	500–5000	5000–50 000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50 000

На начальных этапах проектирования тип производства можно ориентировочно определить в зависимости от программы выпуска и массы изготавливаемых деталей по данным, приведенным в табл. 1.1. Далее по мере выполнения технологических разработок данные о типе производства уточняют.

У каждого из типов производства производственный и технологический процессы имеют свои характерные особенности, и каждому из них свойственны определенные *принципы формирования производства*.

Существуют три *принципа формирования производственных участков и цехов, определяющих форму организации производства: линейный, предмет-*

ный и технологический.

При значительной номенклатуре изготавливаемых изделий эффективен **технологический принцип** формирования производственных подразделений, характеризующийся выполнением однотипных операций технологического процесса и использованием однотипного технологического оборудования.

Применительно к созданию цехов этот принцип реализуется путем формирования специально механических и сборочных цехов, а участки создают в зависимости от вида выполняемой операции (например, участок токарный, фрезерный и т. п.).

Форма организации работы «по видам оборудования» свойственна, главным образом, единичному и мелкосерийному производству; для отдельных деталей применяется в серийном производстве.

Последовательность расположения подобных участков однородных станков на площади цеха определяется последовательностью обработки большинства типовых деталей.

Так, по ходу технологического процесса деталей, имеющих форму тел вращения (шкивы-муфты, фланцы, диски, зубчатые колеса, втулки, валики, поршни и т. п.), в начале участка (пролета) размещают токарные станки. Затем надо расположить участок фрезерных станков, в пределах которого можно обособленно разместить универсально-фрезерные, горизонтально-фрезерные и вертикально-фрезерные, а также зуборезные станки. Рядом с фрезерными станками располагают поперечно-строгальные, потом радиально- и вертикально-сверлильные станки. Участок шлифовальных станков, предназначенных для отделочных операций, обычно находится в конечной части цеха.

Для крупных валов и других больших деталей, требующих токарной обработки, выделяется группа крупных токарных станков. Здесь же могут быть размещены лобовые и карусельные станки для обточки деталей больших диаметров, как, например, маховых колес, шкивов и т. д. Смежно можно расположить долбежные станки для изготовления в деталях шпоночных канавок.

При обработке плоскостных деталей (плит, рам, станин и т. д.) в начале участка (пролета) по ходу технологического процесса могут быть установлены разметочные плиты, затем продольно-строгальные и продольно-фрезерные, далее – расточные, сверлильные (преимущественно радиальные) и в конце – плоскошлифовальные станки.

При размещении станков необходимо стремиться не только к достижению прямоточности производства, но также и к наилучшему использованию подкрановых площадей. Для этого все станки целесообразно распределять на несколько групп в зависимости от веса подлежащих обработке деталей и размещать эти группы станков под мостовыми кранами соответствующей грузоподъемности. Станки для обработки небольших и легких деталей располагают на площадях, не обслуживаемых кранами. 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 (напри-

мер, 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 участок корпусных деталей, участок валов, и характеризуется использованием разнотипного основного оборудования. Основным преимуществом данного принципа является повышенная ответственность за выпуск качественной продукции, короткие материальные потоки, упрощается структура управления производством.

Обработка деталей на станках при этой форме организации работы производится партиями; при этом время выполнения операции на отдельных станках может быть не согласовано со временем операции на других станках. Изготовленные детали во время работы хранятся у станков и затем транспортируются целой партией. Детали, ожидающие поступления на следующий станок для выполнения очередной операции, хранятся или у станков, или на специальных площадках между станками, где производится контроль деталей.

Принцип свойственен, главным образом, серийному производству, для отдельных деталей применяется в массовом производстве.

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.

Существует три формы организации работы по этому принципу.

1. *Поточно-серийная*, или *переменно-поточная*, свойственная серийному производству (крупносерийному); станки, также как при предметном принципе, располагаются в последовательности технологических операций, установленной для деталей, обрабатываемых на данной станочной линии. Производство идет партиями, причем детали каждой партии могут несколько отличаться одна от другой размерами или конструкцией, допускающими, однако, обработку их на одном и том же оборудовании. Производственный процесс ведется таким образом, что время выполнения операции на одном станке согласовано с временем работы на следующем станке; детали данной партии перемещаются со станка на станок в последовательности технологических операций, создавая непрерывность движения деталей по станкам. Переналадка станков, приспособлений и инструментов, а также перестройка производственного процесса при переходе на обработку сходных деталей других партий обеспечиваются предварительной технической подготовкой и расчетом нормы времени по каждой операции, которая должна быть примерно одинаковая ко всем станкам.

2. *Прямоточная*, свойственная массовому (и в некоторой мере крупносерийному) производству; станки располагаются в последовательности технологических операций, закрепленных за определенными станками; детали со станка на станок передаются поштучно, но синхронизация времени операций выдерживается не на всех участках линии, т. е. время выполнения отдельных операций не всегда равно (или кратно) такту; вследствие этого около станков, у которых время выполнения операции больше такта, создаются заделы необработанных деталей. Такая форма работы называется иногда *пульсирующим пото-*

КОМ.

Транспортирование деталей от одного рабочего места к другому осуществляется рольгангами, наклонными желобами и другими немеханизированными транспортными устройствами; иногда применяются и конвейеры, служащие здесь только в качестве транспортеров.

3. *Непрерывным потоком*, свойственная только массовому производству. При этой форме организации работы станки располагаются в последовательности операций технологического процесса, закрепленных за определенными станками, время выполнения отдельных операций на всех рабочих местах примерно одинаково или кратно такту, благодаря чему достигается синхронизация операций и создается определенный такт работы для всех рабочих мест поточной линии.

Различают несколько разновидностей работы непрерывным потоком:

а) работа непрерывным потоком с передачей деталей (изделий) простыми транспортными устройствами – без тягового элемента (рольганги, склизы, скакты, наклонные желоба и т. п.);

б) работа непрерывным потоком с периодической подачей деталей (изделий) транспортными устройствами с тяговым элементом. Передвижение деталей от одного рабочего места к другому производится при помощи механических транспортирующих устройств – конвейеров, которые двигаются периодически, толчками. Конвейер перемещает деталь через промежуток времени, соответствующий величине такта работы, в течение которого конвейер стоит и выполняется рабочая операция; продолжительность выполнения операции примерно равна величине такта работы, который поддерживается конвейером механически;

в) работа непрерывным потоком с непрерывной подачей деталей (изделий) также механическими транспортными устройствами с тяговым элементом; в этом случае механический конвейер движется непрерывно, перемещая расположенные на нем детали от одного рабочего места к другому. Операция выполняется во время движения конвейера; при этом деталь или снимается с конвейера для выполнения операции (обработка на станках), или остается на конвейере, и в этом случае операция выполняется во время движения детали вместе с конвейером (сборка изделия). Скорость движения конвейера должна соответствовать времени, необходимому на выполнение операции. Как и в предыдущем случае, такт работы механически поддерживается конвейером.

Современные тенденции в машиностроении, характеризующиеся увеличением удельного веса многономенклатурного серийного производства и сокращением продолжительности выпуска изделий в условиях массового производства, а также развитие автоматизации производства обусловили создание и широкое внедрение *гибких производственных систем* (ГПС).

ГПС – это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного промежутка времени, обладающая свойством автоматической переналадки

при производстве изделий различной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

По организационным признакам выделяют следующие ГПС: гибкая автоматизированная линия (ГАЛ); гибкий автоматизированный участок (ГАУ); гибкий автоматизированный цех, гибкий автоматизированный завод.

ГПМ состоит из единицы технологического оборудования и оснащен автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса (устройствами загрузки, выгрузки). Он может автономно функционировать, а также может быть встроен в систему более высокого ранга.

ГАЛ и ГАУ состоят из нескольких ГПМ, объединенных автоматизированной системой управления. В ГАЛ оборудование расположено в последовательности выполнения технологических операций, а в ГАУ предусмотрена возможность изменения последовательности используемого оборудования.

1.2. Алгоритм определения принципа формирования производственных подразделений

Для выбора принципа формирования производственных подразделений нужно использовать такой показатель, как степень кооперации, которую определяют исходя из среднего числа материальных связей между основным оборудованием:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^N k_i}{N},$$

где k_i — число материальных связей, которыми i -е оборудование связано с остальным оборудованием; N — количество основного оборудования в структурном подразделении.

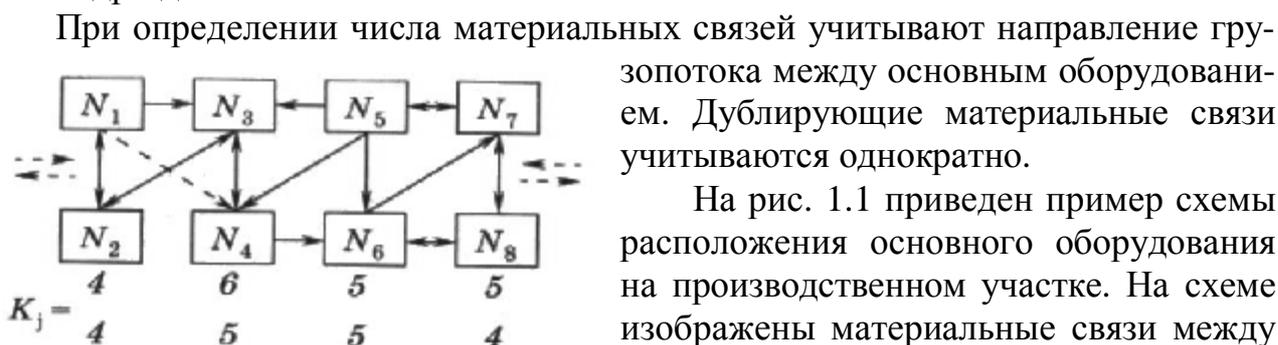


Рис. 1.1. Схема расположения основного оборудования на производственном участке

На рис. 1.1 приведен пример схемы расположения основного оборудования на производственном участке. На схеме изображены материальные связи между оборудованием согласно технологическим маршрутам изготовления изделий. В этом случае $\sum k_i = 4 * 3 + 5 * 4 + 6 * 1 = 38$; $x = 38/8 \sim 4,7$.

На начальном этапе проектирования число однотипных станков N можно укрупненно рассчитать по формуле

$$C = \frac{T_{\Sigma k}}{60F_{д}m} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l t_{umij} D_i}{60Fmk}, \quad (1.1)$$

где t_{um} – штучное время для обработки на j -ю операцию i -ой детали, мин; D_i – количество i -х деталей, обрабатываемых в год на станке; F – номинальный годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч (принять 2070); m – число смен; k – коэффициент использования номинального фонда времени, учитывающий время пребывания станка в ремонте (для металлорежущих станков при работе в одну смену принимают 0,98, при работе в две смены – 0,97, при работе в три смены – 0,96; для металлорежущих уникальных станков весом более 100 т. в две смены принимают 0,94% и при работе в три смены – 0,9, для автоматических линий при работе в две смены $k=0,9$, при работе три смены $k=0,88$).

Так, *например*, для станка 1 (см. табл. из введения, детали А, В, Г при трехсменном режиме работы производственной программе 5000, 4500, 4800 деталей в год соответственно, штучное время обработки на станке 1 составляет 20, 23, 32 мин. соответственно) потребное количество станков составит

$$C = \frac{20 \cdot 5000 + 23 \cdot 4500 + 32 \cdot 4800}{60 \cdot 2070 \cdot 3 \cdot 0,97} = 0,988 \approx 1.$$

Для рассмотренных выше трех принципов формирования структурных подразделений производственной системы возможны четыре границы: нижняя граница линейного принципа; граница между линейным и предметно-однонаправленным принципом; граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципом; верхняя граница технологического принципа.

Указанные границы устанавливают исходя из принципиальных схем формирования производственных подразделений (рис. 1.2), по которым определяют число материальных связей и степень кооперации. Область использования рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы показана на рис. 1.3. Линии, ограничивающие каждую область, построены на основании зависимостей, приведенных на рис. 1.2.

Пользуясь графиками, приведенными на рис. 1.3, можно выбрать принцип формирования производственных подразделений, если известно следующее: количество оборудования каждого типа и общее число единиц оборудования в структурном производственном подразделении, производственные маршруты изготовления изделий, на основании которых определяются число материальных связей и степень кооперации.

Рассмотрим выбор принципа формирования производственного участка из введения (см. таблица 1.2). Результаты расчетов сводятся в таблицу 1.3.

Технологические маршруты изготовления изделий А, Б, В, Г, Д рассматривают последовательно, чтобы установить материальные связи с каждым станком. Например, при рассмотрении указанных маршрутов можно установить, что станок № 1 имеет следующие связи: в технологическом маршруте изготовления детали А со станком № 4; в технологическом маршруте изготовления детали В со станками № 2 и 6; в технологическом маршруте изготовления детали Г со стан-

ками № 5 и 7. Определенные таким образом связи заносят в таблицу 1.2, указывая их направление стрелкой. Дублирующие связи, например 3–5 в технологических маршрутах деталей Б и Г, учитывают однократно. После расчета числа связей для каждого станка и суммирования их для всех единиц оборудования определяют степень кооперации $x = 34/13 = 2,62$.

В соответствии с рисунком 1.3 определяют принцип формирования производственного участка (в рассматриваемом случае линейный).

После определения принципа формирования производственного участка проводится анализ конструктивно-технологической общности деталей. Задача этого анализа состоит в том, чтобы все многообразие изготавливаемых деталей разделить на группы по конструктивным и технологическим признакам.

С этой целью любую деталь из всей номенклатуры описывают набором признаков, по которым классифицируют детали множества. Этими признаками для описания конструктивных и технологических факторов являются:

1) вид заготовки, определяющий характер оборудования и частично технологический процесс;

2) габаритные размеры деталей, характеризующие возможную габаритную группу и мощность оборудования;

3) общность (похожесть) технологических маршрутов, задаваемых преобладающими видами только токарной обработки (Т), токарной и фрезерной (Т-Ф), токарно-фрезерно-сверлильной (Т-Ф-С), сверлильно-фрезерно-расточной (С-Ф-Р) и т.д. Маршрут определяет комплект необходимого оборудования для основной

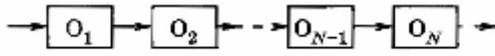
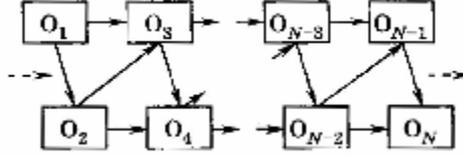
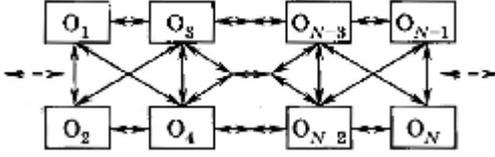
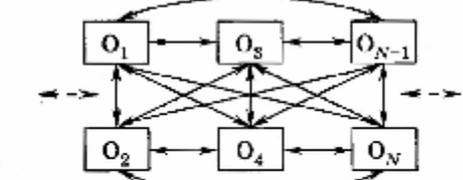
<p>Нижняя граница линейного принципа</p>	 $\Sigma k_j = (N - 2)2 + 2 \cdot 1 = 2N - 2$ $x = \frac{2N - 2}{N} = 2 - \frac{2}{N}$
<p>Граница между линейным и предметно-однаправленным принципом</p>	 $\Sigma k_j = (N - 4)4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 = 4N - 6$ $x = \frac{4N - 6}{N} = 4 - \frac{6}{N}$
<p>Граница между предметно-разнонаправленным и технологическим принципом</p>	 $\Sigma k_j = (N - 4)10 + 4 \cdot 6 = 10N - 16$ $x = \frac{10N - 16}{N} = 10 - \frac{16}{N}$
<p>Верхняя граница технологического принципа</p>	 $\Sigma k_j = 2N(N - 1)$ $x = \frac{2N(N - 1)}{N} = 2N - 2$

Рис. 1.2. Принципиальные схемы формирования производственных подразделений

обработки деталей группы.

Таблица 1.2.

Исходные данные примера алгоритма формирования производственного участка

Изделие	Технологические маршруты
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

Таблица 1.3

Результаты расчетов по выбору принципа формирования производственных участков

№ станка	Материальная связь с другими станками	$\sum k_i$	N
1	4, 2, 6, 5, 7	5	1
2	5, 3, 1, 6, 4	5	3
3	7, 5, 2, 4	4	2
4	6, 1, 3, 8, 2	5	1
5	3, 2, 1	3	1
6	7, 4, 1, 7, 2	5	2
7	3, 6, 6, 8, 1	5	2
8	4, 7	2	1
		34	13



Рис. 1.3. Области использования различных принципов формирования производственных подразделений.

Так, например, у деталей А и Г имеется общность маршрутов, т.к. идентичны станки 3, 7, 6, 4. Поэтому можно сформировать комплексный маршрут для этих деталей и организовать поточно-серийную линию;

4. конструктивный тип деталей (корпусные детали, рычаги, валы и т. д.), устанавливающий профиль поддетальной специализации участка.

В результате классификации делается окончательный вывод об организации производственного процесса и далее окончательно определяется необходимое количество оборудования.

2 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Определение количества станков механического цеха, необходимого для обработки деталей по заданной программе, производится двумя методами: 1) по данным технологического процесса и 2) по технико-экономическим показателям.

Применение того или иного метода подсчета зависит от ряда условий: характера производства, наличия материалов по объектам производства (чертежей, номенклатуры и ее разнообразия, характеристики изделий и т. д.) и требуемой точности подсчета, а также от того, какое назначение имеет подсчет — для предварительных соображений и приближенных подсчетов или для окончательных решений.

Метод по данным технологического процесса применяется при детальном

проектировании на основании точно установленной номенклатуры подлежащих изготовлению изделий, данных технологического процесса и норм времени, разработанных на каждую деталь. Этот метод, как правило, применяется при проектировании механических цехов серийного и массового производства.

Метод по технико-экономическим показателям применяется при укрупненном проектировании, когда номенклатура изделий точно не установлена, при разработке проектных заданий цехов единичного, серийного и массового производства, при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства с обширной и разнообразной номенклатурой выпускаемых изделий, при разработке проектов инструментальных и ремонтно-механических цехов.

Для выполнения практических и лабораторных работ заданием предусмотрена **точная программа** выпуска деталей, в которой указаны технологические процессы механической обработки деталей с операциями, временем на операцию, годовой программой выпуска конкретной детали, ее габаритами и массой.

2.1. Расчет количества станков и коэффициентов загрузки в непоточном производстве

Метод определения потребного количества станков для серийного производства, описанный ниже, применим и для единичного производства, если имеются данные о времени обработки деталей, закрепленных за каждым типом станков.

Для расчета количества станков, необходимых для обработки деталей по заданной производственной программе, на основе разработанного технологического процесса и рассчитанной нормы времени на выполнение каждой операции по всем деталям следует подсчитать время, затрачиваемое на обработку всего годового количества деталей каждого наименования на каждом станке.

Потребное количество станков данного типа C получается путем деления суммарного нормировочного времени, необходимого для обработки годового количества деталей, на действительное годовое число часов работы одного станка при соответствующем числе рабочих смен:

$$C = \frac{T_{\Sigma k}}{60F_{\text{д}}m} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l t_{kij} D_i}{60Fmk}, \quad (2.1)$$

где $T_{\Sigma k}$ – суммарное нормировочное время, необходимое для обработки на станках данного типа годового количества деталей, мин; $F_{\text{д}}$ – действительное (расчетное) годовое число часов работы одного станка при работе в одну смену; t_{kij} – штучно-калькуляционное время на j -ю операцию i -ой детали, мин.; D_i – количество i -х деталей, обрабатываемых в год на станке; t – число разных деталей, обрабатываемых на станках данного типоразмера; l – число операций обработки i -ой детали на станках данного типоразмера; m – число смен работы станка в сутки; k – коэффициент, учитывающий время простоя станков из-за ремонта (см. формулу 1.1).

В основу расчета потребного количества станков для серийного, а также единичного производства принимается штучно-калькуляционное время, так как

подготовка и наладка станка, инструмента и приспособления и другие действия, время на выполнение которых входит в состав подготовительно-заключительного времени, производятся в рабочее время. Таким образом, станок в эти периоды занят, хотя непосредственной работы по снятию стружки и не происходит. Для учебных расчетов допускается принимать штучно-калькуляционное время равным на 20% больше, чем штучное время.

Действительное (расчетное) годовое количество часов работы одного станка, называемое *действительным годовым фондом времени станка*, есть то время, в течение которого станок должен быть занят работой. Оно равно номинальному годовому количеству часов (номинальному фонду времени станка), уменьшенному на время пребывания станка в ремонте, которое учитывается соответствующим коэффициентом: $F_{д} = Fk$.

При проектировании реконструкции заводов, когда предполагается использование старого оборудования, время на ремонт принимается большим.

Номинальный годовой фонд времени станков при 41-часовой рабочей неделе определяется исходя из календарного годового количества дней (365 дней) за вычетом праздничных дней (8 дней в году) и двух дней отдыха в неделю, причем общее количество дней отдыха в году в зависимости от продолжительности рабочего дня может быть разное. В предпраздничные дни рабочий день сокращается на 1 ч.; сокращенных рабочих дней в году 6. При двухсменной работе и продолжительности рабочего дня первой и второй смен по 8 часов количество дней отдыха в году 97, а рабочих дней – 260; номинальный годовой фонд времени оборудования при работе в одну смену – 2070 ч. Независимо от графика работы общее годовое количество часов работы оборудования остается одинаковым.

Расчетное количество станков по приведенным выше формулам может получиться дробным; в этом случае его округляют до ближайшего большего целого числа, которое называется принятым (фактическим) количеством станков $S_{пр}$.

Если при подсчитанном числе станков дробь получается небольшой (менее 0,5), а следующий по размерам станок такого же типа загружен недостаточно, то следует эту дробь, выражающую долю станка, прибавить к подсчитанному количеству станков следующего большего размера. Такая догрузка называется «кооперированием» станков.

Если же расчетное количество станков получается с малой дробью, а следующего по размерам станка такого же типа не имеется, то необходимо изыскать возможности уплотнения загрузки станка путем уменьшения норм времени (за счет повышения режимов резания и сокращения вспомогательного времени) либо перенести обработку некоторых деталей на недостаточно загруженные станки другого типа, например со строгального на фрезерный или наоборот. Особенно необходимо добиваться уплотнения загрузки крупных и дорогостоящих станков с целью наиболее полного их использования.

Все производимые действия должны быть описаны в отчете с пояснением.

Загруженность станков по времени и их использование непосредственно для машинной работы определяются двумя коэффициентами: *коэффициентом*

загрузки станков (по времени) и коэффициентом использования станков по основному (технологическому) времени.

Коэффициентом загрузки станка (по времени) η_z называется относительная величина, определяющая, насколько данный станок (или группа станков) занят при выполнении определенной работы. Он равен отношению суммарного нормировочного времени к действительному фонду времени принятого количества станков при соответствующем числе смен или отношению расчетного количества к принятому количеству станков:

$$h_z = \frac{T_{\Sigma k}}{F_{Д} m S_{пр}} = \frac{C}{S_{пр}}. \quad (2.2)$$

Эта величина меньше единицы; она тем ближе к единице, чем больше расчетное количество станков C приближается к принятому количеству $S_{пр}$. Коэффициент загрузки равен единице (или 100%), если расчетное количество станков равно принятому, т. е. $C = S_{пр}$.

Необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки была возможно ближе к единице. Для серийного производства величина его в среднем по цеху должна быть не менее 0,85.

Коэффициент использования станка по основному времени η_o равняется отношению основного времени к штучно-калькуляционному (для серийного и единичного производства). В рамках практических и лабораторных работ не подсчитывается.

Подсчитанные величины коэффициентов загрузки изображаются в виде графиков, которые строятся по коэффициентам, подсчитанным для каждого

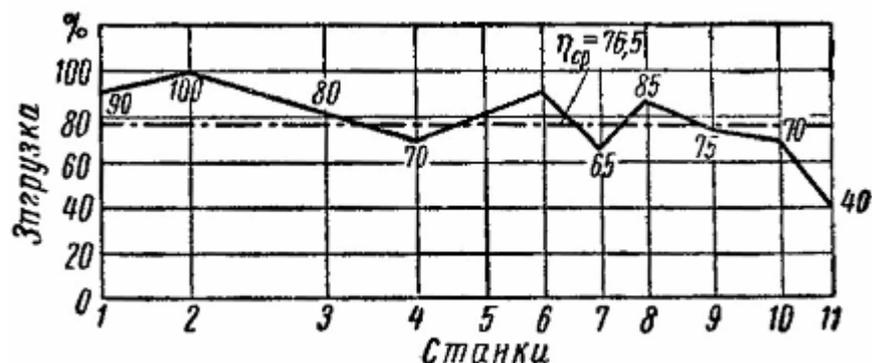


Рис. 1.4. График загрузки (по времени)

станка отдельно или для группы станков одного размера. На оси абсцисс указываются наименования или номера станков, на оси ординат – коэффициенты загрузки в процентах. График получается в виде ломаной линии. Можно также изобразить график в

виде столбиков. В последнем случае для каждого станка вычерчивается отдельный столбик, полная высота которого в принятом масштабе выражает 100%. На этом столбике откладывается число процентов, выражающее коэффициент загрузки. На графиках загрузки, кроме коэффициентов для отдельных станков и групп станков, изображается общий средний коэффициент загрузки для всего станочного парка участка (цеха) в виде прямой линии, проходящей через ломаную линию (или через все столбики) на высоте, соответствующей величине коэффициента. Пример графика коэффициента загрузки приведен на рис. 1.4. Данные по расчету количества станков сводятся в таблицу 2.1

Данные по расчету количества станков

Оборудование				Деталь– операция– трудоем- кость (мин)	Рассчи- танное кол-во / принятое	Кoeffи- циент загрузки
Номер, наимено- вание	Модель	Габариты мм	Мощность эл. двигате- лей, кВт			
Группа станков № ... для ...					35	0,8
28 Вертикаль- но-фрезерный	6P28	1200x700x 1300	3,5	№1-010-... №5-030-...	4,8/5	0,96
...

2.2. Расчет количества станков для поточного производства

Количество станков для поточного производства – поточно-массового и поточно-серийного (переменно-поточного) – определяется исходя из времени, необходимого для выполнения отдельных операций, и такта выпуска с линии готовых деталей. При этих видах производства необходимо достичь синхронизации операций в соответствии с принятым тактом для создания непрерывного потока. Таким образом, чтобы определить количество станков для выполнения одной операции j в поточной линии c_j , надо штучное время на ее выполнение разделить на величину такта выпуска, т. е.

$$c_j = \frac{t_{um}}{t_B}, \quad (2.3)$$

где t_{um} – штучное время, мин; t_B – такт выпуска деталей с поточной линии, мин.

Величина такта выпуска при поточно-массовом производстве

$$t_B = \frac{60F_D m}{D},$$

Подставив величину такта выпуска в формулу (2.3), получим количество станков для выполнения одной операции в поточной линии:

$$c_j = \frac{t_{um} D}{60F_D m} = \frac{t_{um} D}{60Fmk}. \quad (2.4)$$

Если количество станков для данной операции получится дробным (или целым числом с дробью), оно округляется в сторону увеличения до ближайшего целого числа, называемого принятым числом станков s_0 .

При *поточно-серийном (поточно-переменном)* производстве величина такта выпуска (если обработка деталей разных наименований производится с одним тактом) равна

$$t_B = \frac{60Fmk}{\sum_{i=1}^n D_i} k_n, \quad (2.5)$$

где $\sum_{i=1}^n D_i$ – количество деталей n наименований, обрабатываемых в год в дан-

ной линии; k_n – коэффициент, учитывающий затрату времени на переналадку линии с одного наименования деталей на другое ($k_n \sim 0,95$).

Если на переменного-поточной линии обработка деталей разных наименований будет производиться с *различным тактом*, то рассчитывать такт работы надо отдельно для каждого наименования детали.

Количество станков для выполнения операции j в поточно-переменной линии определяется по формуле

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^n t_{umij} D_i}{60 F m k k_n}. \quad (2.6)$$

Общее количество станков в поточной линии S_n обработки данной детали (или группы деталей при переменного-поточном производстве) определяется как сумма принятых для отдельных операций количеств станков c_j , т. е.

$$S_n = \sum_{j=1}^l c_j,$$

где l – количество операций.

Коэффициент загрузки станков при поточно-массовом и поточно-серийном производстве определяется отдельно для каждого станка (по выполняемой им операции) и как средняя величина для станков всей поточной линии данной детали. Далее строится график загрузки (см. раздел 2.1).

В поточно-массовом производстве средний коэффициент загрузки станков может быть ниже, чем при обычном серийном производстве. Это объясняется тем, что в поточно-массовом производстве при работе непрерывным потоком недостаточно загруженные станки не представляется возможным догрузить другими деталями, так как каждый станок налажен на выполнение определенной операции. Однако, несмотря на это, общий выпуск продукции, приходящийся на один станок в поточно-массовом производстве, как и в поточно-серийном, выше, чем в обычном серийном производстве. Необходимо, чтобы величина среднего коэффициента загрузки равнялась не менее 0,75.

Данные по расчету количества станков сводятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Данные по расчету количества станков

Такт (мин)				Трудоемкость (мин)/ рассчитанное кол-во/ принятое кол-во			Итого стан- ков Коэф загр.
				Деталь 1	Деталь 2	...	
Оборудование				Станков в линии 45 Коэффициент загрузки 0,7			
Номер, наимено- вание	Мо- дель	Габариты мм	Мощность эл. двигате- лей, кВт	...	...	...
28 Вертикально - фрезерный	6P28	1200x70x x1300	3,5	100000 4,8 5	150000 5,7 6	...	12 0,8
...	

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЦЕХА

3.1. Площади цехов

Площадь цеха по своему назначению подразделяется на производственную, вспомогательную и служебно-бытовую. К *производственной площади* относится территория цеха, занятая: производственным оборудованием; рабочими местами для выполнения слесарных и сборочных операций, оборудованных верстаками, специальными стендами и др.; транспортным оборудованием — конвейерами, рольгангами, транспортерами, склизями и др.; заготовками, деталями и узлами (заделом) у рабочих мест и у оборудования; рабочими местами мастеров, контролеров, браковщиков и др.; испытательными стендами, испытательными и окрасочными участками; участками консервации и упаковки деталей; проходами и проездами между рядами оборудования за исключением магистральных транспортных проездов.

К *вспомогательной площади* относится территория цеха, занятая *вспомогательными службами*, а также магистральными и пожарными проездами, обслуживающими несколько цехов или участков, расположенных в одном корпусе.

При технологических расчетах, выполняемых в процессе проектирования цеха, учитывается только производственная и вспомогательная площадь. Сумма производственной и вспомогательной площади называется *общей «технологической» площадью* цеха. Площадь служебно-бытовых помещений учитывается в строительной части проекта.

В зависимости от разрабатываемой стадии проекта площадь цеха определяется укрупненно и точно. В качестве укрупненных показателей используются показатели удельной площади, приходящейся на единицу оборудования, на одно рабочее место или на одного рабочего в наибольшую смену. Эти показатели принимаются по данным ранее выполненных проектов для аналогичных производств. Точный расчет площади производится при разработке конкретных планировок проектируемого цеха.

При разработке технического проекта показатели удельных площадей используются для предварительной компоновки всех отделений и участков, а также цехов, располагаемых в одном корпусе. Окончательный размер площади определяется путем размещения всего оборудования, рабочих мест и других устройств на плане цеха или корпуса с учетом установленных нормами технологического проектирования разрывов между оборудованием и ширины проходов и проездов.

Общая удельная площадь на один станок представляет собой частное от деления всей площади цеха (т.е. суммы производственной и вспомогательной площади) на число станков, расположенных на производственной площади. Удельная производственная площадь обычно составляет: для малых станков 10–12 м²; средних 15–25 м²; крупных 25–70 м², особо крупных 70–200 м² на один станок.

3.2. Классификация вспомогательных подразделений

В состав механического цеха входят вспомогательные отделения и складские помещения, к числу которых можно отнести:

- 1) заготовительное отделение;
- 2) инструментальную службу цеха (заточное отделение, мастерская для ремонта приспособлений и инструмента, инструментально-раздаточная кладовая, кладовые приспособлений и абразивов);
- 3) контрольное отделение;
- 4) ремонтное отделение (ремонтная база механика цеха);
- 5) отделение для приготовления и раздачи охлаждающих жидкостей;
- 6) отделение для переработки стружки;
- 7) цеховой склад материалов и заготовок;
- 8) промежуточный склад деталей;
- 9) межоперационный склад;
- 10) склад масел;
- 11) склад вспомогательных материалов.

В зависимости от масштаба производства и размера цеха *состав отделений может быть различным* – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов. Так, например, для небольших или средних цехов объединяются мастерская механика и энергетика цеха, промежуточный и межоперационные склады, инструментально-раздаточный склад и склад приспособлений, склад абразивов и склад вспомогательных материалов.

При проектировании цехов некоторые из указанных отделений и складов разрабатываются подробно на основании расчетов, некоторые (а иногда и все) принимаются по аналогии с существующими на действующих предприятиях.

3.3. Проектирование заготовительного отделения

Заготовительное отделение служит для резки, отрезки, центровки, правки и обдирки прутковых материалов (круглых, квадратных, шестигранных и т.д.).

Заготовительное отделение может быть расположено или *совместно с цеховым складом материалов и заготовок и являться частью его хозяйства, или же быть самостоятельным*. Заготовительное отделение для средних и малых механических цехов обычно находится в помещении самого склада. На крупном предприятии это отдельный цех, в котором выполняются предварительные операции для дальнейшей обработки в механических цехах завода; в этом случае заготовительный цех может располагаться либо в одном общем здании с механическим цехом, либо отдельно, в другом здании, расположенном по возможности ближе к центру площади, занимаемой цехами, в которых обрабатывают заготовки. Для больших удобств и выгод целесообразно устраивать централизованный заготовительный цех – общий для всего завода.

В заготовительном отделении применяется *следующее оборудование*: отрезные станки, дисковые пилы, приводные ножовки, центральные и фрезерно-центральные, правильные, обдирочные станки, прессы для правки и др.

Определение потребного количества этого оборудования производят обычным порядком на основании разработанного технологического процесса на заготовительные операции (с составлением карт обработки и нормированием времени). Для небольших заготовительных отделений количество станков определяют по аналогии с другими цехами. Так как загрузка заготовительных станков в таких случаях невысока, то часто бывает достаточно установить *ножовочную и дисковую пилы, отрезной, центровочный, обдирочный и правильный станки* (последний может быть заменен прессом для правки).

Разрабатывая план расположения оборудования заготовительного отделения, следует учитывать, что при работе на станках, выполняющих заготовительные операции, приходится иметь дело с длинным материалом и, кроме того, около станков надо оставлять свободные места для материала и заготовок.

После распланировки всего необходимого оборудования определяется *площадь заготовительного отделения*. Удельная площадь обычно составляет 25–30 м². Площадь заготовительного отделения часто рассчитывают не на основании планировки оборудования, а по удельной площади и числу станков.

3.4. Проектирование инструментальной служба цеха

3.4.1. Проектирование заточного отделения

При современной организации металлообрабатывающих предприятий заточка инструмента производится централизованно в особо выделенных заточных мастерских. Для обслуживания крупных и средних механических цехов заточное отделение располагают в самих цехах; в цехах с количеством станков до 200 организуют одно заточное отделение; при большем количестве станков может быть два заточных отделения. Что касается малых механических цехов, то заточное отделение располагают в самих цехах в том случае, когда инструментальный цех находится в другом здании; если же инструментальный расположен в одном здании с малым механическим цехом, то заточное отделение размещают в инструментальном цехе.

Основным оборудованием заточного отделения являются заточные станки. Расчет числа заточных станков может производиться точно или укрупненно.

При точном проектировании расчет числа заточных станков ведут подобно расчету числа производственных станков при серийном производстве, т.е. по типоразмерам станков:

$$C_{P_{зат}} = \frac{T_{зат}}{\Phi_c},$$

где $C_{P_{зат}}$ – расчётное число заточных станков данного типоразмера; $T_{зат}$ – трудоёмкость заточки годового количества всех инструментов, затрачиваемых на станках данного типоразмера в станко-часах; Φ_c – действительный годовой фонд времени работы станка в ч.

Трудоёмкость $T_{зат}$ определяется как сумма трудоёмкостей годового количества заточек инструментов каждого типоразмера:

$$T_{\text{зат}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{зати}},$$

где $T_{\text{зати}}$ – трудоёмкость заточки годового количества инструментов i -го типоразмера в ч;

$$T_{\text{зати}} = \frac{n_i t_{\text{зати}}}{60},$$

где n_i – общее количество заточек для одной операции на годовую программу; $t_{\text{зати}}$ – время одной заточки инструмента i -го типоразмера в мин ($t_{\text{зати}}$ берется по нормам);

$$n_i = \frac{T_{o_i} D_i}{T_{c_i}},$$

где T_{o_i} – основное время работы инструмента i -го типоразмера в мин; D_i – количество обрабатываемых деталей в год инструментом i -го типоразмера в шт.; T_{c_i} – стойкость инструмента данного типа в мин.

Для расчетов принять основное время равным 80% от штучного.

Средний коэффициент загрузки станков заточного отделения должен находиться в пределах 0,65 – 0,8; при этом большее значение коэффициента соответствует большему числу станков заточного отделения. Точный расчет заточных станков, как правило, не производится из-за большой трудоемкости расчетов или из-за отсутствия исходных данных.

При укрупненном расчете число заточных станков определяется в процентах от количества металлорежущего оборудования, обслуживаемого заточным отделением (табл. 3.1). Из этого количества предварительно вычитаются шлифовальные и полировальные станки, а также станки, обслуживаемые специализированным заточным оборудованием.

Таблица 3.1

Число основных станков заточного отделения

Серийность производства	Число основных станков заточного отделения в % от числа обслуживаемых станков при числе обслуживаемых станков:		
	до 200	200–500	Св. 500
Массовое и крупносерийное	5	4	3
Серийное, мелкосерийное и вспомогательные цехи	4	3	3

Указанные в таблице 3.1 нормы исчислены для одношпиндельных станков. Число специализированных заточных станков определяется по приведенным в таблице 3.2 нормам.

Полученное число специализированных станков добавляется к числу заточных станков общего назначения, определенному по табл. 3.1.

При значительных количествах многошпиндельных или агрегатных станков в составе обслуживаемых цехов число заточных станков рассчитывается, исходя из приведенного их количества:

$$C_{np} = C_{об} + Ш_{та} K_1 + Ш_{га} K_2,$$

где $C_{об}$ – общее количество обслуживаемых станков (без учета многошпиндельных); $Ш_{та}$ — общее количество шпинделей станков-автоматов; K_1 – коэффициент, обычно равный 0,4; $Ш_{га}$ — общее количество шпинделей агрегатных станков; K_2 – коэффициент, обычно равный 0,15.

Таблица 3.2

Примерное процентное соотношение специальных заточных станков и производственных станков механического цеха

Назначение заточного станка	Отношение количества заточных станков данного типа к числу обслуживаемых им станков, %
Для червячных фрез	10
Для фрезерных головок	5
Для долбяков с прямым зубом	5
Для долбяков со спиральным зубом	5
Для протяжек	5
Для специальных резцов зубострогальных станков	2
Для дисковых головок зуборезных станков	10
Для головок зуборезных станков для нарезания зубчатых колёс со спиральным зубом	15
Для шеверов	5
Для лерок	Один заточной станок на отделение
Для циркулярных сегментных пил	Один заточной станок на завод

Кроме основных станков в заточных отделениях устанавливается вспомогательное оборудование в количестве примерно 20% от числа основных станков этих отделений. В состав вспомогательного оборудования заточных отделений входят: *обдирочно-шлифовальный станок; настольное точило; ручной пресс (винтовой или гаечный); заточной станок для дисковых пил; заточной станок для центровочных сверл.*

Общая площадь заточного отделения определяется: 8 – 10 м² (при мелких изделиях, выпускаемых заводом), 10 – 12 м² (при средних) и 12 – 14 м² (при крупных изделиях) на один основной станок отделения. Большие значения относятся к меньшим по размеру цехам. Для заводов с мелким оборудованием к указанным нормам площади применяется коэффициент 0,8.

Общая площадь отделения включает (кроме площади, занятой оборудованием) *площади сортировочно-оборотного пункта, пункта ОТК, кладовой приспособлений и инструмента второго порядка, помещения для мастера и технолога и др.*

Заточные отделения в механических цехах *единичного и серийного производства часто располагают примерно в центре площади, занимаемой обслуживаемыми ими участками цеха.* В механических цехах *поточного производства заточные отделения располагаются в стороне от производственного потока, в пристройках цеха, где размещаются и другие вспомогательные отделения и помещения.*

Заточное отделение следует располагать в производственном здании по возможности *рядом с инструментально-раздаточными кладовыми режущего*

инструмента, в которых производится прием и разбраковка изношенного инструмента и прием и контроль инструмента, поступающего из заточного отделения.

Отделение оборудуется приточно-вытяжной вентиляцией и изолируется от других помещений перегородками (как правило, стеклянными).

3.4.2. Проектирование отделения ремонта инструмента и оснастки

В механических цехах массового производства и в крупных цехах серийного производства при условии, что на один производственный станок приходится не менее одного приспособления, организуются самостоятельные мастерские для ремонта приспособлений и инструмента.

Количество основных станков отделения определяется по нормам, приведенным в таблице 3.3; нормы определены для отдельных цехов. Если в составе цеха имеется несколько производственных отделений, обслуживаемых одним отделением ремонта оснастки и имеющих разнородный характер, то нормы числа станков принимаются с коэффициентом 0,7.

Таблица 3.3

Нормы расчёта числа основных станков отделений ремонта инструмента и оснастки

Число обслуживаемых станков механического цеха	Число основных станков в отделении при серийности производства			Число обслуживаемых станков механического цеха	Число основных станков в отделении при серийности производства		
	массовом и крупносерийном	серийном	мелкосерийном и единичном		массовом и крупносерийном	серийном	мелкосерийном и единичном
100—150	3	3	3	501—600	9	8	6
151—200	4	4	3	601—700	10	9	7
201—300	6	5	4	701—800	11	10	8
301—400	7	6	5	801—900	12	11	9
401—500	8	7	6	901—1000	13	12	10

В состав отделений по ремонту оснастки, *кроме основных станков*, входит *вспомогательное оборудование в количестве примерно 40% от числа основных станков* этих отделений, но не менее 3 и не более 11 единиц. В число вспомогательного оборудования входят: обдирочно-шлифовальные станки, настольное точило, настольно-сверлильные станки, прессы – ручной и гидравлический, электро-эрозионный станок для извлечения сломанного инструмента из отверстий и др.

Общая площадь отделения определяется по норме 20–22 м² (при мелких изделиях, выпускаемых заводом), 22–24 м² (при средних) и 24–26 м² (при крупных изделиях) на один основной станок отделения. Большие значения относятся к меньшим по размеру цехам. Для заводов с мелким оборудованием применяется коэффициент 0,8. Нормы рассчитаны на работу слесарей-инструментальщиков и лекальщиков в одну смену. Отделение по ремонту оснастки размещается в производственном здании, причем в некоторых случаях рядом с ремонтной базой с целью возможного их кооперирования. Отделения по ремонту оснастки целесообразно так же, как и заточные отделения, централизовать для обслуживания всех цехов в корпусе или в нескольких корпусах.

3.4.3. Проектирование инструментально-раздаточной кладовой, кладовых приспособлений и абразивов

Кладовые служат для снабжения рабочих мест (станочников и слесарей) инструментом и приспособлениями, а также для их проверки. Весь инструмент, поступающий с рабочих мест, проверяется на контрольно-измерительном пункте кладовой, затем годный инструмент укладывается на стеллажи, изношенный направляется на переточку, а сломанный – в ремонт. Проверка точного и сложного инструмента, а также эталонов производится в центральной измерительной лаборатории. Кладовые обслуживаются кладовщиками и рабочими по доставке инструмента к рабочим местам.

Количество инструментальных кладовых в цехе определяется масштабом обслуживаемого производства. Так, для небольших и средних цехов (менее 200 станков) устраивается одна комплексная кладовая для всех видов инструментов (режущего, вспомогательного и мерительного) и приспособлений. В крупных цехах (более 200 станков) создаются специализированные кладовые для хранения в них или определенных видов инструментов, или комплектов инструментов, необходимых для работы на близко расположенных станках.

Расчет площадей кладовых производится по нормам, приведенным в таблице 3.4.

Меньшие значения норм относятся к малым станкам, большие – к крупным станкам. При другой сменности работы цеха данные таблицы применяются со следующими коэффициентами: для односменной работы 0,85; для трехсменной работы 1,15. Для цехов (отделений) прецизионной обработки данные таблицы применяются с особыми повышающими коэффициентами.

Таблица 3.4

Нормы для расчета площади цеховых кладовых

Кладовые	Объекты хранения	Норма площади кладовой в м ² на один производственный металлорежущий станок при работе цеха в две смены при характере производства:			
		массовом	крупно-серийном	серийном	мелкосерийном
Инструментально-раздаточные	Режущий и вспомогательный инструмент	0,1—0,2	0,2—0,6	0,25—0,7	0,4—0,9
	Измерительный инструмент	0,1—0,2	0,1—0,2	0,15—0,3	0,3—0,5
	Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	0,2—0,3	0,3—0,8	0,4—1,0	0,7—1,4
Приспособлений	Приспособления для установки деталей на станках	0,15—0,2	0,25—0,6	0,35—0,9	0,6—1,2
Инструментальной оснастки	Приспособления и все виды инструментов	0,35—0,5	0,55—1,4	0,75—1,9	1,3—2,6

Площадь кладовой для абразивов (шлифовальных и полировальных кругов) принимается из расчета 0,4 м² на один шлифовальный, заточный или полировальный станок для всех видов производства.

Инструментально-раздаточный склад *располагается в цехе рядом с заточным отделением и для единичного и серийного производства часто в цен-*

тральной части цеха; для поточного производства склад следует располагать в стороне от поточных линий, где размещаются другие вспомогательные отделения. Пути подхода и подъезда к ИРК должны быть наиболее короткими и удобными. Для хранения инструмента и приспособлений склад оборудуют стеллажами.

Наиболее удобной формой помещения для раздаточного склада является вытянутый прямоугольник, по длинной стороне которого размещаются окна для раздачи инструмента: при этом стеллажи для хранения инструмента располагаются перпендикулярно длинной стороне прямоугольника.

3.5. Проектирование контрольных и отделений

Контроль, выполняемый в цехах, может быть летучим, промежуточным и окончательным, а также сплошным и выборочным.

Летучему контролю подвергаются детали при периодических проверках в процессе их обработки для предупреждения массового брака. Эффективным методом летучего контроля является статистический контроль, применяемый в серийном и массовом производстве. Летучему контролю подвергаются первые детали, обработанные после наладки или переналадки станка, а другие детали – после определенных операций.

Промежуточный контроль обрабатываемых деталей производится между операциями. В единичном и серийном производстве детали, как правило, отправляются на контрольные пункты либо поштучно (единичное производство), либо партиями (серийное производство). При поточном производстве такой контроль производится у станков или между станками. При расположении станков по их типам контрольные пункты располагаются в конце каждой группы станков данного наименования. При планировке оборудования по ходу технологического процесса контрольные пункты располагаются у станков, у которых предусмотрен контроль.

Окончательный контроль производится после полной обработки детали и, как правило, в специально выделенном контрольном пункте. Крупные и тяжелые детали проверяются на станке или у станка.

Выборочному контролю подвергается установленный процент деталей. При поточном производстве в случае обнаружения отклонений от технических требований все последующие детали подвергаются сплошному контролю, пока не будут устранены отклонения.

Площадь контрольного отделения обычно составляет 3–5% от площади станочного отделения. Размеры площадок для контрольных пунктов принимают равными 2×2 или 2,5×2,5 м.

Точно площадь для контрольных отделений и пунктов можно определить путем планировки всех рабочих мест работников контроля, оборудования и инвентаря. Укрупненно площадь контрольного отделения определяют также по норме 5–6 м² на одного работника контроля, работающего в отделении, с применением коэффициента 1,5–1,75 на расположение оборудования, инвентаря и проходов. Расчет числа работников ОТК (см. часть 2).

Контрольное отделение *располагают в механическом цехе по пути движе-*

ния деталей в сборочный цех, перед промежуточным складом, и выгораживают перегородками. В помещении контрольного отделения при контроле деталей

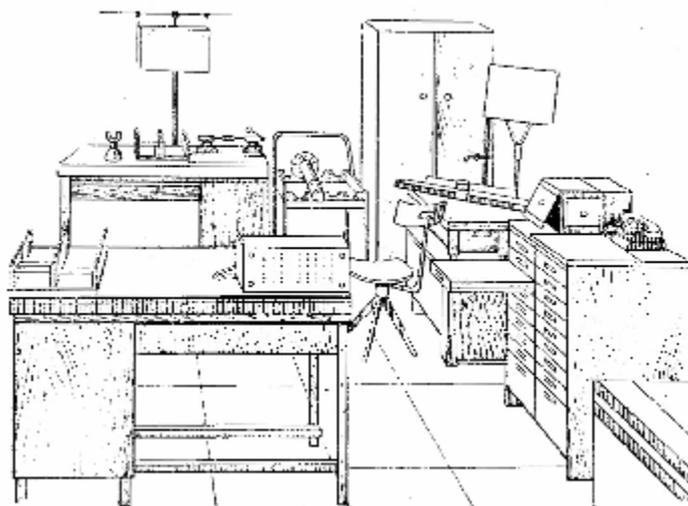


Рис. 3.1. Контрольное отделение в серийном производстве деталей

обычной точности должна поддерживаться нормальная температура (+20°C). При контроле прецизионных деталей в отделении поддерживается особый кондиционный режим. В контрольном отделении должна быть повышена освещенность рабочих мест (100–150 лк). Для освещения следует применять люминесцентные лампы особенно в тех случаях, когда необходимо контролировать внешние поверхности, цветную окраску и различные виды покрытий.

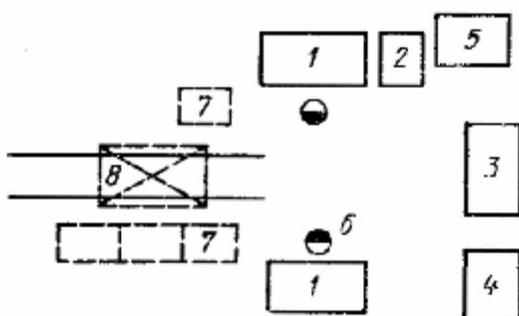


Рис. 3.2. План рабочего места контролёра:

- 1 – стол контролёра ОТК; 2 – малая тележка; 3 – поверочная плита; 4 – инструментальная тумбочка; 5 – инструментальный шкаф; 6 – подъемно-поворотный стул; 7 – приёмный стол рольганговой секции; 8 – каретка-оператор цехового транспорта для обслуживания рабочих мест механической обработки деталей

На рис. 3.1 показан интерьер типового контрольного отделения для проверки деталей после механической обработки в единичном и мелкосерийном производствах. Возможная организация и планировка рабочих мест, показана на рис. 3.2. Отделение оборудовано удобной оргоснасткой, приборами (в зависимости от обслуживаемого производства). Детали, подлежащие контролю, подаются в отделение и обратно управляемой с пульта кареткой-оператором. Тумбочки со специальными ложементами для измерительных инструментов и шкаф для хранения контрольно-измерительного оборудования, технической документации и вспомогательных материалов находятся в непосредственной близости от рабочих мест

контролеров. Транспортировка деталей в рабочей зоне отделения осуществляется при помощи ручной тележки, которая также снабжается ложементами.

3.6. Проектирование ремонтной базы производственных цехов

Ремонтные базы производственных цехов предусматриваются для проведения межремонтного обслуживания производственного оборудования, а также для проведения ремонтных работ, содержание которых зависит от принятой формы организации ремонтных работ. Количество станков укрупненно может быть определено по таблице 3.5.

Таблица 3.5

Количество станков ремонтной базы

Кол-во оборудования, обслуживаемого ремонтной базой	Количество станков в ЦРБ	Количество оборудования, обслуживаемого ремонтной базой	Количество станков в ЦРБ	Количество оборудования, обслуживаемого ремонтной базой	Количество станков в ЦРБ
125	2 — 4	600	7 — 9	1100	14 — 17
200	3 — 5	700	9 — 12	1200	15 — 18
300	4 — 6	800	10 — 13	1350	16 — 19
400	5 — 7	900	11 — 14	1500	18 — 20
500	6 — 8	1000	12 — 15		

Если число станков ремонтной базы не превышает пяти, то целесообразно организовать объединенную ремонтную базу для обслуживания нескольких цехов, особенно при размещении их в одном корпусе.

Общая площадь ремонтной базы рассчитывается по показателю общей удельной площади на единицу основного оборудования (таблица 3.6).

Таблица 3.6

Показатели общей площади на единицу основного оборудования цеховой ремонтной базы

Число единиц основного оборудования	Средняя общая площадь на единицу основного оборудования в м ²	В том числе площадь склада запасных частей в м ²
3—6	31—32	4
7—10	29—30	3,5
11—15	27—28	3
Св. 16	27	2

3.7. Проектирование участков для приготовления и раздачи СОЖ, хранения масел и других целей

Для снабжения станков смазочно-охлаждающими жидкостями в механическом цехе следует предусматривать *эмульсионную станцию и склад масел*. Эмульсионная станция обслуживает все механические цехи, расположенные в данном корпусе. Подача эмульсии и водных растворов от станции к станкам осуществляется либо централизованно, либо в специальной таре в зависимости от характера оборудования и величины цеха. При большом количестве станков рекомендуется организовать централизованную систему подачи охлаждающих жидкостей. В этом случае в состав эмульсионного хозяйства входят: центральная эмульсионная станция, групповые циркуляционные установки и система трубопроводов. Приготовленные жидкости подаются насосом по трубопроводам в групповые циркуляционные установки. Циркуляционные установки располагаются в различных местах цеха и обслуживают определенную группу станков, потребляющих одинаковый вид жидкости. Из циркуляционных установок по напорному трубопроводу насосами жидкости подаются к станкам; отработанные жидкости возвращаются в циркуляционную установку.

Отдельно стоящие станки на различных участках цеха получают питание от индивидуальных охлаждающих систем. Жидкости к таким станкам подаются через разборные краны, установленные на колоннах. Особо крупные станки с

большим расходом охлаждающих жидкостей обслуживаются индивидуальной циркуляционной установкой.

Проектирование эмульсионного хозяйства выполняется также при разработке энергетической части проекта. Проектант-технолог должен выдать задание для проектирования, которое должно включать планировку оборудования с указанием *вида и расхода жидкостей* для каждого из станков. При планировке оборудования необходимо предусмотреть место для групповых циркуляционных установок. В рамках лабораторных и практических работ не выполняется.

В проекте механического цеха предусматривают также *цеховые склады масел*. Обычно их используют для обслуживания всех цехов корпуса. В механических цехах масло расходуется на заливку и последующую смену масла в емкостях станков, на доливку и ручную смазку трущихся элементов станков. В небольших цехах подача масел к станкам осуществляется в таре. В крупных цехах предусматривают централизованное снабжение цеха маслом по трубопроводам. Отработанные масла поступают обратно на склад для фильтрации и регенерации.

Проектант-технолог должен разработать задание на проектирование склада масел, установить вид и годовой расход масла. Марки применяемых масел, емкости станков и периодичность замены устанавливаются по паспортным данным станков.

Нормы расхода смазочных материалов (индустриальные масла марок 20, 30 и 45) на один металлорежущий станок следующие: для мелкого оборудования 0,25 кг. в сутки; для среднего оборудования 0,44 кг. в сутки; для крупного оборудования 0,7 кг. в сутки.

Годовой расход масел для смазки оборудования

$$Q_M = \frac{q_M C_n 253}{1000} \text{ т/год},$$

где q_M — расход масла на один станок в сутки в кг; C_n — количество станков.

Площадь отделения для приготовления и раздачи смазочно-охлаждающей жидкости может быть укрупненно определена по таблице 3.7.

Таблица 3.7

Площади для отделения приготовления и раздачи СОЖ

Количество оборудования	Площадь в м ²	Количество оборудования	Площадь в м ²
30–60	35–40	201–300	75–100
61–100	40–50	301–400	100–120
101–200	50–70		

Площадь склада масел составляет 10–20 м². Эмульсионную станцию и склад масел размещают в помещениях у наружной стены с **отдельным выходом наружу**. В крупных механических цехах эмульсионные станции следует располагать вместе со складом масел.

Для размещения и работы шорников и смазчиков выделяется помещение

площадью примерно 10-20 м². В помещении для них предусматривается наличие одного-двух верстаков и шкафов для шорного инвентаря и масленок.

3.8. Проектирование отделения и устройств для сбора и переработки стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки. Образующееся в течение года количество стружки можно определить как разность между массой заготовок и готовых деталей. Средний процент отходов в стружку по всем видам заготовок можно принимать равным 15% от массы готовых деталей годовой программы.

Все процессы сбора и переработки стружки состоят: из удаления стружки от станка, отсоса мелкой стружки и пыли из зоны обработки, удаления стружки от станков цеха, очистки и переработки стружки.

При проектировании необходимо классифицировать стружку по видам и определять объем и массу стружки, удаляемой за 1 час работы (таблица 3.8).

Таблица 3.8

Классификация стружки и применяемые транспортные средства

Группа	Виды стружки	Объемная масса в т/м ³	Оборудование	Технология переработки стружки	Транспортные средства
1	Элементная чугунная	2	Все виды металло-режущих станков	Брикетирование в холодном и горячем состоянии	Скребково-штанговые, скребковые цепные, одно-винтовые конвейерные
2	Элементная стальная (мелкая, кусочки, высечка)	1,2-2	Фрезерные, протяжные зубообрабатывающие, строгальные станки; дисковые пилы, холодно-высадочные автоматы	Сепарирование Брикетирование	Скребково-штанговые, скребковые цепные, одно-винтовые конвейерные
3	Автоматный жгутик	0,5-0,6	Токарные автоматы, полуавтоматы, револьверные станки	То же, что и для группы 2	Двухвинтовые, пластинчатые, ершово-штанговые, магнитные конвейеры
4	Мелкий и средний выюн сечением 20-30 мм	0,3-0,5	Сверлильные, револьверные, токарные, карусельные, расточные станки	Дробление, брикетирование в холодном состоянии	Пластинчатые, пластинчато-игольчатые, ершово-штанговые, магнитные

Особые трудности вызывает сбор и транспортировка стальной витой (сливной) стружки. На участках большого скопления стружки ее необходимо быстро удалять от рабочего места. Витая стружка для дальнейшего ее брикетирования должна быть измельчена. Предварительное дробление стружки должно производиться при обработке на станке путем применения стружколомательных элементов на инструменте, стружколотов, экранов и т.д. Для уборки стружки из

рабочей зоны станка многие современные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружку в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка (рис. 3.3).

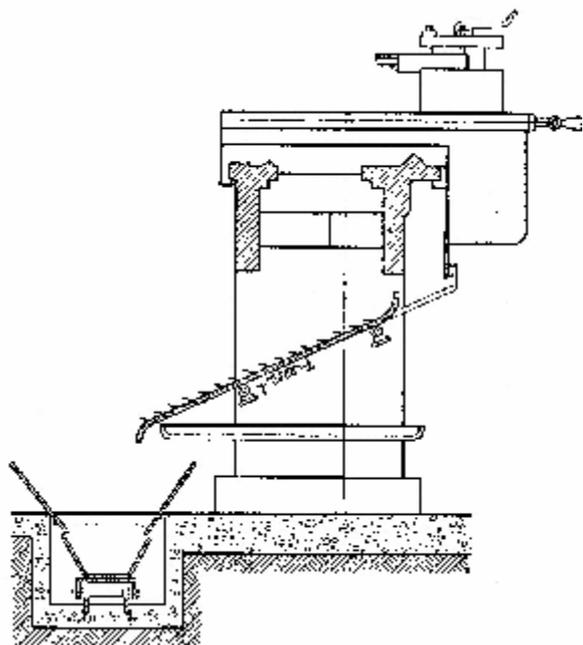


Рис. 3.3. Схема устройства скребкового типа для уборки стружки из рабочей зоны станка

отделять от углеродистой.

Иметь отдельные станочные линии по видам стальной стружки в ряде случаев нецелесообразно, поэтому стружку по сортам обычно собирают в разные часы смены.

Бронзовая и алюминиевая стружка должна быть собрана отдельно от всей остальной стружки, что обеспечивается в первую очередь сосредоточиванием обработки бронзовых и алюминиевых деталей на отдельно отведенных площадях, а хранение цветной стружки при небольших ее количествах осуществляют в ящиках. Если на заводе не удастся осуществить расположение оборудования по виду обрабатываемых материалов, тогда приходится разделять потоки разной стружки, например с помощью применения особых графиков времени работ.

Сбор стружки производится различными способами. Стружка, загрязненная маслом, собирается в коробки с двойным дном для частичной очистки стружки и для использования масла. Транспортирование стружки от станков к сборным коробам или бункерам, расположенным у проездов цеха, производится при помощи авто- и электротележек и погрузчиков, электротельферов на монорельсах, мостовых кранов и кран-балок и транспортеров. С целью освобождения проездов от напольного транспорта, что приводит к порче и загрязнению полов, рекомендуется применение подвешенного транспорта в виде однорельсовых и двухрельсовых путей, оборудованных электротельферами с управлением из кабины.

Сборные короба транспортируются в отделение переработки стружки теми

При сборе стружки в короба или бункера ее необходимо разделять по видам и маркам металла.

Чугунную, стальную и тем более цветную стружку необходимо собирать отдельно, потому что их нельзя смешивать между собой по металлургическим требованиям, а также и потому, что устройства по сбору и переработке стружки из разных материалов также различны. Отсюда вытекает, что и станки желательно располагать по возможности в соответствии с материалом обрабатываемых деталей. В ряде случаев делают самостоятельные отделения или участки (пролеты) для обработки цветных, чугуновых и стальных деталей. Сбор стальной стружки сложнее еще и потому, что легированную стальную стружку надо

же транспортными средствами. Однако наиболее целесообразно производить транспортирование стружки непосредственно от станков в отделение ее переработки системой транспортеров или конвейеров, расположенных под полом. В таких транспортных системах находят применение следующие конвейеры и транспортеры: *винтовые (шнековые), скребковые, ершово-штанговые, цепные, пластинчатые, ленточные, инерционные, гидравлические, пневматические и др.*

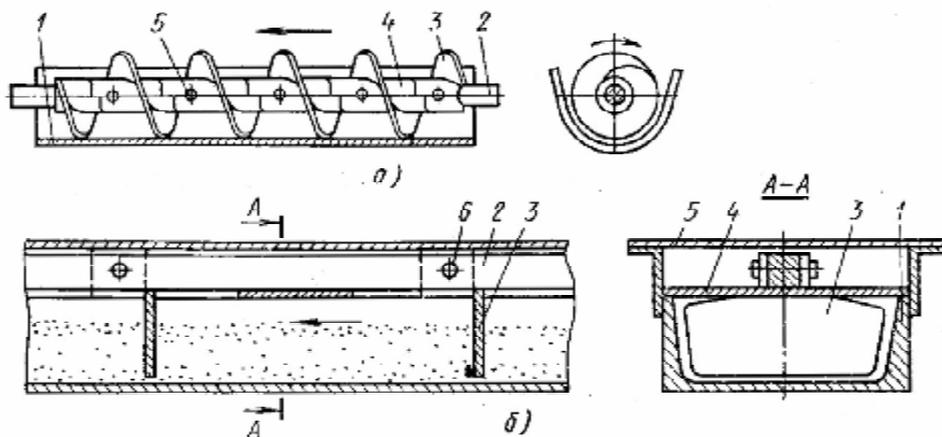


Рис. 3.4. Шнековый (а) и скребковый (б) конвейеры для удаления стружки

Винтовой (шнековый) конвейер (рис. 3.4, а) состоит из неподвижного желоба 1, внутри которого вращается вал 2 с укрепленным на нем бесконечным винтом 3, который обычно состоит из отдельных секций-штулок 4, укрепленных на валу штифтами 5. Недостатком таких конвейеров является малый фронт приема стружки и ограниченная длина винта (3-3,5 м). Более производительны двухвинтовые конвейеры с пригнанными к поверхностям полуцилиндрических корыт винтами, имеющими правую и левую спирали. В этом случае витая стружка транспортируется над винтами, а мелкая – по дну корыт.

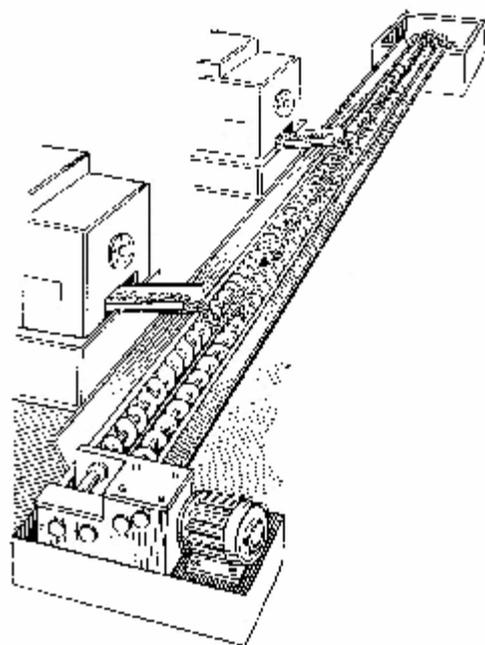


Рис. 3.5. Двухшнековый транспортер

Скребково-штанговый конвейер (рис. 3.4, б) состоит из желоба 1, штанги 2 с шарнирно-закрепленными на ней скребками 3, направляющей планки 4 и крышки 5. При движении штанги в направлении стрелки скрепки, упираясь своей тыльной частью в штангу, занимают вертикальное положение и перемещают (сдвигают) лежащую впереди стружку. При движении штанги назад скрепки, встречая сопротивление стружки, поворачиваются вокруг осей 6 и скользят по поверхности стружки. Наиболее простым приводом для такого конвейера является гидро- или пневмоцилиндр, шток которого соединяется со штангой 2. Возвратно-поступательное движение штанги осуществляется автоматически, с помощью золотника. Малые поперечные размеры позволяют размещать скребковые конвейеры между станками и вдоль линии станков, а также легко

заглублять их в полу, что допускает производить перемещение стружки через проезды и проходы, не загромождая их. Такие конвейеры могут перемещать стружку под углом до 30° , что обеспечивает механизированную погрузку стружки в тару. Скребковые и одношнековые конвейеры наиболее удобны для транспортирования элементной стружки.

Для транспортирования вьющейся стружки требуются большие усилия, поэтому в этом случае применяются двушнековые конвейеры (рис. 3.5).

Ершово-штанговый конвейер (рис. 3.6, а) имеет наклонные шипы 1, приваренные к штанге или трубе 2, которая совершает возвратно-поступательное движение по желобу 3. На внутренней поверхности желоба также имеются приваренные шипы 4. При рабочем движении штанги витая стружка захватывается шипами 1 и проталкивается по желобу. При возвратном движении штанги шипы 1 проскальзывают сквозь стружку, не захватывая ее, а шипы 4 удерживают стружку. На рис. 3.6, б показан цепной конвейер с шипами 1, укрепленными на звеньях цепи 2, имеющей непрерывное движение в одну сторону. Таким конвейером стружка перемещается по желобу 3 непрерывно.

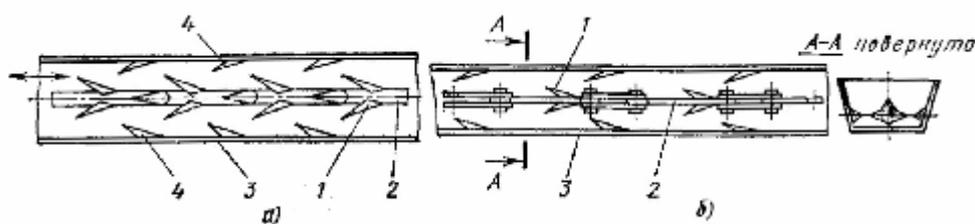


Рис. 3.6. Ершово-штанговый (а) и цепной (б) конвейеры для удаления стружки.

При рабочем движении штанги витая стружка захватывается шипами 1 и проталкивается по желобу. При возвратном движении штанги шипы 1 проскальзывают сквозь стружку, не захватывая ее, а шипы 4 удерживают стружку.

Инерционный конвейер (рис. 3.7) состоит из желоба 1, опирающегося на стальные плоские пружины 2, расположенные наклонно. Пружины жестко крепятся к желобу 1 и основанию 3. Привод желоба осуществляется от электродвигателя 4 через клиноременную передачу и кривошипно-шатунный механизм. При рабочем ходе желоб несколько приподнимается и стружке сообщается скорость. При остановке желоба стружка по инерции продолжает двигаться вперед. В это время желоб несколько опускается и возвращается в исходное положение. Средняя скорость движения стружки по желобу составляет 6—15 м/мин. Инерционные конвейеры компактные, малогабаритные и поэтому могут применяться в узких проходах между станками или встраиваться в станины станков (рис. 3.7).

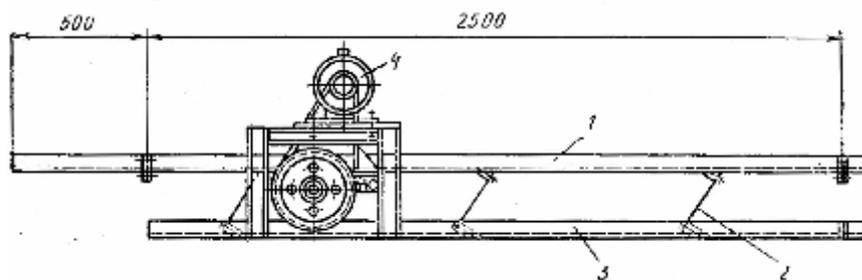


Рис. 3.7. Секция инерционного конвейера

др.), поэтому в ряде случаев более выгодными оказываются гидравлический и пневматический транспорт. Гидроконвейеры могут применяться для транспортирования мелкой стружки из любого металла при наличии обильного количе-

Механические конвейеры обладают некоторыми общими недостатками (быстрый износ деталей, сложность ремонта и эксплуатации, большая масса, ограниченное применение и др.), поэтому в ряде случаев более выгодными оказываются гидравлический и пневматический транспорт.

ства охлаждающей жидкости. Их преимуществом является отсутствие движущихся частей, что значительно снижает расходы по обслуживанию и ремонту, а также капитальные затраты. Пневматические транспортеры применяются для транспортировки чугунной и мелкой алюминиевой и стальной стружки. Существуют две пневматические системы для транспортирования стружки – воздуходувная (с давлением выше атмосферного) и вакуумная.

Воздуходувная система работает с избыточным давлением $0,3\text{--}0,4 \text{ кгс/см}^2$ ($3\text{--}4 \text{ Н/см}^2$), обеспечивающим скорость воздушного потока до 25 м/с . Ввод стружки в трубопровод осуществляется с помощью инжекторной насадки. Такая система применяется, главным образом, для транспортировки стальной стружки. Транспортировка чугунной и алюминиевой стружки производится, как правило, с помощью вакуумной системы, при использовании которой чугунная пыль не будет выходить в помещение. Разрежение в системе, создаваемое вакуум-насосами, достигает $0,55 \text{ кг/см}^2$ ($5,5 \text{ Н/см}^2$), а скорость воздуха $25\text{--}35 \text{ м/с}$. Производительность системы может достигать до 25 т/ч . Диаметры трубопроводов составляют $100\text{--}300 \text{ мм}$. Пневматический транспорт является компактным, простым по конструкции, герметичным и требует меньших затрат.

Переработка стружки в зависимости от объема отходов может производиться в отделениях, создаваемых при механических цехах или корпусах, или при заводском утильцехе. В отделениях цехов устанавливается комплект оборудования для дробления, промывки, обезжиривания, сушки и брикетирования или пакетирования стружки. Кроме того, на производственных участках устанавливаются центрифуги для отжатия мокрой и промасленной стружки перед поступлением в отделение переработки. Стружкодробилки также иногда устанавливают на производственных участках цеха.

При переработке стружки высокоуглеродистых и легированных сталей в комплект оборудования включают печи для отжига или для нагрева стружки перед брикетированием. На рис. 3.8 в качестве примера показана полуавтоматическая линия для брикетирования стружки.

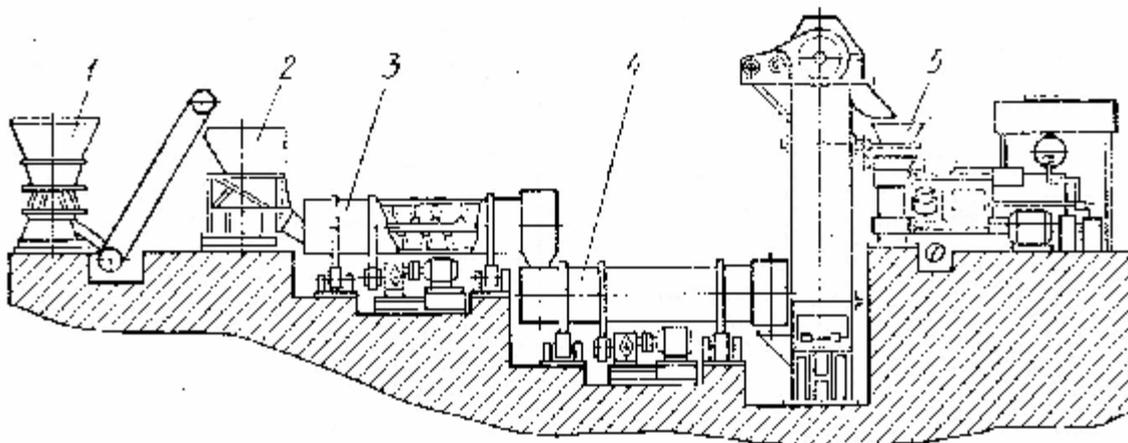


Рис. 3.8. Полуавтоматическая линия для брикетирования стружки:
1—конусная стружкодробилка; 2—молотковая дробилка; 3—моечная машина;
4—сушильный аппарат; 5—брикетировочный пресс

Площадь отделения для сбора и переработки стружки можно определять

по таблице 3.9.

Таблица 3.9

Определение площади отделения для сбора и переработки стружки

Количество станков	Площадь отделения в м ²	Количество станков	Площадь отделения в м ²
До 60	65 — 75	201 — 300	110 — 125
61 — 100	75 — 85	301 — 400	130 — 180
101 — 200	85 — 105		

3.9. Проектирование цеховых складов

В машиностроительных цехах в основном применяют два варианта компоновок складов с участками приема, хранения и выдачи грузов (рис. 3.9).

В зоне приема и выдачи грузов на складах предусматривают дополнительные перегрузочные устройства с внешнего транспорта на устройства складской системы. Здесь предусматривают также накопительные устройства, которые

служат для устранения неравномерности внешних и внутренних грузопотоков. За время нахождения заготовок и полуфабрикатов в накопительных устройствах также выполняют операции контроля, пересчета, сортировки и комплектации партий для обработки или укладку на специальную технологическую тару или спутники.

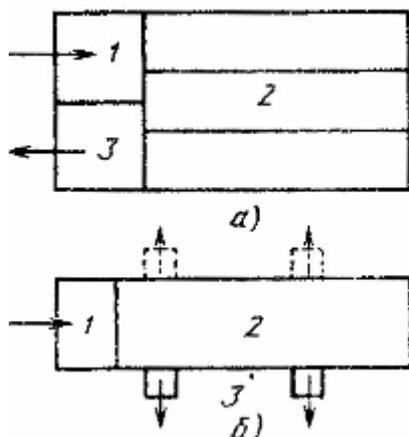


Рис. 3.9. Варианты компоновки складов с участками приема 1, хранения 2 и выдачи грузов 3: а – тупиковая, б – продольно-поперечная

В большинстве случаев используют тупиковую схему, при которой участки приема и выдачи заготовок размещены с одного торца склада. В этом варианте склад получается более компактным, удобна передача освобождающейся тары с одного участка на другой, оба участка могут обслуживать одни и те же рабочие. Передачу поддонов с заготовками на участки обработки осуществляют напольными или подвесными конвейерами. Преимущества второго варианта заключаются в лучшей увязке с расположением производственных участков, так как участки выдачи в этом случае совмещают с началом линий изготовления соответствующих деталей.

В каждом случае выбор компоновочной схемы склада должен быть увязан с общей компоновкой цеха и принятой транспортной системой.

3.9.1. Проектирование цехового склада материалов и заготовок

Цеховой склад материалов и заготовок предназначается для хранения запасов пруткового и другого материала и заготовок – отливок, поковок и штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением. Такие склады устраивают при механических цехах (или отделениях) еди-

ничного и серийного производства.

В цехах поточно-массового производства вместо таких складов предусматривают *складочные площадки в начале каждой поточной линии* (в конце линии устраивают площадки для временного хранения готовых деталей), и только при автоматных отделениях устраивают склады для хранения пруткового материала.

Запас материалов и заготовок в цеховом складе должен быть невелик, так как назначением его является только обеспечивать регулярное снабжение цеха материалами и заготовками для бесперебойной работы станков. Это требование обосновывается двумя соображениями:

1) цехи не должны создавать излишнего запаса материалов, чтобы не замедлять их оборачиваемость, т.е. не увеличивать размер необходимых оборотных средств;

2) так как склад материалов размещается в производственном здании, то в случае хранения большого запаса материалов склад будет отнимать излишнюю производственную площадь, что, разумеется, нецелесообразно.

Выбор типа и параметров *производственной тары* является одним из первых этапов проектирования складской системы (см. раздел транспорт).

Для хранения металла в прутках, полосах и других длинномерных материалов применяют стеллажи разного типа (рис. 3.10).

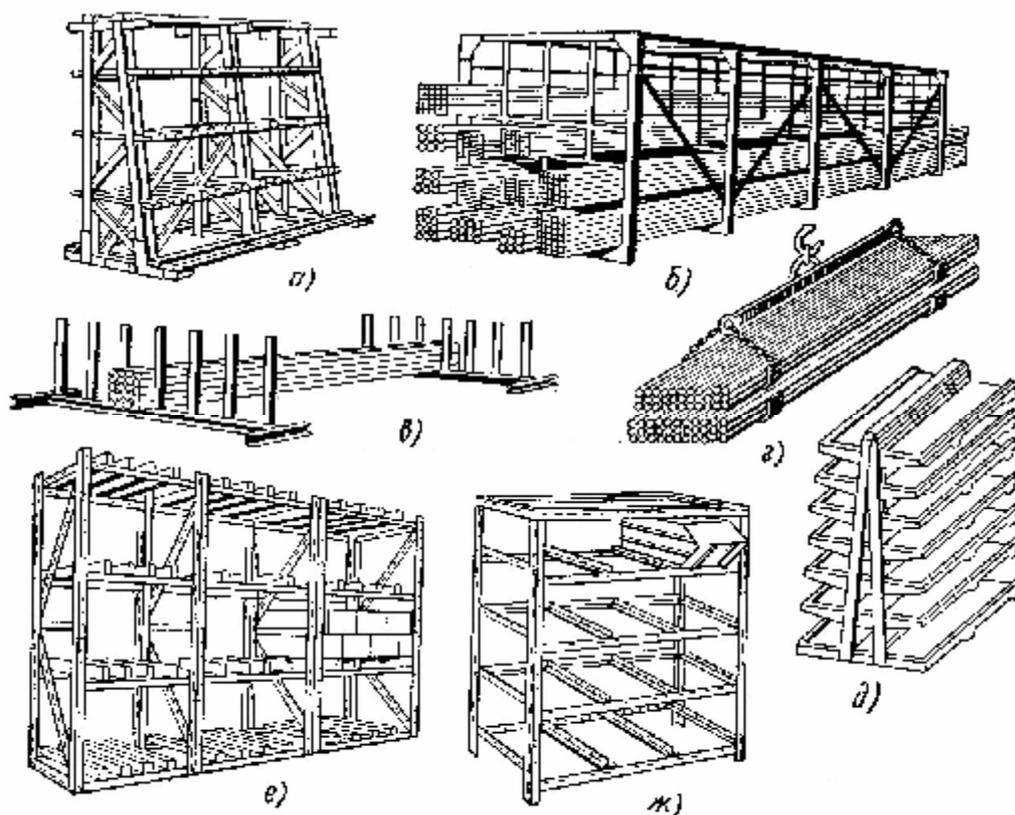


Рис. 3.10. Типы стеллажей для хранения сортового металла:

а – трапецидальные; б – клеточные; в – вертикальные стойки; г – скобы и их применение; д – консольные стеллажи с настилом; е, ж – сборно-разборные стеллажи

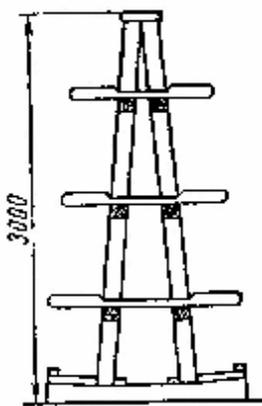


Рис. 3.11. Пирамидальный стеллаж для вертикального хранения прутково-го материала

Прутковый материал хранится или горизонтально – в штабелях, стойках, клеточных и крючковых стеллажах, или вертикально – в пирамидальных стеллажах (рис. 3.11).

В первом случае площадь, занимаемая прутками, больше, но при таком способе хранения прутками удобнее оперировать при их транспортировании, особенно при транспортировании пачками с помощью кранов; во втором случае для хранения прутков требуется меньшая площадь, но оперировать ими менее удобно, особенно при длинных прутках и транспортировании при помощи крана. Длинные прутки (5–6 м) при вертикальном хранении разрезают пополам.

Крупные поковки и отливки хранятся на полу отдельными штуками или в штабелях: поковки среднего размера могут храниться в штабелях на полу, мелкие — на полочных складах с гнездами.

Клеточные стеллажи бывают бесполочного и каркасного типа. Габаритные схемы и параметры клеточных стеллажей приведены на рис. 3.12 и в табл. 3.10.

Бесполочные стеллажи имеют конструкцию направляющих, соответствующую применяемой таре, а в стеллажах каркасного типа в каждой ячейке на полке может быть размещено несколько поддонов.

Склады стеллажной конструкции более вместительны по сравнению со складами, где заготовки хранятся штабелями, занимают меньшую площадь благодаря лучшему использованию здания по высоте, а также дают возможность автоматизировать складские работы.

К тому же высокая устойчивость конструкций обеспечивает безопасность работы. Особенно эффективны склады стеллажной конструкции при большой номенклатуре заготовок или полуфабрикатов. При этом для груза каждого наименования отводится своя зона хранения, что обеспечивает порядок и четкую организацию складских работ.

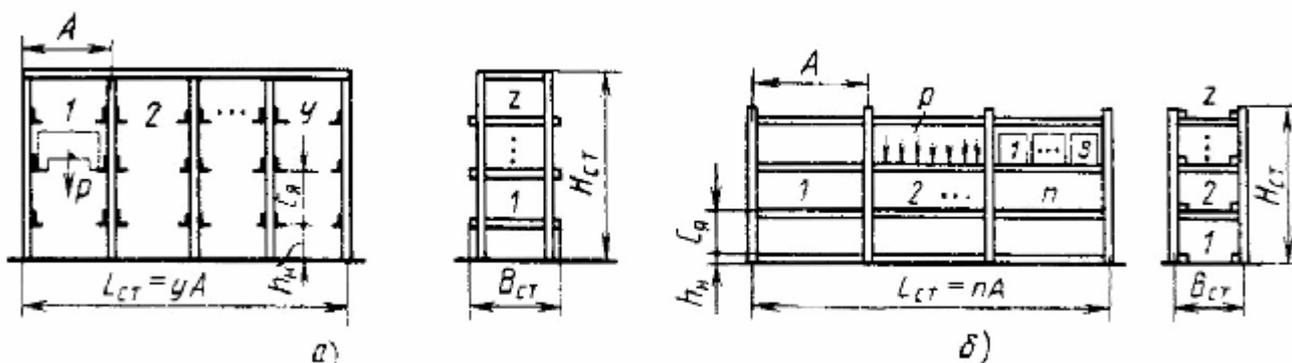


Рис. 3.12. Схемы клеточных стеллажей по ГОСТ14757-81:
а – бесполочного, б – каркасного

Основные параметры бесполочных и каркасных стеллажей

Стеллаж	Длина ячейки А, мм	Ширина стеллажа В _{ст} , мм	Нагрузка на ячейку, Н
Бесполочный	450; 710; 950; 1320; 1800	450, 670, 850, 900, 1120, 1250	500, 1000 2 500, 5 000
Каркасный	450; 950; 1320; 1800; 2650	450; 670; 850; 900; 1120; 1250	10 000 20 000
Примечание. Высота стеллажей Н _{ст} , м, следующая: 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 5,1; 5,7; 6,3; 6,9; 7,8; 8,4; 9,3; 9,9; 10,5; 12,3; 14,4; 16,2.			

Недостатком складов стеллажной конструкции является их малая приспособленность к изменению планировки, так как для создания подобного склада требуются специальные фундаменты с закладными элементами. Поэтому при создании и размещении подобных складов следует учитывать перспективу развития цехов и завода в целом.

Стеллажи располагаются вдоль или поперек склада (рис. 3.13). Продольное (относительно склада) расположение стеллажей закрывает доступ света через окна в торце здания. При продольном расположении стеллажей образуется несколько продольных проездов или проходов, причем ширина их должна быть достаточной для прохода транспорта; это понижает использование площади склада. При поперечном относительно склада расположении стеллажей бывает достаточно одного среднего или бокового проезда вдоль склада, поэтому при таком расположении стеллажей площади склада используются лучше.

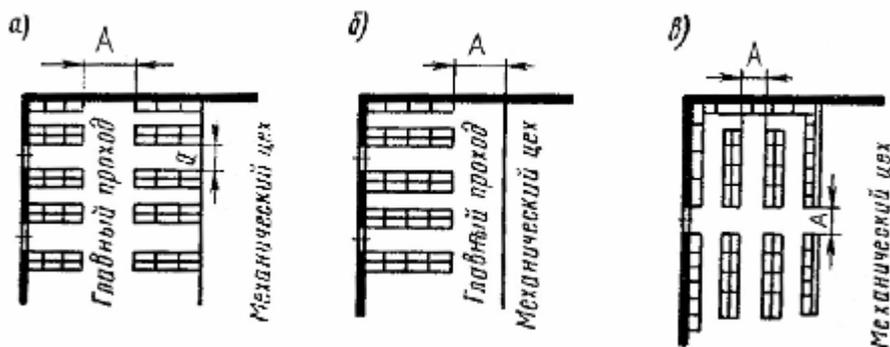


Рис. 3.13. Поперечное (а и б) и продольное (в) расположение стеллажей в цеховом складе

Ширина проходов между стеллажами (а) при использовании ручных тележек принимается равной 0,7–1,0 м, при использовании электрических автотележек – 1,5–2,0 м и более в зависимости от применяемых

средств транспорта.

При использовании напольных электропогрузчиков и электроштабелеров ширина проезда между рядами стеллажей составляет 2310–3230 мм в зависимости от модели и грузоподъемности штабелера при фронтальной погрузке и 1700 мм – при наличии трехсторонней грузовой платформы.

При использовании мостовых, подвесных и стеллажных кранов-штабелеров ширина проходов между рядами стеллажей составляет 950–1400 мм, в конструкции автоматизированных складов для ГПС имеются варианты складов с шириной прохода до 500 мм.

Главный проход внутри склада (А) должен быть постоянно свободным для проезда. Его ширина составляет 2,5–3,0 м. При необходимости пользования автомобильным транспортом ширина прохода должна быть не менее 4 м; при вводе железнодорожной линии в склад ширина проезда определяется в зависимости от габаритных размеров подвижного состава.

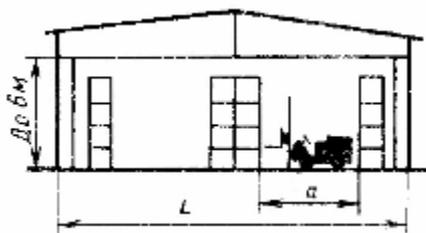


Рис. 3.14. Схема стеллажного склада при обслуживании электропогрузчиком

Для **транспортирования материалов и заготовок внутри склада и из склада к станкам** применяются различные транспортные средства. При расположении склада поперек пролетов цеха для подачи материалов и заготовок из склада к станкам, помимо ручных, электрических и автотележек и автопогрузчиков (рис. 3.14.), применяют мостовые краны, которые обслуживают пролеты механического цеха и которые могут заходить в складское помещение каждого пролета. В этом случае транспортирование грузов мостовым краном в пределах всего склада, разумеется, невозможно. Для этой цели, кроме электрических и автотележек, можно применять подвесные однорельсовые пути с тельфером, расположенные вдоль склада, консольные и велосипедные краны, перемещающиеся параллельно торцевой стене здания.

При выборе типа **автоматического склада** можно пользоваться классификацией, приведенной на рис. 3.15. За основные признаки приняты наличие стеллажных конструкций, типы и конструкция стеллажей и штабелирующих устройств.



Рис. 3.15. Классификация автоматических складов по видам оборудования

Большое пространство в автоматизированном производстве получили склады с автоматическими стеллажными кранами-штабелерами (рис. 3.16, а, б), поскольку они занимают небольшие площади и имеют высокую производительность. К недостаткам складов стеллажных конструкций следует отнести их малую гибкость к изменению планировки (так как для создания подобного склада требуются специальные фундаменты) и небольшую грузоподъемность одной секции, особенно при незначительной высоте помещения. Для достижения достаточной вместимости стеллажного склада требуется сооружать длинные стеллажи, что приводит к снижению производительности крана-штабелера вследствие перемещения на большие расстояния.

Большое пространство в автоматизированном производстве получили склады с автоматическими стеллажными кранами-штабелерами (рис. 3.16, а, б), поскольку они занимают небольшие площади и имеют высокую производительность. К недостаткам складов стеллажных конструкций следует отнести их малую гибкость к изменению планировки (так как для создания подобного склада требуются специальные фундаменты) и небольшую грузоподъемность одной секции, особенно при незначительной высоте помещения. Для достижения достаточной вместимости стеллажного склада требуется сооружать длинные стеллажи, что приводит к снижению производительности крана-штабелера вследствие перемещения на большие расстояния.

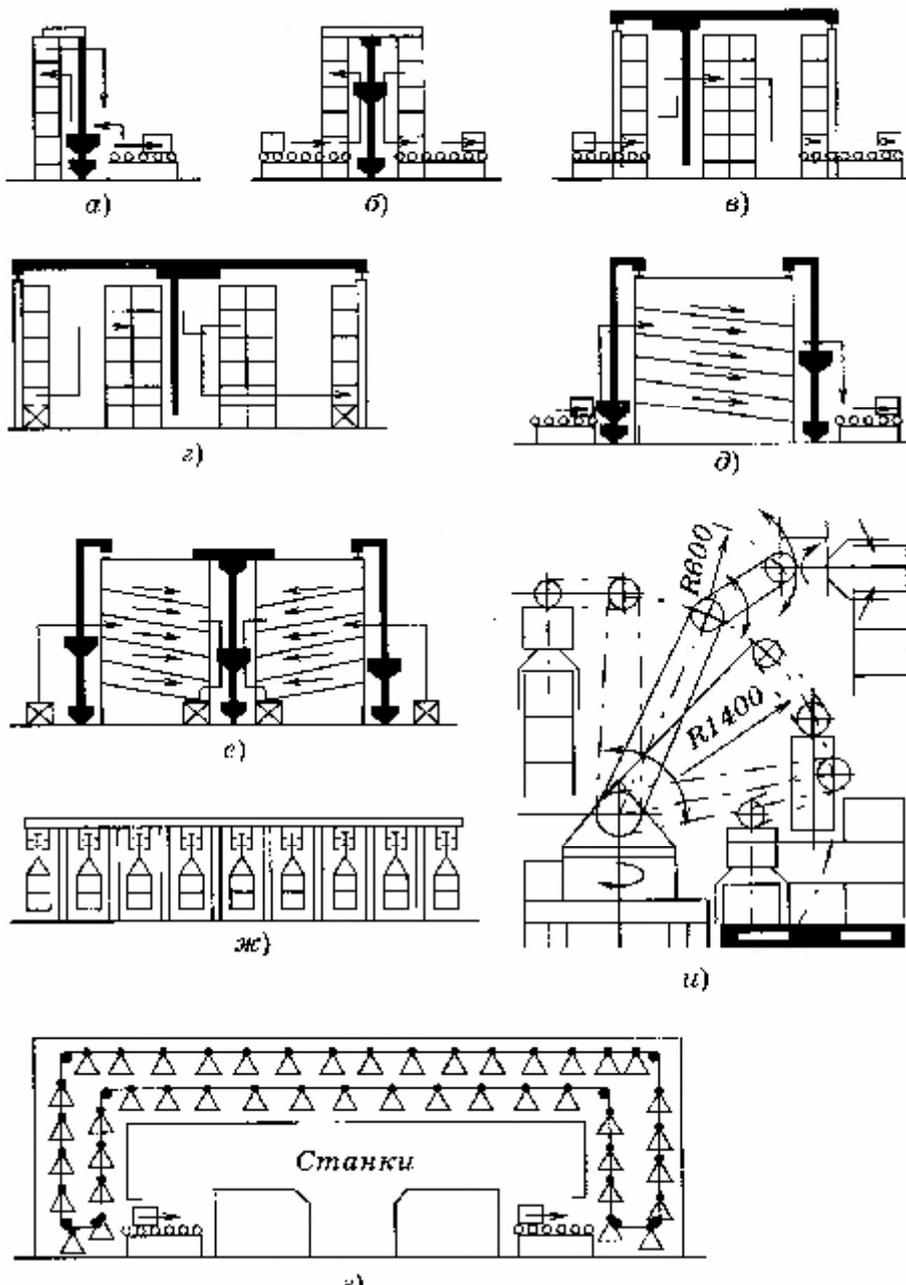


Рис. 3.16. Варианты механизированных и автоматизированных складов:

а, б – со стеллажными кранами-штабелерами; в, г – с мостовыми кранами-штабелерами; д, е – с гравитационными стеллажами; ж – подвесной на базе подвесного толкающего конвейера, з – элеваторный, и – с напольным автоматическим штабелером

3.16, в, г) используют при больших запасах хранения, крупных грузах и незначительных грузопотоках.

Площадь для хранения заготовок в штабелях на полу, а также сортового материала в штабелях или стеллажах на принятый срок определяется по нагрузке на 1 м^2 площади пола, которая принимается на основе нагрузок, допускаемых конструкцией пола, с учетом удобства хранения материалов и оперирования с ними при погрузке и разгрузке.

Подвесные автоматические склады применяют в производстве, когда в качестве внутрицехового и межоперационного транспорта используют подвесной толкающий конвейер с автоматическим адресованием грузов (рис. 3.16, ж).

Автоматизированные склады с блочными гравитационными стеллажами (рис. 3.16, е) применяют при незначительной номенклатуре грузов, хранимых в больших запасах.

Склады с элеваторными стеллажами (рис. 3.16, з) целесообразно применять при малых грузопотоках, небольших сроках и запасах хранения грузов и малых размерах самих изделий.

Склады с мостовыми кранами-штабелерами (рис.

Исходя из допускаемой грузонапряженности площади пола и принятого для образования запаса количества дней, можно подсчитать потребную площадь F по следующей формуле:

$$F = \frac{Qt}{\Phi q} \text{ м}^2, \quad (3.1)$$

где Q – черновой вес материалов или заготовок данного вида, подлежащих обработке в механическом цехе в течение года, т; t – количество дней, на которые принимается запас материалов (таблица 3.11); Φ – количество рабочих дней в году; q – допускаемая нагрузка на площадь пола в тоннах на 1 м^2 (грузонапряженность).

По этой формуле может быть найдена полезная площадь отдельных мест или участков склада для хранения определенного сорта материала и определенного вида и размера заготовок.

Приведенные в таблице нормы грузонапряженности на 1 м^2 полезной площади относятся к серийному производству. Для других типов производства следует применять поправочные коэффициенты: единичное и мелкосерийное 0,8; крупносерийное 1,1; массовое 1,2.

Коэффициент использования полезной площади склада при обслуживании его напольным транспортом равен 0,25–0,3; при обслуживании верхним транспортом (штабелеры и др.) 0,35–0,4.

Таблица 3.11

Типовые нормы для расчета цеховых складов

Характеристика склада		Нормы запаса для хранения на складе в календарных днях				Нормы грузонапряженности полезной площади при хранении черных металлов в т/м ²						
Наименование	Назначение	Тип производства				Способ хранения при высоте (в м)						
		Е МС	С	КС	М	В штабелях		В стеллажах				
						До 2,5*	До 3**	До 2,5	2,5– 4	4– 6	6– 8	8– 10
Склад металла	Хранение прутков	7	5	4	2	–	–	2,5	3,5	–	–	–
Склад заготовок	Хранение крупных и тяжелых отливок и поковок	15	8	3	1	3,0	–	–	–	–	–	–
	Хранение порезок, средних и мелких отливок и поковок	20	12	5	3	–	4,2	2,0	2,8	4,0	5,5	7,0
Межоперационная кладовая	Хранение полуфабрикатов крупных и тяжелых деталей	10	6	2	–	2,5	–	–	–	–	–	–
	Хранение полуфабрикатов средних и мелких деталей	20	12	3	–	–	3,5	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5
Склад готовых деталей	Хранение крупных и тяжелых деталей	10	6	2	1	2,0	–	–	–	–	–	–
	Хранение средних и мелких деталей	25	15	5	3	–	2,5	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0

* Хранение поштучное

** Хранение в таре

Установив, таким образом, размеры площадей для хранения отдельных видов материалов и заготовок на стеллажах, на полу, в штабелях, отдельными

штуками, *надо нанести на план расположение этих мест или участков, оставив между ними проходы и проезды*, размеры которых должны соответствовать размерам применяемых транспортных средств. Как было отмечено выше, участки для хранения различных заготовок или материалов надо располагать в тех пролетах цеха, в которых будет обрабатываться тот или иной материал или заготовка. В результате такой планировки определится необходимая площадь всего склада.

Далее (если необходимо) выбираются размеры гнезд стеллажей, количество этих гнезд, число ярусов в стеллажах, общая высота и длина стеллажей так, чтобы их было достаточно для хранения запаса заготовок на установленный срок.

Можно определить площадь всего склада упрощенно – без подразделения ее на отдельные участки для разных сортов материала и заготовок. В этом случае подсчет ведется по средней грузонапряженности площади всего склада, принимая эту грузонапряженность равной примерно 1,5–2 т на 1 м², и по среднему числу дней, принятому для образования запаса материалов и заготовок. С учетом коэффициента $k_{и}$, выражающего отношение полезной площади склада к его общей площади, учитываются площади, занятые под проходы, проезды, места для рассортировки материалов и заготовок; величину его можно принять равным 0,4–0,5.

Площадь цехового склада составляет по ряду выполненных проектов примерно 10–15% от площади станочного отделения цеха; площадь цехового склада вместе с заготовительным отделением составляет 15–20% от станочной площади.

3.9.2. Проектирование склада готовых деталей и узлов (промежуточного) и межоперационного склада деталей. Накопительные системы

После проверки в контрольном отделении детали поступают в склад готовых деталей и узлов, так называемый промежуточный склад, расположенный в конце пролетов механического цеха, вслед за контрольным отделением, по пути движения деталей из механического цеха в сборочный.

Промежуточный склад служит для накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, и для снабжения готовыми деталями сборочного цеха. Промежуточный склад обеспечивает бесперебойную и планомерную сборку и выпуск готовых изделий.

Предварительная сборка узлов уменьшает запасы деталей на складе и тем самым размеры складов; для хранения деталей и узлов около мест сборки устраиваются складские площадки, на которых хранятся и комплектуются детали и узлы, необходимые для сборки машин. Иногда комплектование деталей и узлов производят в специальных *складах комплектования*. В этом случае площадь промежуточного склада для хранения деталей и узлов получается значительно меньшей.

При поточно-массовом производстве вместо промежуточного склада предусматриваются для хранения готовых деталей складские площадки в конце поточных линий. Запас деталей и узлов на этих площадках обычно равняется

потребности сборочного процесса на 0,5–1 день (сутки). Здесь же иногда (при отсутствии специальных складов комплектования) производится комплектование деталей и узлов, потребных для каждого рабочего места.

Для хранения деталей, узлов и других изделий применяются полочные стеллажи с гнездами, столы, подставки и другие специальные устройства. Типы и размеры стеллажей указаны выше. Ширина проходов между стеллажами и ширина главных проездов принимаются таких же размеров, как и для цехового склада материалов.

Общая площадь промежуточного склада определяется так же, как и для цеховых складов материала, т. е. на основе планировки стеллажей и других устройств для хранения запаса разных видов деталей на определенный срок с учетом проходов и проездов; обычно применяют упрощенный способ, когда общая площадь определяется на основе укрупненного расчета целиком всей площади склада без подразделения ее на отдельные места для хранения разных деталей.

Грузонапряженность площади пола промежуточных складов принимается меньшей, чем в цеховом складе материалов, так как большинство готовых деталей хранится на стеллажах или на специальных подставках, столах и в таре. Подсчет производится по той же формуле (3.1), что и для цехового склада материалов и заготовок, только в этом случае Q будет обозначать чистый вес готовых деталей, проходящих через склад в течение года. Коэффициент использования площади склада равен 0,4. Площадь промежуточного склада в среднем составляет 10% от станочной площади.

Хранение деталей в процессе их изготовления, т. е. между операциями обработки, производится на специально отведенных для этого площадках между станками. На этих площадках производится также контроль деталей.

Вместо таких площадок между станками иногда (при единичном, мелкосерийном, серийном и крупносерийном производстве) устраиваются так называемые *межоперационные склады*, предназначенные для хранения полуфабрикатов.

Площадь межоперационных складов надо рассчитывать не по чистому весу, как это делается для окончательно обработанных деталей, а по среднему, который можно примерно (с некоторым запасом) принимать на 7–8% больше чистого веса исходя из того, что отход материала при обработке равен в среднем 15% и что половина отхода снимается за первую обдирочную операцию. Кроме того, необходимо учесть, после скольких операций, т. е. сколько раз детали в процессе изготовления будут заходить для хранения на склад; в среднем для серийного машиностроения можно считать 5–6 операций, после которых детали будут заходить на склад в ожидании поступления на следующий станок.

Срок нахождения этих деталей на складе за время выполнения всех операций должен быть возможно малый; при единичном производстве принимается 6 дней, при мелкосерийном – 6, при серийном – 4, при крупносерийном – 2 дня.

Грузонапряженность площади пола для хранения деталей между операциями определяется по таблице 3.11. Исходя из этого размер общей площади межоперационного склада можно выразить следующей формулой:

$$F_{0.M} = \frac{Q_q k_0 t i}{\Phi q_{cp} k_u} M^2,$$

где Q_q – чистый вес готовых деталей, т; k_0 – коэффициент, учитывающий вес отходов за прошедшие операции обработки; t – количество дней нахождения деталей на складе за каждый заход; i – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад (между операциями обработки); Φ – количество рабочих дней в году; q_{cp} – средняя грузонапряженность площади склада в тоннах на 1 м^2 ; k_u – коэффициент использования площади склада, учитывающий площади, занятые под проходы и проезды и др. (равен примерно 0,4).

Для межоперационного хранения заготовок в автоматизированном производстве используются *стеллажи, лотки, магазины, тактовые и поворотные столы, бункеры, накопительные ячейки и т. п.*, которые образуют **накопительную систему**.

Заготовки могут размещаться в накопителях двумя способами: навалом и в ориентированном состоянии. В ориентированном состоянии полуфабрикаты размещают в кассетах, поддонах или спутниках. Устройства, принимающие кассеты и поддоны, разделяют на шиберные, дисковые и координатные столы. Устройства, в которых полуфабрикаты находятся навалом, могут ориентировать полуфабрикаты контактным и бесконтактным способами. Контактные устройства бывают вибрационные или с активным ворошением. Вибрационные устройства бывают вибробункерные и вибролотковые, а устройства с активным

ворошением разделяют на шиберные и дисковые. Бесконтактные устройства могут быть электромагнитными и пневматическими.

Бункерные устройства (дисковые, секторные, вибрационные и т. д.) осуществляют штучную выдачу в транспортную систему ориентированных полуфабрикатов. Для межоперационных заделов изделий простейшей формы

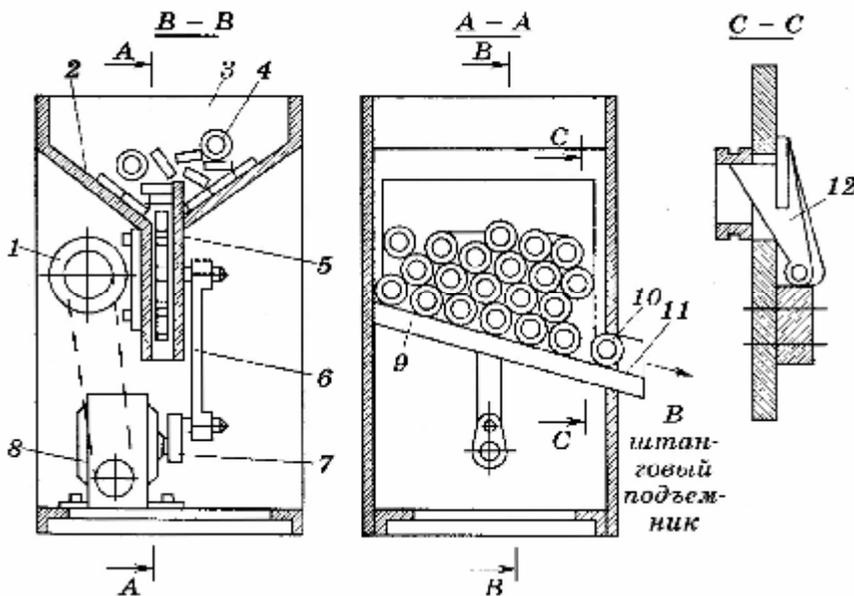


Рис. 3.17. Бункер-накопитель

применяют бункеры с шиберной подачей (рис. 3.17). От электродвигателя 1 через редуктор 8, кривошип 7 и шатун 6 возвратно-поступательное движение передается плоскому шиберу 5. Шибер воздействует на кольца 4 в бункере 3 и направляет их в щель, образованную стенкой 2 и шибером 5. По наклонному дну 9 кольца поступают к выходному окну 10. Для устранения сводов, образуемых кольцами между стенкой бункера и дном 9, перед выходным окном 10 на

шибере закрепляют подпружиненную собачку 12, которая непрерывно разрушает образующиеся своды и позволяет кольцам по лотку 11 поступать в штанговый подъемник.

Требуемая вместимость операционных накопителей, предназначенных для приема ориентированных полуфабрикатов, может быть обеспечена путем

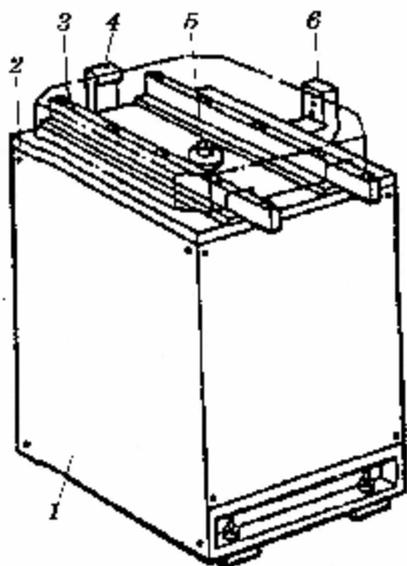


Рис. 3.18. Ячейка оперативного накопителя

установки различного числа оперативных ячеек. Конструкция оперативной ячейки типа координатного стола показана на рис. 3.18. На сварной раме 1 ячейки оперативного накопителя смонтирована плита 2, на которой имеются направляющие планки 3 и упор 4. Производственная тара при загрузке на ячейку перемещается по направляющим планкам до упора, и с помощью подпружиненной защелки 5 предотвращается произвольное смещение тары. Номер кода производственной тары, установленной на ячейку, считывается бесконтактным датчиком 6. Переналадка ячейки оперативного накопителя на установку производственной тары различных типоразмеров производится путем замены направляющих планок и смещения упора.

Схема функционирования накопителей зависит от способов транспортирования изделий, их числа и номенклатуры. Типовые схемы функционирования накопителей приведены на рис. 3.19. Схему, показанную на рис. 3.19, а, используют в тех случаях, когда вместимость участка конвейера 1 между технологическим оборудованием (ТО) 2 достаточна для обеспечения необходимого задела. При недостаточной вместимости используют дополнительно встроенные накопители кольцевого (рис. 3.19, б), тупикового (рис. 3.19, в) и комбинированного типов (рис. 3.19, г).

Оборотные заделы, доставляемые межоперационной транспортной системой 4, размещают в операционных накопителях, и при необходимости они автоматически выдают и принимают полуфабрикаты с загрузочной позиции 3. Схемы, показанные на рис. 3.19, б–г, позволяют подавать полуфабрикаты на загрузочную позицию в любой заданной последовательности, однако схемы, приведенные на рис. 3.19, б, в, удовлетворяют указанному требованию только при использовании межоперационной транспортной системы, а комбинированная

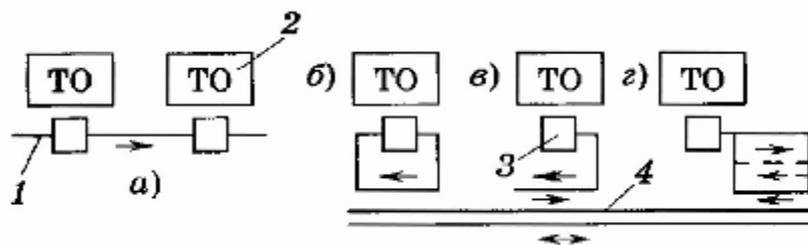


Рис. 3.19. Типовые схемы функционирования накопителей

схема позволяет это выполнить благодаря циркуляции полуфабрикатов в накопителе. Повышение вместимости накопителей может быть достигнуто путем установки специальных

магазинов или выполнения накопителей в несколько рядов (рис. 3.19, г).

Данные по расчетам подразделений сводятся в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

Площади цеха

Подразделение и его оборудование	Количество	Площадь, м ²
1. Производственное отделение (предназначено для механической обработки деталей)		
1.1. Станки малые (предназначены для...)	80	920
1.2. Станки средние (предназначены для...)	100	2110
1....	...	...
Итого по отделению	230	5300
2. Заготовительное отделение (предназначено для ...)		
2.1. Станки отрезные (предназначены для...)	1	25
...

4 ВЫБОР ВИДОВ ЦЕХОВОГО ТРАНСПОРТА И ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ. РАСЧЕТ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

В качестве цеховых транспортных средств применяются: электрические, авто- и ручные тележки; узкоколейные и ширококолейные железнодорожные пути; подвесные монорельсы с электрическими тельферами; поворотные краны в виде стрел с таями или тельферами; поворотные краны на колоннах, консольные краны; велосипедные краны; катучие и подвесные кран-балки с тельферами; мостовые электрические краны обыкновенные и с поворотными стрелами; конвейеры, рольганги, желоба, склизы, скаты, подъемники (лифты); пневматические подъемники (подробно см. курс лекций).

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от следующих факторов: характера изготавливаемой продукции, ее веса и размеров; вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота (т. е. количества перемещаемых грузов); назначения транспорта; типа или размеров обслуживаемых транспортом зданий.

В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы производственный процесс. Для этого надо подсчитать затрату времени на перемещение того или иного груза, установить соответствие этого времени темпу производственного процесса, определить затраты на намеченный транспорт и выяснить, в какой степени они отразятся на себестоимости продукции.

В рамках практических и лабораторных работ вид цехового транспорта определяется по критерию рациональности, а экономические расчеты не проводятся. *В отчете необходимо описать, какие виды транспорта и для каких работ применяются, и обосновать их количество.*

Необходимое количество подъемно-транспортных средств, зависящее от условий производства, можно определить: а) путем подробного расчета по каждому виду транспорта на основе веса перемещаемых грузов и б) на основе опытных данных.

Расчет потребного количества мостовых кранов по первому способу, т.е. на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций, ведется в следующем порядке.

1. Намечается количество деталей (тары с деталями) D , подлежащих транспортированию краном в течение года, на основе общей номенклатуры деталей (и тары) по годовой производственной программе.

2. Исходя из среднего количества переходов общей детали (тары) от одного рабочего места к другому, включая и склады, т. е. среднего количества крановых операций i , определяют общее количество крановых операций в год для транспортируемых краном деталей J_{Γ} , которое получится путем умножения среднего числа переходов одной детали от одного рабочего места к другому i на количество деталей (тары) D , подлежащих транспортированию в течение года, т. е.

$$J_{\Gamma} = Di.$$

3. По полученному годовому числу крановых операций J_{Γ} определяют число крановых операций в одну смену J_{CM} ; оно получится путем деления годового числа операций J_{Γ} на общее количество смен за все годовое количество дней (суток) Φt (Φ — количество рабочих дней в году, t — количество рабочих смен в сутки), т. е.

$$J_{CM} = \frac{J_{\Gamma}}{\Phi t} = \frac{Di}{\Phi t}.$$

4. Исходя из длины технологической линии, определяется средняя длина пути крана (туда и обратно) на одну крановую операцию l_{cp} , м.

5. Зная скорость движения крана по его характеристике, находят время t_{kp} (мин), потребное на пробег крана за одну крановую операцию, путем деления средней длины пути крана (туда и обратно) l_{cp} (м) за одну крановую операцию на среднюю скорость движения крана v_{cp} в м/мин, т. е.

$$t_{kp} = \frac{l_{cp}}{v_{cp}}.$$

6. Полученное время t_{kp} , потребное на пробег крана за одну крановую операцию, надо умножить на число крановых операций в смену J_{CM} , в результате чего получится время T_{kp} (мин), потребное на пробег крана за все крановые операции в одну смену, т. е.

$$T_{kp} = t_{kp} J_{CM} = \frac{l_{cp}}{v_{cp}} \frac{Di}{\Phi t}.$$

7. Определяется время на загрузку крана деталями T_3 и разгрузку крана T_p в смену в минутах, каждое из которых получается умножением времени загрузки t_3 , и разгрузки t_p крана в минутах для одной операции на число всех крановых операций в смену J_{CM} , т. е.

$$T_3 = t_3 J_{CM} = t_3 \frac{Di}{\Phi t};$$

$$T_p = t_p J_{CM} = t_p \frac{Di}{\Phi t}$$

(t_3 и t_p принимаются по практическим данным).

8. Суммируя время пробега крана в смену $T_{кр}$, время на загрузку T_z и разгрузку T_r крана в смену, получают общее время работы крана в смену $T_{см}$ в мин, т. е.

$$T_{см} = T_{кр} + T_z + T_r = J_{см} (t_{кр} + t_z + t_r) = \frac{Di}{\Phi m} \left(\frac{l_{ср}}{n_{ср}} + t_z + t_r \right)$$

9. Разделив полученное общее время работы крана в смену (в мин) на действительный (расчетный) фонд времени его работы в смену f_d (в мин), получают необходимое расчетное количество кранов K_p , т.е.

$$K_p = \frac{T_{см}}{f_d} = \frac{T_{см}}{fk} \text{ или}$$

$$K_p = \frac{Di}{\Phi m} \left(\frac{l_{ср}}{n_{ср}} + t_z + t_r \right), \quad (4.1)$$

где f — номинальный фонд времени крана в смену (мин) (количество минут в рабочую смену); k — коэффициент, учитывающий простой крана из-за ремонта.

Если подсчитанное количество получилось дробным числом или целым числом с дробью, оно округляется до целого, называемого принятым количеством кранов $K_{пр}$.

10. Делением расчетного числа кранов K_p на принятое $K_{пр}$ определяют коэффициент их использования (загрузки) по времени $\eta_{кр}$, т.е.

$$\eta_{кр} = \frac{K_p}{K_{пр}}. \quad (4.2)$$

В случае неравномерности загрузки кранов по сменам надо производить расчет на каждую смену отдельно — по количеству деталей, транспортируемых в течение смены; количество кранов принимается по смене с наибольшим количеством транспортируемых деталей.

Величина коэффициента загрузки кранов по времени в зависимости от условий и характера производства бывает различной; для механических и сборочных цехов средний коэффициент загрузки равен примерно 0,75.

Упрощенно количество мостовых кранов в пролете определяют исходя из длины обслуживаемого пролета; так, например, для механических и сборочных цехов принимают один кран на каждые 50–60 м длины пролета, для литейных цехов — один кран на каждые 30–50 м, для кузнечных цехов — один кран на каждые 40–50 м.

При значительной загруженности, особенно крупных кранов, целесообразно составлять графики их работы, в которых должна быть отражена увязка их работы во времени и пространстве, т.е. должны быть показаны продолжительность работы кранов на отдельных операциях, длина проходимого ими пути и распределение обслуживаемых мест с указанием, не закрывает ли один кран

другому путь для движения.

Пример: подсчитать потребное количество мостовых 5-тонных кранов в одном пролете механического цеха, в котором краном должны транспортироваться 16 000 деталей в год (D) весом свыше 400 кг каждая (детали меньшего веса перевозятся электротележками). Среднее число переходов одной детали со станка на станок, включая перегрузку в двух складах, принимаем равным 5; таким образом, на каждую деталь будет пять крановых операций (i).

Средняя длина пути за одну операцию 45 м (l_{cp}) при средней скорости движения крана 50 м/мин (v_{cp}).

Время загрузки (t_3) и разгрузки (t_p) крана на одну крановую операцию можно принять в среднем по 2 мин.

При номинальном фонде времени крана в одну смену 480 мин (f), коэффициенте, учитывающем простой крана из-за ремонта, 0,98 ($\eta_{кр}$), количестве рабочих дней в году 260 (Φ) и двухсменной работе (τ) расчетное количество кранов по формуле (4.1) равно

$$K_p = \frac{16000 \cdot 5}{260 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{45}{50} + 2 + 2\right)}{480 \cdot 0,98} \approx 1,65.$$

Принимая два крана, находим коэффициент использования (загрузки) кранов по времени:

$$h_{кр} = \frac{K_p}{K_{np}} = \frac{1,65}{2} = 0,83.$$

Количество элементов *напольно-тележечного транспорта* (электротележки, электроштабелеры, погрузчики и т. п.) определяют аналогичным способом, исходя из веса деталей, перевозимых в течение года, времени пробега тележки и времени на ее загрузку и разгрузку.

Обозначим:

J_g — количество транспортных операций в год;

Q — вес деталей, транспортируемых в год, т;

q — заполнение электротележки за один рейс, т;

i — среднее количество транспортных операций на одну деталь;

$T_{тр}$ — время пробега электротележки в год за все транспортные операции, ч;

$t_{т}$ — время пробега электротележки за один рейс туда и обратно (за одну операцию), мин;

l_{cp} — средний пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м;

v — средняя скорость электротележки, м/мин;

T_3 — время на загрузку электротележки в год, ч;

t_3 — время на загрузку электротележки за каждую операцию, мин;

T_p — время на разгрузку электротележки в год, ч;

t_p — время на разгрузку электротележки за каждую операцию, мин;

$T_{г}$ — общее время работы электротележки в год, ч;

F — номинальный годовой фонд времени электротележки при работе в одну смену, ч;

m — количество смен работы электротележки в сутки;

$K_{т}$ — коэффициент, учитывающий простой электротележки из-за ремонта;

$K_{т.р}$ — расчетное количество электротележек;

$K_{т.пр}$ — принятое количество электротележек;

$\eta_{т}$ — коэффициент загрузки электротележки по времени.

Тогда получим

$$K_{т.р} = \frac{T_{г}}{Fmk_{т}} = \frac{Qi}{q \cdot 60Fmk_{т}} \left(\frac{l_{cp}}{v} + t_3 + t_p \right) \quad (4.3)$$

$$h_T = \frac{K_{T.P.}}{K_{T.ПП}}. \quad (4.4)$$

Пример. Все детали весом до 100 кг транспортируются в цехе электротележками; мелкие детали — в ящиках, более крупные — навалом на платформу тележки; общий вес транспортируемых деталей в год 3000 т (Q).

Принимаем:

среднее количество переходов одной детали со станка на станок с учетом перевозок заготовок из цехового склада и обработанных деталей в промежуточный склад — за пять, что составит пять транспортных операций на каждую деталь (i);

заполнение электротележки за один рейс в среднем 0,40 т (q);

средний пробег электротележки за один рейс туда и обратно $45 \times 2 = 90$ м (lcp);

среднюю скорость электротележки 100 м/мин (vcp);

время на загрузку (tz) и разгрузку (tr) электротележки за каждую операцию по 5 мин;

номинальный годовой фонд времени электротележки (для одной смены) 2070 ч (F),

режим работы двухсменный (т), коэффициент, учитывающий простой тележки ремонта, 0,97 (Kт).

Подставляя указанные значения в формулу (4.3), получим

$$K_{T.P.} = \frac{3000 \cdot 5}{0,40 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{90}{100} + 5 + 5 \right) \approx 1,69.$$

Принимая две тележки, найдем величину коэффициента загрузки (по времени):

$$h_T = \frac{K_{T.P.}}{K_{T.ПП}} = \frac{1,69}{2} \approx 0,85.$$

Основными расчетными параметрами подвесных конвейеров могут быть скорость или производительность конвейера.

Скорость конвейера

$$V = \frac{Ql}{60n} \quad \text{или} \quad V = \frac{l}{tn},$$

где Q — производительность конвейера в шт/ч; τ — такт работы в мин; l — шаг подвесок в м; n — количество изделий на одной подвеске в шт.

Для конвейеров, обслуживающих станочные линии, скорость принимают 1–6 м/мин (при массе изделий 30–50 кг. скорость принимают не более 3 м/мин).

При необходимости создания запаса на конвейере в расчет вводят коэффициент увеличения производительности (до 5). При обслуживании подвесным конвейером моечных, окрасочных или сушильных камер скорость его определяют по формуле

$$V = \frac{L}{T_0},$$

где L — общая длина рабочего участка камеры; T₀ — технологическое время обработки.

В некоторых случаях для расчёта числа транспортных конвейеров определяют их производительность (при заданной скорости):

$$Q = \frac{Vn60}{l}.$$

Все данные расчетов по транспортной цеховой системе сводятся в таблицу 4.1

Таблица 4.1

Подъемно-транспортные устройства

№	Вид ПТУ	Используется для	Количество
1	Мостовой кран	перемещения деталей №... со станка 28 на станок 45, а также для	2
...

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПОДСОСНОВЫ

Производственные здания в зависимости от процессов, происходящих в них, делятся на *основные производственные, обслуживающие и вспомогательные*. Эти здания классифицируются по ряду специальных признаков: по степени капитальности, по огнестойкости и по степени пожарной опасности.

Производственные здания различают по объемно-планировочным решениям и эксплуатационным режимам. Так, в массовом строительстве применяют здания:

одноэтажные и многоэтажные;

со световыми или аэрационными фонарями и бесфонарные;

без кранового оборудования и крановые (крановые здания оборудованы мостовыми опорными кранами, а бескрановые могут быть оборудованы подвесным транспортом);

отапливаемые и неотапливаемые (холодные и горячие цехи с избыточным производственным выделением тепла); с плоскими и скатными кровлями;

с наружным отводом атмосферных вод с кровли и с внутренними водостоками.

5.1. Одноэтажные здания

5.1.1. Определение габаритной схемы

Одноэтажные здания по развернутой площади составляют в общем объеме промышленного строительства примерно 85%, причем крановые – 20-25% и бескрановые – 60-65%.

Форма одноэтажных производственных зданий должна быть наиболее простой, в виде прямоугольника (или квадрата), так как затраты на строительство здания сложной конфигурации увеличиваются. Однако, исходя из условий производственного процесса, вентиляции, освещения, необходимости избежать внутренних водостоков, а также из других соображений, приходится применять для некоторых цехов (кузнечных, прессовых и др.) здания усложненной формы – в виде букв П и Ш или других форм.

Одноэтажные здания, как правило, *экономичнее* многоэтажных. Одноэтажные здания имеют преимущества в отношении расстановки оборудования и размещения цехов с тяжелым оборудованием в связи с наличием большей площади, не стесненной частым расположением колонн, с широкими возможностями использования всех видов горизонтального транспорта. Поэтому для предприятий *машиностроения строят преимущественно одноэтажные зда-*

ния.

Одноэтажные здания могут быть запроектированы с полным или неполным каркасом, а также с несущими стенами. В зданиях с полным каркасом вертикальными несущими элементами являются колонны; наружные же стены становятся лишь ограждающими элементами, т.е. заполнением. В зданиях с неполным каркасом несущие колонны располагают только внутри здания, наружные же стены также делают несущими, выполняющими одновременно также функции и ограждающих конструкций.

В массовом промышленном строительстве применяют, главным образом, конструктивную схему с полным каркасом. Эта схема является типовой и обеспечивает экономичные решения зданий с полной унификацией сборных элементов (рис. 5.1).

Конструктивные схемы с неполным каркасом и несущими стенами применяются редко, преимущественно для небольших зданий подсобного назначения.

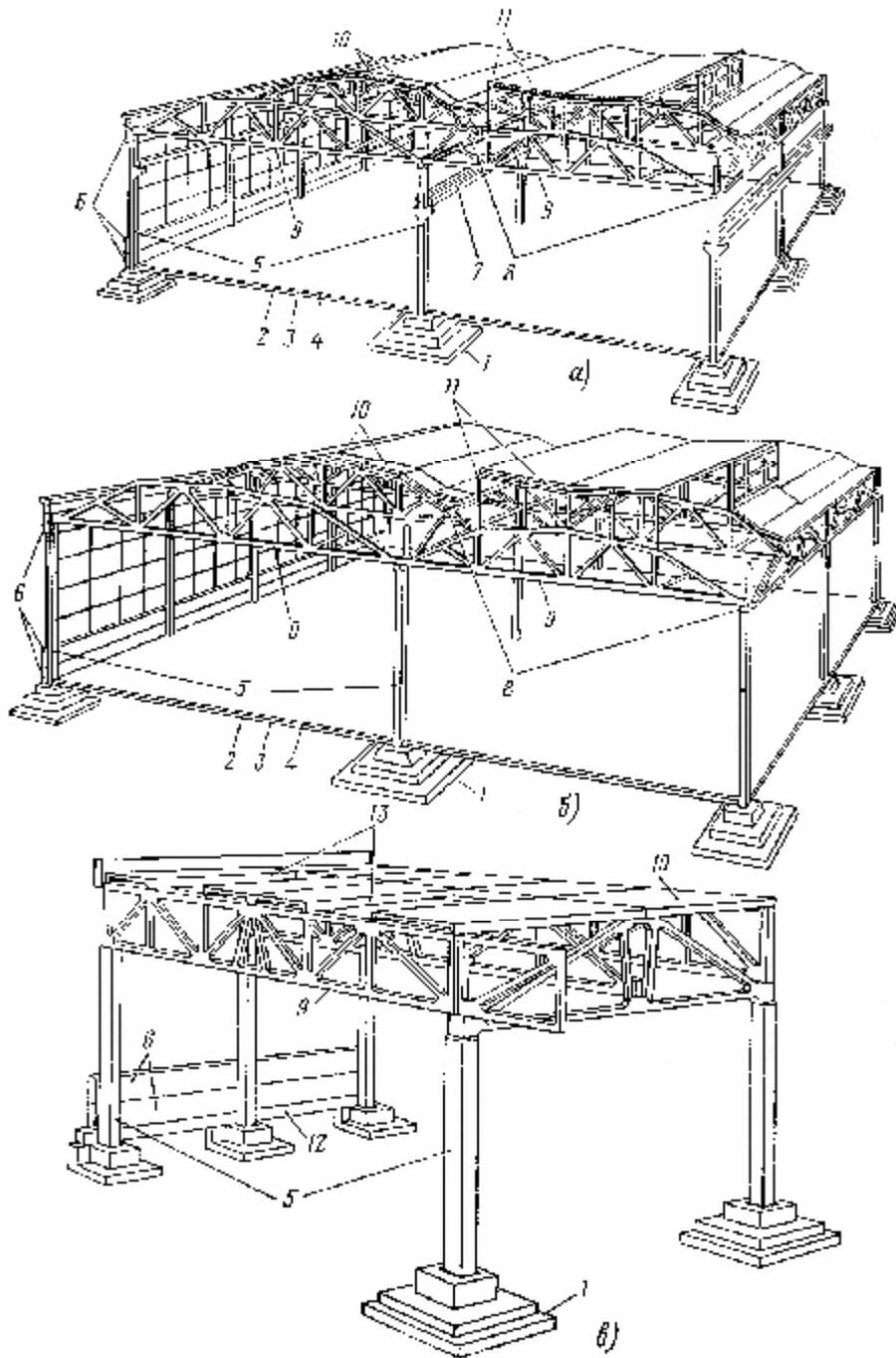


Рис. 5.1. Пролёты и конструктивные элементы зданий с полным каркасом:

а – крановые пролёты; *б* – бескрановые пролёты со скатной кровлей и светоаэрационными фонарями; *в* – бескрановые пролёты с плоской кровлей и световыми плафонами; 1 – фундамент; 2 – бетонная подготовка; 3 – стяжка; 4 – покрытие пола; 5 – колонны; 6 – стеновые панели; 7 – подкрановая балка; 8 – подстропильные фермы; 9 – стропильные фермы; 10 – крупнопанельный настил; 11 – стальная рама фонаря; 12 – фундаментная балка; 13 – места для установки световых плафонов

Основными структурными частями зданий являются пролеты. Под **пролетом** понимается объемная часть здания, ограниченная двумя смежными рядами вертикальных несущих конструкций (для здания с полным каркасом – рядами колонн). При разработке технологической части проекта определяются основные строительные параметры здания, которые служат основой для разработки строительной части проекта.

На рис. 5.2 даны примеры изображения схематических планов зданий с полным каркасом и дано обозначение строительных параметров здания. Основными строительными параметрами здания в плане являются: *ширина пролета L* – расстояние между продольными разбивочными осями и *шаг колонн t* – расстояние между поперечными разбивочными осями. Сочетание ширины пролета и шага колонн образует сетку колонн, обозначаемую произведением $L \times t$.

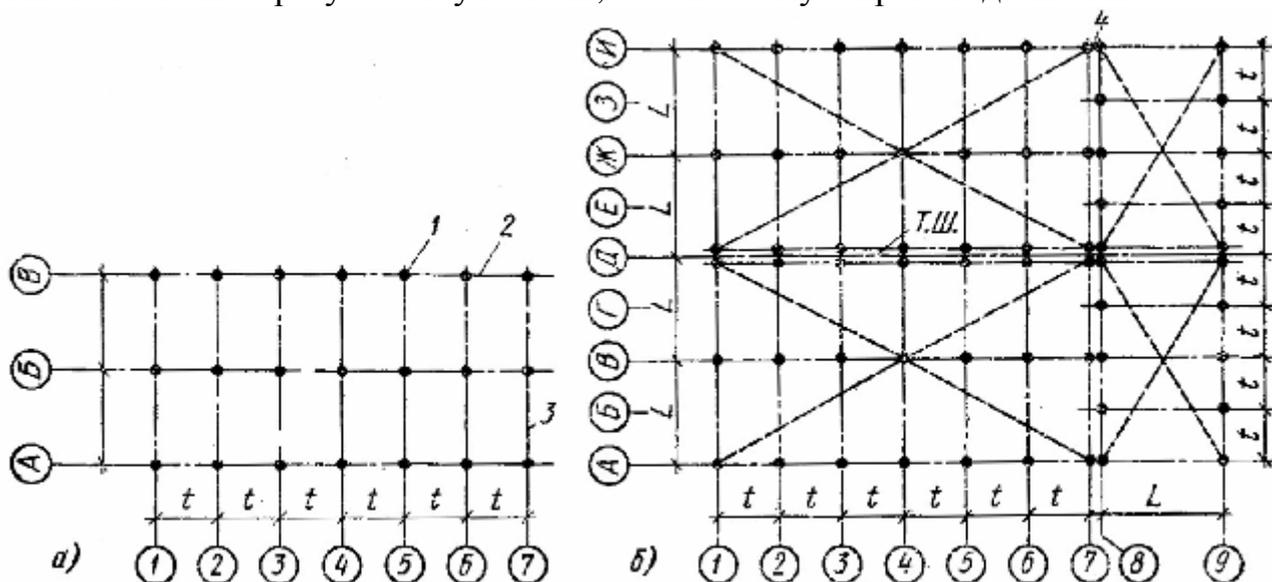


Рис. 5.2. Примеры изображения схематических планов зданий:

а – двухпролётного; б – четырёхпролётного с поперечным пролётом; 1 – колонна; 2 – продольная разбивочная ось; 3 – поперечная разбивочная ось; т.ш. – температурный шов

Основным параметром здания в разрезе является **высота пролета** (расстояние от чистого пола до низа несущих конструкций покрытий).

В производственных зданиях, имеющих значительную протяженность, а также состоящих из нескольких объемов с разными высотами и нагрузками, устраивают температурные (деформационные) швы для ограничения усилий, возникающих от перепада температур (см. рис. 5.2). Температурные швы расчленяют здание на отдельные отсеки (температурные блоки) (на рис. 5.2 показаны штриховыми диагоналями). Размеры между поперечными швами принимаются до 72 м, а между продольными – до 144 м. Температурные швы должны расчленять как каркас здания, так и все конструкции, на него опирающиеся.

Общая **высота кранового здания H** (см. рис. 5.3) от пола до нижней выступающей части верхнего перекрытия или до нижней точки стропильной затяжки складывается из расстояния H , от пола до головки подкранового рельса, и расстояния h , от головки рельса до нижней выступающей части верхнего перекрытия или до нижней точки стропильной затяжки, которое зависит только от

конструкции крана и его габаритного размера по высоте, т. е.

$$H = H_1 + h. \quad (5.1)$$

Величина H_1 , складывается из следующих величин:

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (5.2)$$

где k – высота наиболее высокого станка; если станки невысокие, то этот размер принимается не менее 2,3 м, т. е. несколько выше роста человека; z – промежуток между транспортируемым изделием, поднятым в крайнее верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка (оборудования); этот промежуток принимается равным 0,5–1,0 м; e – высота наибольшего по размеру изделия в положении транспортирования, м; f – расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до центра крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом и зависящее от размеров изделия; принимается не менее 1 м; c – расстояние от предельного верхнего положения крюка до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса; принимается по стандартам электрических мостовых кранов; величина этого расстояния колеблется в пределах от 0,5 до 1,6 м в зависимости от конструкции и грузоподъемности крана.

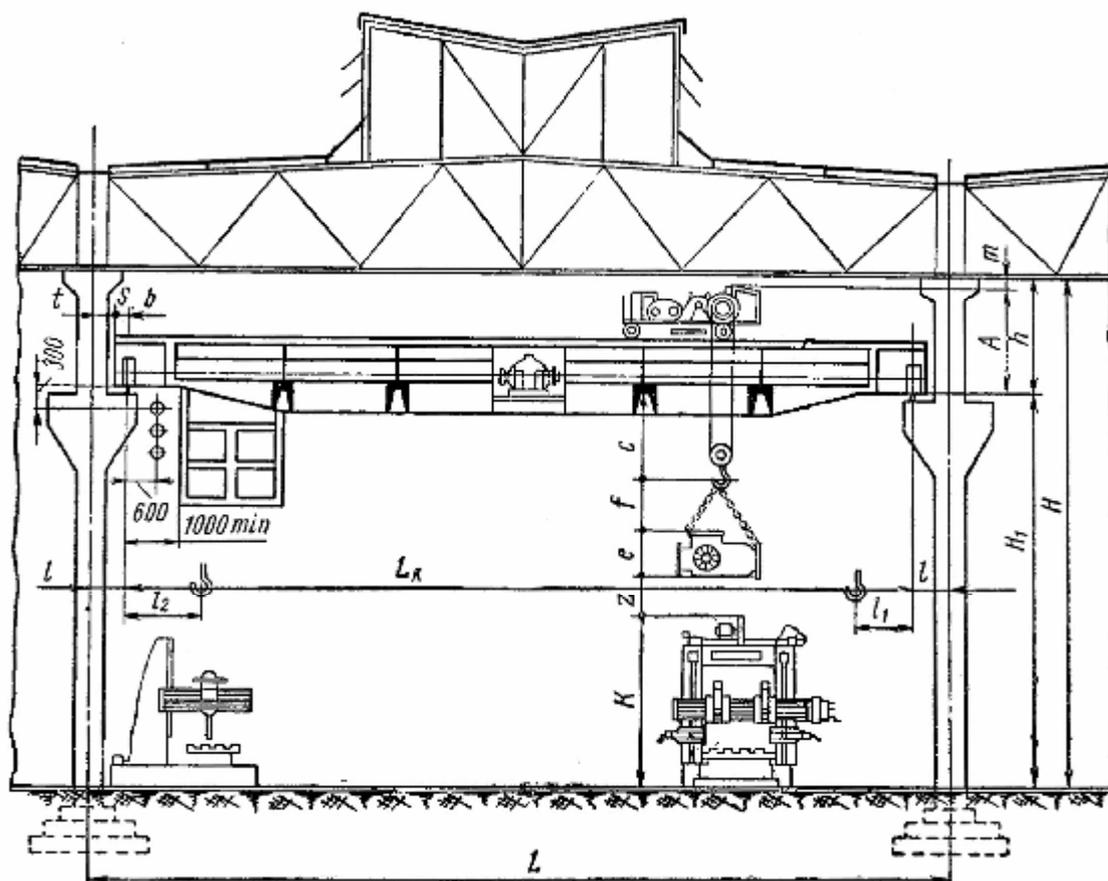


Рис. 5.3. Схема для определения высоты и ширины пролета цеха

Если высоких станков в пролете немного, высота пролета может быть принята без учета возможности транспортирования деталей над наиболее высокими станками; при этом должна быть обеспечена только возможность прохода крана над этими станками. Полученная таким образом высота пролета H_1 от

пола до головки рельса будет минимальной. Самая малая высота для цеха, оснащенного электрическим мостовым краном – 6,15 м. В зависимости от рода производства и размеров оборудования она часто бывает значительно выше и в цехах тяжелого машиностроения доходит до 23 м.

Вторая часть высоты пролета h определяется в зависимости от конструкции и размеров крана: она равна сумме габаритной высоты крана A (см. рис. 136) и расстояния m между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия или затяжки стропильной фермы, т. е.

$$h = A + m. \quad (5.3)$$

Высота электрических мостовых кранов A установлена стандартом (ГОСТ) в зависимости от грузоподъемности кранов. Она колеблется в пределах от 2100 мм (для кранов грузоподъемностью 10 т) до 5200 мм (для кранов грузоподъемностью 250 т).

Расстояние между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия (или затяжки стропильной фермы) m должно быть не менее 100 мм (при расположении троллейных проходов сбоку под краном).

При определении высоты следует учитывать санитарно-гигиенические требования, по которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м^3 объема производственного помещения и не менее $4,5 \text{ м}^2$ площади; высота производственных помещений должна быть не менее 3,2 м от пола до потолка, а высота от пола до выступающих частей конструкции здания — не менее 2,6 м.

Высота производственного помещения зависит также от ширины пролетов: чем шире пролет, тем больше должна быть его высота; при малой высоте и большой ширине пролета получается недостаточная и неравномерная освещенность цеха. Исходя из вышеприведенных соображений можно установить наиболее приемлемые размеры высот для различных конструкций зданий в соответствии с шириной пролетов.

Пролетом мостового крана L_k (м) называется расстояние между вертикальными осями крановых рельсов (см. рис. 5.3).

Ширина пролета здания L (рис. 5.3) равна

$$L = L_k + 2l, \quad (5.4)$$

где l – расстояние от оси колонн до вертикальной оси кранового рельса, м.

Размеры распространенных пролетов кранов в соответствии с шириной пролетов зданий приведены в табл. 5.2. При установке нескольких кранов разной грузоподъемности на одном пути пролет крана берется по крану наибольшей грузоподъемности. При двухъярусном расположении кранов указанные в таблице 5.2 размеры пролетов следует относить к кранам верхнего яруса.

Размер l установлен (по стандарту) различным в зависимости от грузоподъемности кранов; он складывается из следующих величин (рис. 5.3):

1) размера t от оси колонны до края ее в том месте, где располагается подкрановый рельс;

Таблица 5.2

Размеры пролетов кранов и зданий

Ширина пролёта здания L , м	Ширина пролёта крана L_k (м) при грузоподъёмности кранов		
	до 15 т	20—75 т	свыше 75 т
9	8	—	—
12	11	10,5	—
15	14	13,5	13
18	17	16,5	16
21	20	19,5	19
24	23	22,5	22
27	26	25,5	25
30	29	28,5	28
33	32	31,5	31

2) размера s – промежутка между колонной (или стеной) и крайней выступающей частью крана; принимается для кранов грузоподъемностью 5–10 т среднего и тяжелого режимов работы не менее 60 мм и для кранов грузоподъемностью 75—250 т не менее 75 мм;

3) размера b между крайней габаритной линией крана и осью подкранового пути; величина этого размера устанавливается в зависимости от грузоподъемности крана, она колеблется от 230 (для 5 т кранов) до 500 мм (для 250 т кранов).

Согласно принятым обозначениям

$$L = L_k + 2l = L_k + 2(t + s + b). \quad (5.5)$$

Таким образом, для кранов грузоподъемностью до 15 т

$$2(t + s + b) = 1000 \text{ мм};$$

для кранов грузоподъемностью 20–75 т

$$2(t + s + b) = 1500 \text{ мм};$$

для кранов грузоподъемностью свыше 75 т

$$2(t + s + b) = 2000 \text{ мм};$$

Так как значения s и b принимаются по ГОСТу, то из указанных равенств определяется и величина t , а значит, и размер $2t$ колонны в направлении ширины пролета.

При выборе ширины пролета здания и установлении необходимых размеров между осями подкрановых путей надо иметь в виду, что при крайнем положении тележки крюк крана не доходит до оси подкранового рельса на некоторое расстояние l_1 и l_2 (см. рис. 5.3). Величина расстояния от крайнего положения крана до оси подкранового рельса зависит от размеров крана, причем оно не одинаково для главного крюка и вспомогательного; кроме того, это расстояние зависит оттого, на какой стороне крана находится крюк.

Наибольший недоход главного крюка l_1 кранов грузоподъемностью 5 т составляет 1100 мм, 15 т – 1300 мм, 30 т – 1600 мм, 75–125 т – 1900 мм и 150–250 т – 2500 мм, наибольший недоход вспомогательного крюка – в пределах от 2250 мм (для крана 15 т) до 3800 мм (для кранов 150–250 т). Наибольший недоход главного крюка l_2 (с другой стороны) кранов грузоподъемностью 5 т составляет 800 мм, 15 т – 1950 мм, 75–125 т – 2700 мм, 150–250 т – 3200 мм; наибольший недоход вспомогательного крюка – от 1000 до 1900 мм (для кранов от 15 до 250 т).

Размеры пролетов для отдельных цехов в зависимости от рода машино-

строения и характера выполняемых работ приняты: для механических и сборочных цехов 18, 24, 30 и 36 м, для литейных – 18, 24 и 30 м, для кузнечных – 18, 24, 30 и 36 м, для термических – 18 и 24 м.

С целью ограничения неоправданного разнообразия элементов конструкций и деталей зданий заводского изготовления нормами предусматривается применение **унифицированных габаритных схем зданий** для всех отраслей промышленности. На основе этих норм для пролетов одноэтажных корпусов механических цехов нормами технологического проектирования установлены основные строительные характеристики, которыми *необходимо руководствоваться* при проектировании машиностроительных заводов (таблица 5.3).

Таблица 5.3

Основные строительные характеристики пролётов одноэтажных корпусов механических цехов

Размеры пролётов в м (шаг колонн 12 м)			Подъёмно-транспортные средства		
Ширина пролётов	Высота до низа конструкции покрытия	Отметка головки кранового рельса	Наименование	Грузоподъёмность в т	
18	6; 7,2; 8,4	—	Подвесные краны	0,5—5	
24	7,2; 8,4	—			
18	10,8; 12,6	8,15; 9,65	Электромостовые краны	10; 20/5; 30/5	
24					
24	16,2; 18	12,65; 14,45			
30					
30/36	16,2; 18	12; 13,8			75/20
30/36	16,2; 18; 19,8	12; 13,8; 15,6			100/20
30	16,2; 18; 19,8	11,2; 13; 14,8			150/30
36					

Размеры строительных параметров, так же как и конструктивных элементов зданий, строительных изделий и оборудования, устанавливаются на основе единой модульной системы (ЕМС). ЕМС исходит из основного модуля, равного 100 мм и обозначаемого буквой М, на основе которого образуются производные модули – укрупненные и дробные. Размеры ширины пролетов и шагов принимаются кратными укрупненным модулям 60М (6 м) и 30М (3 м). Высота этажей производственных зданий принимается кратной укрупненным модулям 12М (1,2 м) и 6М (0,6 м), зданий административно-бытового назначения – кратной модулю 3М (0,3 м).

Ширина пролета принята равной 18 и 24 м. в бескрановых и 18, 24, 30 и 36 м. – в крановых зданиях. Шаг средних колонн – 12 м. Шаг крайних (пристенных) колонн принимается 6 или 12 м в зависимости от конструкции стеновых ограждений. Принятые в унифицированных габаритных схемах размеры пролетов и шагов колонн *в два и более раз крупнее*, чем у большинства построенных ранее заводов, что обеспечивает указанные выше преимущества. В ряде машиностроительных производств для повышения эффективности использования производственной площади целесообразно применение еще более укрупненной сетки колонн, причем наибольшая экономия площади при дальнейшем укрупнении сетки колонн достигается в цехах с крупным оборудованием.

В пролетах, не имеющих подъемных кранов (см. глава 3), может применяться подвесное подъемно-транспортное оборудование (кранбалки грузоподъемностью 0,5–5 т, подвесные конвейеры и др.). При изготовлении мелких деталей и узлов пролеты могут обслуживаться только напольным транспортом. При использовании кранбалок грузоподъемностью до 3,2 т их располагают в один или два ряда по ширине пролета, при грузоподъемности более 3,2 т – в один ряд.

В *бескрановых пролетах* могут размещаться механические цехи для обработки средних и мелких деталей, цехи термические окрасочные и металлопокрытий, сборочные цехи и отделения, испытательные станции и склады. Крановые пролеты, оборудованные мостовыми кранами до 30 т, используют для размещения механических отделений для обработки крупных деталей, штампомеханических и ремонтно-механических цехов, отделения сборки тяжелых изделий механосборочных цехов, термических цехов и складов с железнодорожным вводом. Пролеты с мостовыми кранами грузоподъемностью более 30 т. применяют в зданиях заводов тяжелого машиностроения.

Унифицированная высота пролетов установлена 6–8,4 м в бескрановых пролетах и 10,8–19,8 м – в крановых. Высота пролетов устанавливается в зависимости от типа применяемого подъемно-транспортного оборудования, веса и габаритов деталей и узлов, высоты их подъема, максимальной высоты технологического и складского оборудования с учетом требования к вентиляции помещений цехов.

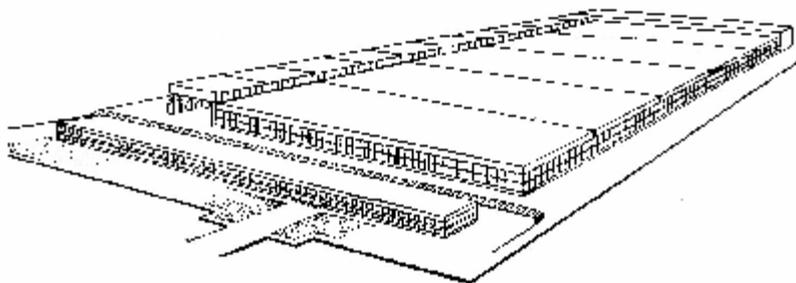
Дальнейшим развитием типизации и унификации элементов зданий явилось создание *унифицированных типовых секций (УТС)* для использования при строительстве заводов ряда отраслей промышленности. Унифицированная типовая секция представляет собой объемную часть здания, состоящую из одного или нескольких одинаковых пролетов постоянной высоты. В приложении 1 приведены схематические планы и разрезы УТС для различных производств (кроме литейных, кузнечных и прессовых).

Оптимальные размеры секций и их площадей выбраны на основе анализа ранее применявшихся проектов производственных зданий. Так, длина секции (размер вдоль пролета) производственного здания для предприятий машиностроения не превышает 72 м, т.е. принятого предельного расстояния между поперечными температурными швами. Максимальная ширина секции (размер поперёк пролетов) принята 144 м, что также соответствует предельному расстоянию между продольными температурными швами. Таким образом, каждая секция представляет собой температурный блок (отсек).

Высота пролетов секций принимается в зависимости от вида транспортно-го оборудования. Предусмотрены крановые и бескрановые секции. Конструктивные решения УТС предусматривают максимальное применение сборных железобетонных конструкций заводского изготовления по утвержденной номенклатуре.

Применение УТС обеспечивает возможность широкой блокировки производств в одном здании при одновременном упрощении объемно- планировочных решений и резком сокращении количества типоразмеров конструкций.

Основные секции имеют размеры в плане 144×72 м и 72×72 м с сетками колонн 18×12 м и 24×12 м. Пристенные ряды колонн применяются с шагом, равным 6 м. Высоты пролетов бескрановых и с подвесным транспортом грузоподъемностью до 5 т – 6 и 7,2 м; высоты пролетов с мостовыми кранами до 30 т – 10,8 и 12,6 м. Кроме основных, предусмотрены дополнительные секции длиной 72 м и шириной в один и два пролета для тех случаев, когда по условиям производства требуются поперечные или дополнительные продольные пролёты (обычно для сборочных цехов и складов). Дополнительные секции только крановые. При грузоподъемности мостовых кранов до 30 т размеры секции в плане приняты 24×72 м и $(24+24) \times 72$ м с высотами 10,8 и 12,6 м; при грузоподъемности кранов до 50 т – 30×72 м с высотами 16,2 и 18 м.



Различные сочетания указанных строительных параметров образуют 36 вариантов типоразмеров основных и дополнительных секций (приложение 1).

Рис. 5.4. Автоборочный завод, спроектированный из унифицированных типовых секций

Завод состоит из пяти основных секций 144×72 м и двух дополнительных секций с пролетом 30 м. Вдоль здания размещается крытая эстакада. На переднем плане находится административно-бытовой корпус, связанный с производственным подземным переходом.

На рис. 5.4 схематически изображен завод, спроектированный на основе секционного метода.

При проектировании зданий из УТС применяется особая методика оформления и комплектации рабочих чертежей строительной части. Руководящие материалы для использования УТС содержат каталоги унифицированных элементов зданий, рабочие чертежи УТС и указания по их применению.

5.1.2. Определение основных конструктивных элементов зданий

Основными элементами каркасов одноэтажных зданий являются: фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные конструкции, подкрановые балки (см. рис. 5.1). При проектировании зданий должно предусматриваться применение унифицированных сборных железобетонных элементов заводского изготовления. *Железобетонные* конструкции долговечны, негоряемы и дают экономию стали. *Стальные* конструкции в настоящее время разрешается применять для зданий, оборудованных кранами грузоподъемностью более 50 т или высотой более 18 м. Экономически целесообразно применять стальные подкрановые балки для кранов любой грузоподъемности и стальные фермы пролетом более 24 м.

Фундаменты при каркасной конструкции здания наиболее целесообразно применять отдельно стоящими, выполненными из железобетона. На них опираются колонны и фундаментные балки (рис. 5.5). Обрез фундамента располагается на уровне планировочной отметки земли, которая принимается на 150

мм ниже уровня чистого пола.

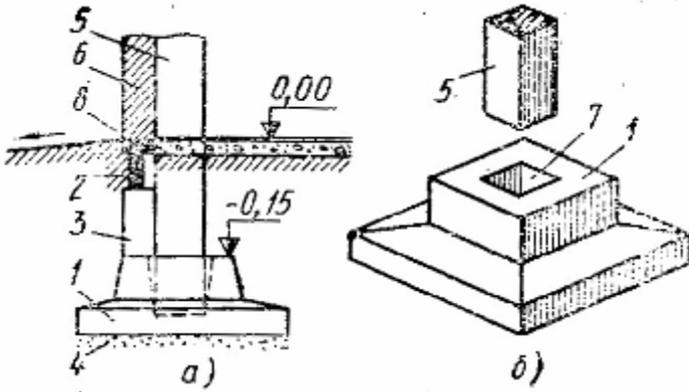


Рис. 5.5. Сборный железобетонный фундамент стаканного типа:

а – схема; б – общий вид; 1 – подколонник; 2 – фундаментальная балка; 3 – бетонный столбик; 5 – колонна; 6 – стена; 7 – гнездо (стакан) для колонны; 8 – гидроизоляция

гом основных колонн 12 м. Колонны прямоугольного сечения применяются в бескрановых зданиях высотой 6; 7,2 и 8,4 м. В зданиях с опорными кранами грузоподъемностью 10–50 т и высотой до 18 м применяются колонны с двухветвевой подкрановой частью. Фахверковые колонны устанавливают в торцах здания и между основными колоннами крайних рядов при 12-метровом шаге и 6-метровых стеновых панелях.

Колонны по расположению их в здании подразделяются на средние и крайние. К последним с наружной стороны примыкают стеновые ограждения. Крайние колонны, в свою очередь, подразделяются на основные, воспринимающие нагрузки от конструкций покрытия, кранов и стен, и фахверковые, служащие только для крепления стен.

На рис. 5.6 изображены унифицированные железобетонные колонны, предназначенные для зданий с пролетами до 30 м и шагом

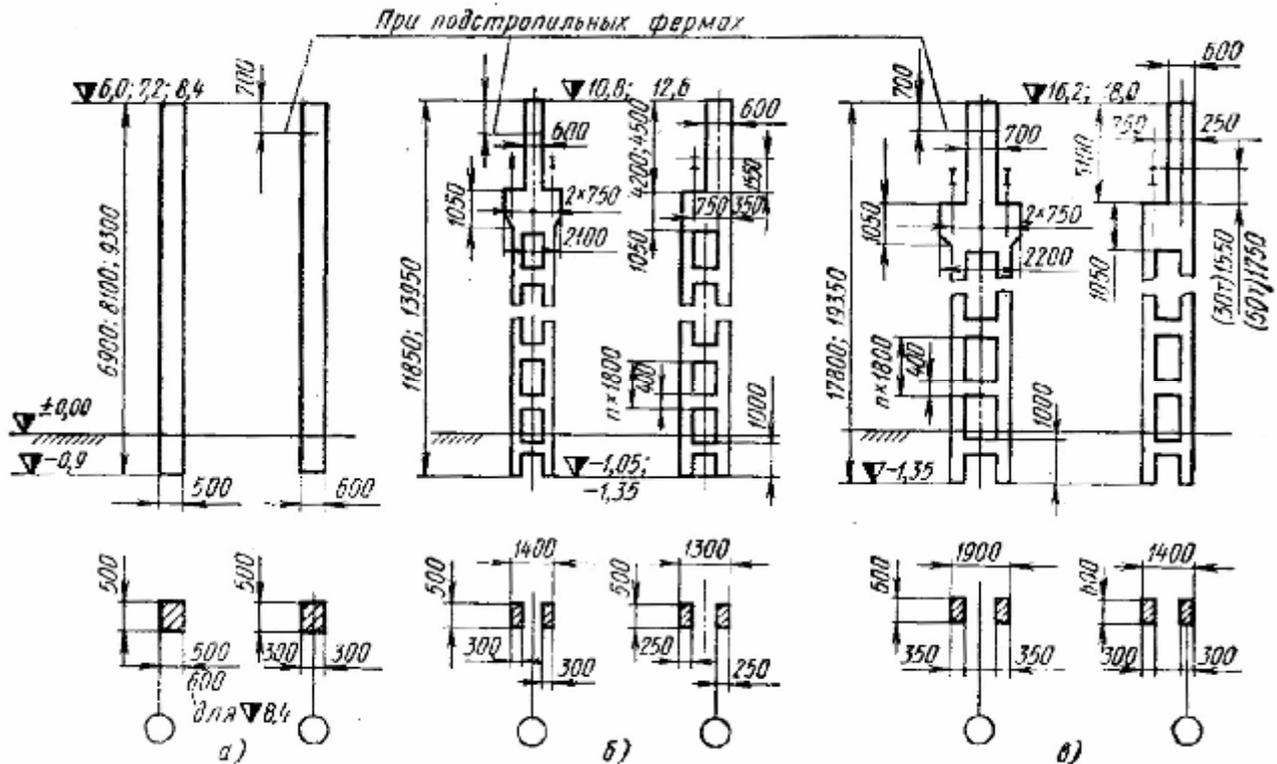


Рис. 5.6. Унифицированные железобетонные колонны:

а–для зданий без опорных кранов; б–для зданий с опорными кранами 10–30т при полётах 18, 24 и 30 м; в–для зданий с опорными кранами 30–50т при полётах 24 и 30 м

Несущие конструкции покрытий подразделяются на *стропильные* и *подстропильные*. Стропильные конструкции перекрывают пролет и поддерживают

настил кровли. Подстропильные конструкции перекрывают 12-метровый шаг колони и образуют промежуточные опоры для расположенных с 6-метровым шагом стропильных конструкций.

Стропильные конструкции устанавливаются с шагом 6 м в бескрановых зданиях с подвесным подъемно-транспортным оборудованием (кранбалки, подвесные конвейеры и т. п.) для повышения жесткости ходовых путей и в зданиях с подвесным потолком. Несущие конструкции покрытий выполняют в виде железобетонных балок и ферм (рис. 5.7).

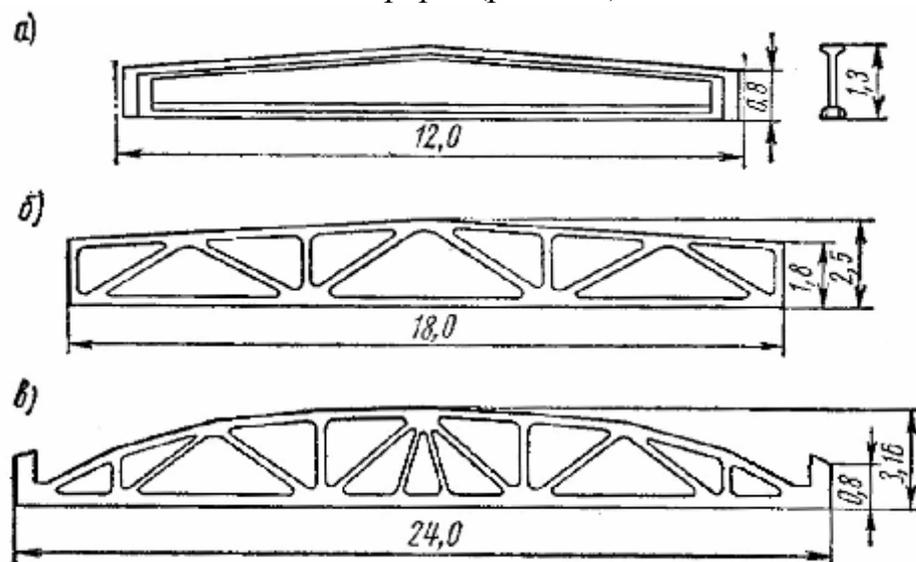


Рис. 5.7. Схемы несущих конструкций:

а – железобетонная балка двутаврового сечения пролетом 12 м; б – железобетонная полигональная цельная ферма пролетом 18 м; в – железобетонная сегментная составная ферма пролетом 24 м

Унифицированные железобетонные балки применяют в покрытиях пролетом до 13 м, фермы – в покрытиях пролетом 18–30 м. Железобетонные фермы пролетом 30 м предусмотрены только для скатных кровель; при плоских кровлях для пролетов 30 м применяют стальные фермы.

В УТС предусмотрено применение для стропильных и подстропильных конструкций только одних.

Фермы с параллельными поясами применяются для зданий с плоскими кровлями. Плоские кровли устраиваются в тех случаях, когда требуется использовать межферменное пространство для расположения крупногабаритных коммуникаций. Фермы с параллельными поясами применяются также для зданий с техническим этажом, в котором могут размещаться вспомогательные, бытовые и конторские помещения и др. В отдельных случаях оказывается целесообразным применение стальных ферм с параллельными поясами и при пролетах менее 30 м.

Подкрановые балки служат для поддержания рельс, по которым перемещаются мостовые краны. В зданиях с опорными кранами грузоподъемностью до 30 т с шагом основных колонн в 12 м применяют сборные железобетонные предварительно напряженные балки. Такие балки имеют тавровое сечение и высоту 0,8–1,4 м.

Стальные подкрановые балки применяют в зданиях с тяжелым режимом работы мостовых кранов, а также при высокой температуре или агрессивной

среде в помещении здания. В унифицированных типовых секциях с кранами до 30 т предусмотрено применение сборных железобетонных балок, а в секциях с кранами до 50 т — стальных. В ряде случаев целесообразно применение стальных подкрановых балок для кранов любой грузоподъемности.

К элементам *ограждений производственных зданий* относятся элементы, обеспечивающие изоляцию помещений от влияния наружных атмосферных условий, разделение помещений и связь их между собой. К первой группе относятся: *наружные стены, окна, двери, ворота, кровли, фонари и полы*; ко второй — *перегородки и служебные лестницы*.

Наиболее индустриальным типом *наружных ограждений* производственных зданий являются навесные крупнопанельные стены. В неотапливаемых зданиях используются железобетонные стеновые панели, а в отапливаемых — панели сплошного сечения (из ячеистых и легких бетонов) и трехслойные железобетонные панели. Основные панели изготавливают с номинальной длиной 6 и 12 м, высотой 1,2 и 1,3 м. Длины простеночных панелей 3; 1,5 и 0,75 м. Толщина наружных стен принимается в зависимости от вида материалов и теплотехнических требований от 200 до 500 мм.

Номенклатура стеновых панелей предусматривает применение навесных панельных стен с оконными проемами ленточного остекления и самонесущих панельных стен с оконными проемами и простенками.

Для улучшения светотехнических, теплотехнических, эксплуатационных и эстетических качеств боковых светопроемов рекомендуется применять *оконные переплеты* из стальных, алюминиевых и пластмассовых материалов с заполнением их крупноразмерным листовым стеклом, стеклопакетами, стеклопрофилитом и т. п. материалами, а также с применением солнцезащитных устройств.

Ворота производственных зданий устраиваются для ввода транспортных средств (авто- и электрокаров, автомашин, автопогрузчиков, подвижного состава узкоколейных и ширококолейных дорог) и прохода больших масс людей. Размеры ворот устанавливают в зависимости от габаритов подвижного состава или оборудования. Изготавливают ворота деревянными, деревянными со стальным каркасом и стальными.

По способу открытия ворота подразделяют на распашные, раздвижные, складчатые (многостворные), подъемные и шторные (рис. 5.8).

Высота ворот для пропуска средств безрельсового транспорта должна быть не менее 2,4 м, однако зазор между верхом загруженного транспорта и проемом двери должен составлять не менее 200 мм. Ширина ворот должна превышать наибольшую ширину средств наземного транспорта не менее чем на 600 мм и составлять не менее 1,8 м. Рекомендуется принимать следующие размеры проемов ворот (ширина и высота) для безрельсового транспорта: 2×2,4; 3×3; 4×3; 4×3,6; 4×4,2 м. Размеры ворот для железнодорожного транспорта 4,7×5,6 м.

Ворота, при необходимости, должны быть оборудованы *тамбурами, воздушными или воздушно-тепловыми завесами*.

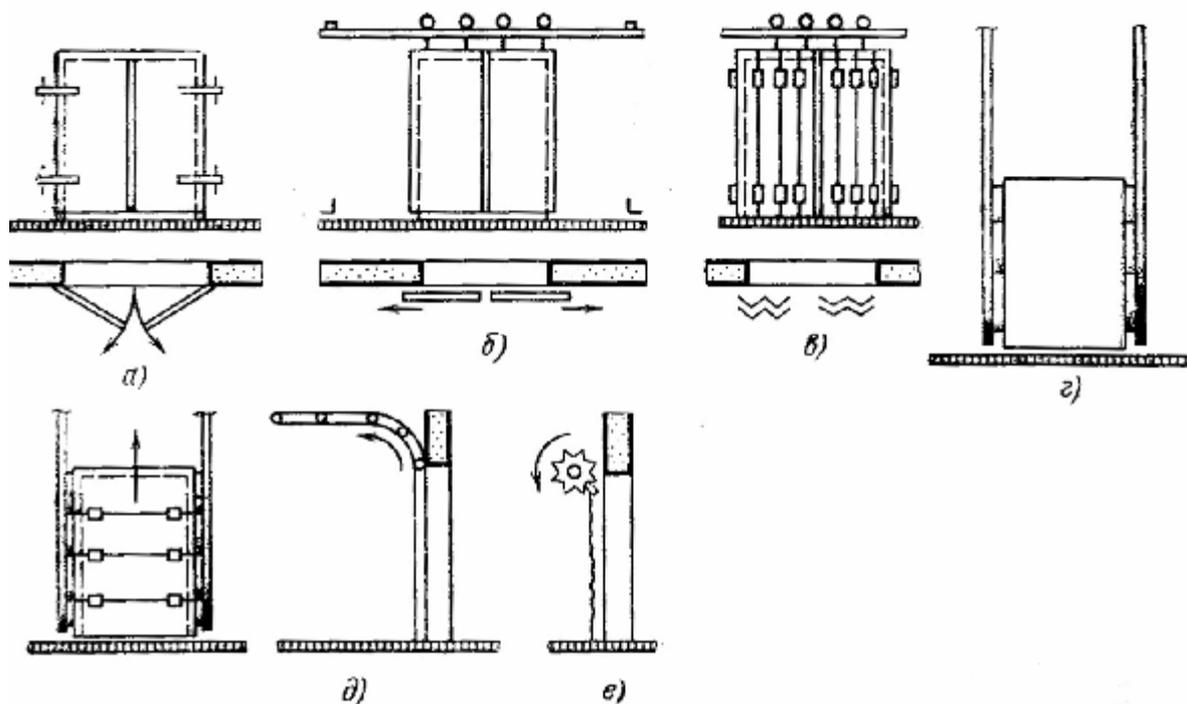


Рис. 5.8. Ворота:

a – распашные; *б* – раздвижные; *в* – многостворчатые; *г*, *д* – подъемные; *е* – шторные.

Двери в производственных зданиях по назначению делятся на *эвакуационные, транспортные* (для перевозки изделий) и *запасные*; по расположению – на *наружные и внутренние*.

Размеры дверей: по ширине 1; 1,5 и 2 м; по высоте 2,4 м.

Расположение наружных дверей зависит от категории пожарной опасности производства (от 30 до 100 м от рабочего места). При больших размерах зданий двери должны размещаться на расстояниях между собой не менее чем через 75 м по периметру здания.

Покрытия зданий (кровли) могут быть скатными и плоскими. Почти все возведенные до последнего времени здания имеют скатные кровли. Плоские кровли применяют в многопролетных зданиях с развитой сетью инженерных коммуникаций, располагаемых в межферменном пространстве, а также в герметизированных зданиях с постоянным температурно-влажностным режимом. В последнем случае межферменное пространство отделяется подвесным потолком. Летом плоские кровли могут заливаться слоем воды в 25–30 мм. Отражая солнечные лучи и образуя большую поверхность для испарения, водяной экран охлаждает кровлю и предохраняет водоизоляционный ковер от размягчения и растрескивания. При этом снижаются расходы на искусственную вентиляцию.

Скатные кровли обычно устраиваются со *светоаэрационными фонарями*, а плоские – со *световыми фонарями или плафонами* в виде прозрачных куполов и плит.

Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемых по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых

помещениях. По плитам укладывается утеплитель из легкобетонных или древесно-волокнистых плит (только над отапливаемыми помещениями). В отапливаемых зданиях применяют также плиты из керамзитобетона и из ячеистого бетона, которые выполняют одновременно несущие и теплоизоляционные функции. По несущим или утеплительным плитам укладывается цементная или асфальтовая стяжка, на которую наклеивается с помощью мастик подоизоляционный ковер из 3–5 слоев рулонных материалов. Нижние слои ковра выполняются из пергамина или толь-кожи, верхний слой – из рубероида или толя. В плоских кровлях в связи с возможным застоём водоизоляционный ковер покрывается защитным слоем втопленного в мастику гравия, а в кровлях, в летнее время специально заливаемых водой, – двумя защитными слоями.

Несущий настил при шаге стропильных конструкций в 6 м выполняется из унифицированных железобетонных ребристых плит номинальными размерами 3х6 м и 1,5х6 м и высотой ребер 0,3 м с напряженным и ненапряженным армированием и из легкобетонных плит шириной 1,5 м. При шаге стропильных конструкций 12 м несущий настил выполняется из железобетонных ребристых плит номинальными размерами 1,5х12 м и 3х12 м при высоте ребер 0,45 м с напряженным армированием и из армоцементных плит двойкой кривизны размерами 1,5×12 м и 3×12 м.

Также находит применение профилированный металлический настил (вместо бетонных плит), что объясняется стремлением уменьшить массу покрытия при строительстве больших корпусов, а также нестандартным шагом стропильных конструкций.

Фонари устраивают на кровлях зданий с целью освещения естественным светом и аэрации, т. е. естественной вентиляции, производственных помещений. По своему назначению фонари подразделяются на *светоаэрационные, аэрационные и световые*.

Аэрационные фонари применяют в производственных зданиях с большими тепловыделениями и выделениями газов, дыма и пыли, когда верхний свет не может быть использован из-за интенсивного загрязнения стекол и необходимая освещенность помещений обеспечивается естественным боковым или искусственным светом.

Форма световых фонарей бывает треугольная, зубчатая (пилообразная), трапециевидная, прямоугольная и М-образная (рис. 5.9).

Треугольные фонари (рис. 5.9, а) имеют остекление под углом 45° к горизонту; они делаются только глухими, т.е. неоткрывающимися, ввиду того что при наклонном остеклении невозможно обеспечить водонепроницаемость притворов; такие фонари в настоящее время применяются редко, только для небольших зданий; ширина треугольных фонарей обычно более 3 м.

Зубчатые фонари с наклонной (рис. 5.9, б) или вертикалью (рис. 5.9, в) остекленной поверхностью, обращенной на север или северо-восток, применяются в тех случаях, когда в помещение не должны проникать прямые солнечные лучи; в местностях с большими снегопадами такие фонари неприменимы вследствие образования снеговых завалов, закрывающих остекление.

Трапециевидные фонари (рис. 5.9, г) с остеклением под углом 60° к гори-

зонту дают достаточную освещенность помещения, но наклонное остекление загрязняется больше, чем вертикальное, и на нем задерживается снег; по этой причине, а также из-за сложности конструкции предпочтительнее фонари прямоугольные П-образной формы с вертикальным остеклением (рис. 5.9, д, е, и) и М-образные (рис. 5.9, ж, з, к, л; з – при железобетонной конструкции).

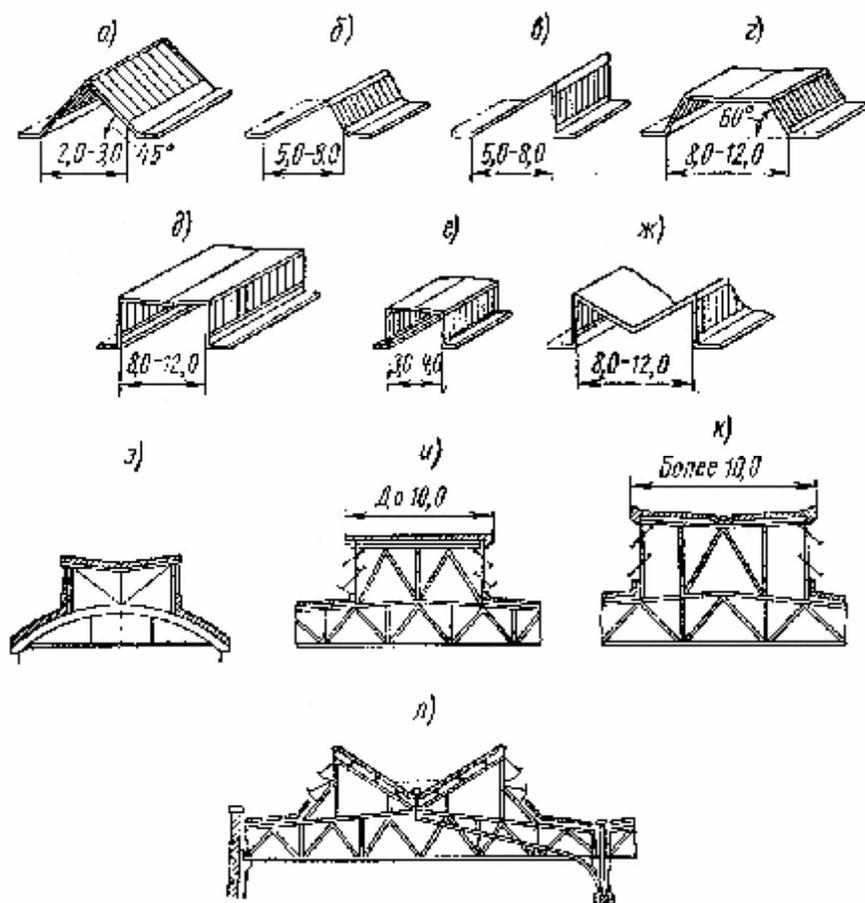


Рис. 5.9. Формы световых фонарей (размеры в м):

а – треугольная; б, в – зубчатые (пилообразные); г – трапециевидная с наклонным остеклением; д, е, и – прямоугольные с вертикальным остеклением; ж, к, л – М-образные с вертикальным остеклением; з – М-образная с вертикальным остеклением при железобетонной конструкции. Расположение створок и схемы отвода воды с фонарей: и – наружный водоотвод; л – внутренний водоотвод

применяются фонари М-образной формы, у которых наклонные плоскости с внутренней стороны направляют движение воздушных потоков к створкам остекления.

Ширину фонарей прямоугольной формы с вертикальным остеклением принимают для пролетов 12 и 18 м – 6 м, для пролетов 24 и 30 м – 12 м. Ширина световых и комбинированных фонарей с двусторонним расположением остекления должна быть не менее 0,3 ширины пролета, освещаемого фонарем. Расстояние между соседними остекленными поверхностями параллельно расположенных на одном уровне фонарей с двусторонним вертикальным остекле-

Прямоугольные фонари имеют вертикальное остекление, которое меньше загрязняется и при котором меньше проникают в помещение прямые солнечные лучи; конструкция этих фонарей проще, чем трапециевидных; в современных промышленных зданиях применяются фонари только прямоугольной формы, с вертикальным остеклением; фонари с наклонным остеклением допускаются лишь при наличии специальных обоснований; световые, как и комбинированные (для освещения и аэрации), должны быть с вертикальным остеклением и незадуваемыми.

Для зданий горячих цехов, где имеются значительные тепловые и вредные выделения,

нием должно быть не менее полуторной суммы высот соседних фонарей.

Для горячих цехов с непрерывной работой, где требуется интенсивный обмен воздуха и защита от задувания, применяются аэрационные фонари специальной конструкции, предусматривающей ветрозащитные панели.

При устройстве фонарей предусматривают не реже чем через 84 м по длине пролета разрывы шириной не менее 6 м или переходные пожарные лестницы.

На рис. 5.9, и, к, л показаны расположение створок и схемы наружного и внутреннего отвода воды с фонарей. Водоотвод с фонарей может быть наружным (при ширине 6 и 12 м) и внутренним (при ширине 12 м).

Опыт эксплуатации фонарей показал, что, не обеспечивая полноценного естественного освещения, они значительно усложняют эксплуатацию зданий и вызывают большие снегоотложения, особенно при наличии сблокированных крупных корпусов. *Имея в виду также высокую стоимость фонарей, следует ограничивать их применение.* Фонари следует проектировать лишь для тех случаев, в каких они действительно смогут обеспечить хорошую вентиляцию здания путем аэрации.

Более целесообразно для естественного освещения применение светопрозрачных проемов в кровле в виде зенитных фонарей — плафонов из стеклопакетов, из органического стекла, стеклопластика и в виде стекложелезобетонных панелей.

Плафоны из органического стекла и стеклопластика (рис. 5.10, а и б) обладают повышенной прочностью и, будучи выпуклыми, не задерживают на себе снега. Стекложелезобетонные панели (рис. 5.10, в) представляют собой железобетонные кровельные плиты с заполнением стеклоблоками. Этот вид светопрозрачного проема наименее употребителен. Плафоны из стеклопакетов (рис. 5.10, г) имеют размеры, соответствующие размерам унифицированных железобетонных ребристых плит (6х3 м), благодаря чему возможна замена кровельных плит плафонами из стеклопакетов в любом месте кровли.

Световые плафоны обладают высокой светоактивностью, экономичны (~на 30% дешевле фонарей), несложны в изготовлении и не нарушают простых очертаний современных производственных зданий. Их применение позволяет изменять в широких пределах значения коэффициента естественной освещенности (К.Е.О.) в рабочей зоне помещений, равномерно освещать рабочую площадь, увеличить по сравнению с вертикальным остеклением тех же размеров интенсивность светового потока в 2,3—2,5 раза, снизить теплотери в зимнее время, резко снизить или полностью исключить образование снежных заносов на кровле и, кроме того, снизить стоимость строительства и эксплуатации зданий.

С целью повышения универсальности производственных помещений цеха и облегчения их перестройки производственные отделения и участки рекомендуется компоновать *в едином строительном объеме с минимальным количеством встроенных или выгораживаемых помещений.* Стенами и перегородками следует выгораживать помещения в основном лишь при наличии вредных выделениях на данных участках (например, окрасочных, гальванических, консер-

вазии, цианирования и др.), избыточного тепла (термические, кузнечные), значительного выделения пыли (заточные), источников шума и сотрясения (компрессорные), а также особых требований к температурно-влажностному режиму (термоконстантные помещения).

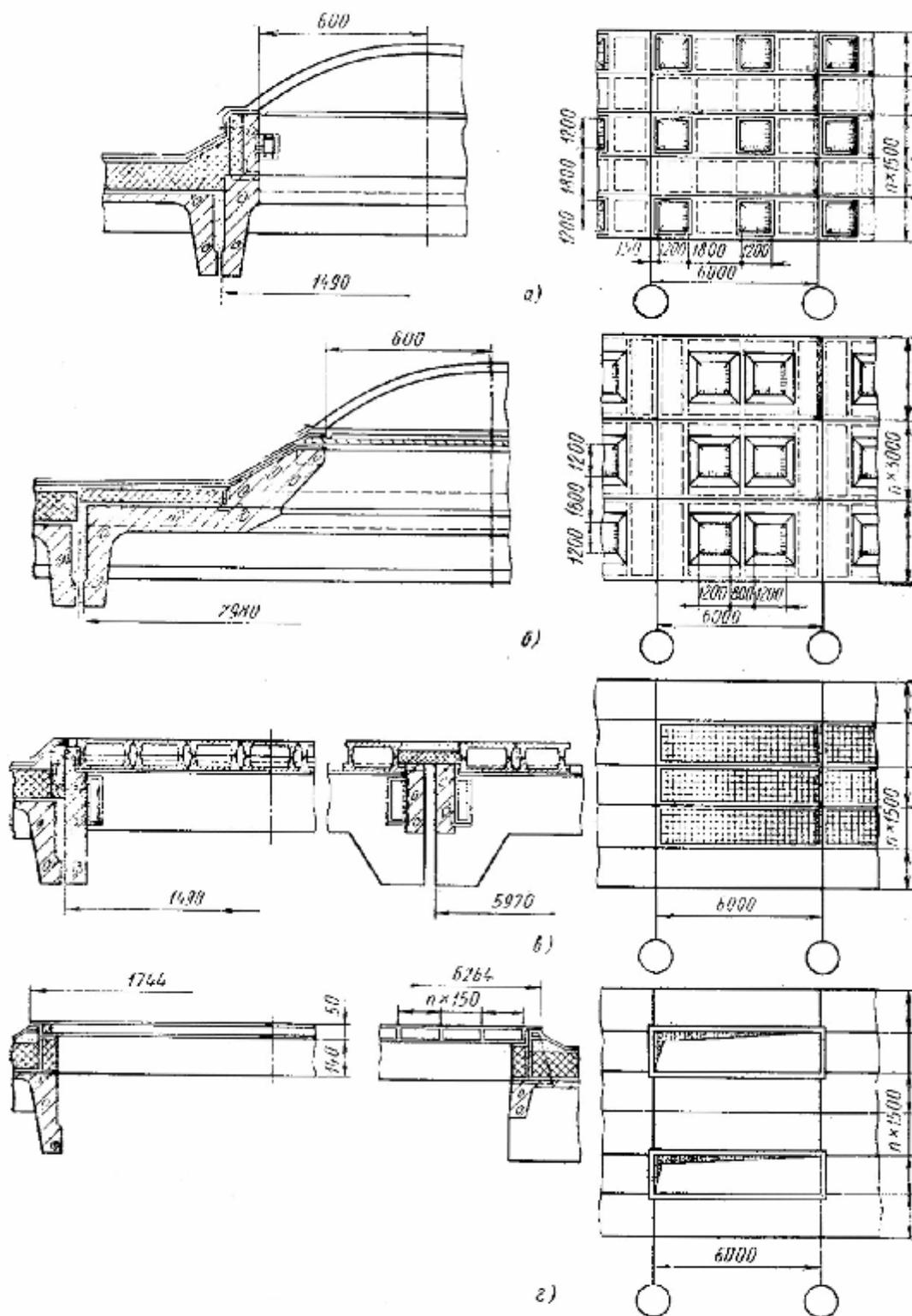


Рис. 5.10. Светопрозрачные фонари-плафоны.

Перегородки должны обеспечивать возможность трансформации помещений в соответствии с совершенствованием технологии производства. Для этого их следует изготавливать из легких сборно-разборных конструкций. Выгораживающие перегородки могут быть деревянными, пластиковыми, металлическими, остекленными, сетчатыми, железобетонными и смешанными общей высотой 2,5–3 м. Помещения для инструментальных кладовых, складов обычно отделяют сетчатыми, а помещения для заточных, шлифовальных, лекальных, особо точных и других работ – стеклянными перегородками. Нижние части перегородок на высоту 1 м изготавливают из дерева или из асбестоцементных прессованных листов. Внутренние стены на всю высоту помещения выполняют из железобетонных или гипсобетонных панелей. Применение кирпичных перегородок оправдывается лишь при сложной конфигурации перегородок и повышенных требованиях к огнестойкости помещений.

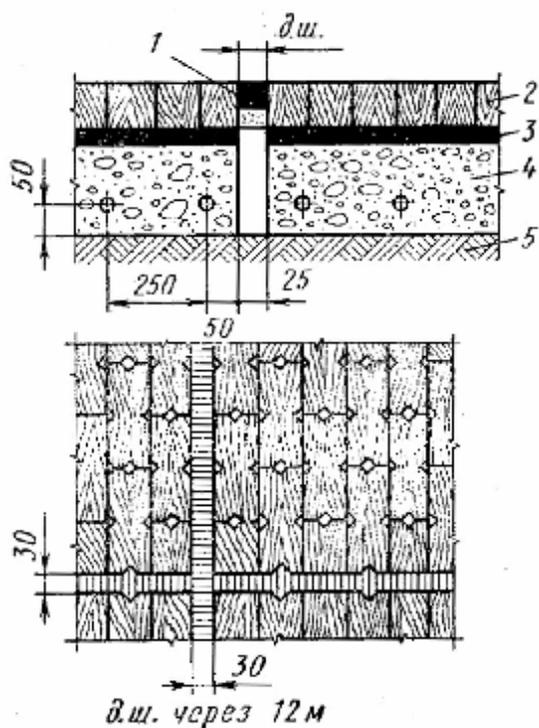


Рис. 5.11. Пол из торцовой шашки:

1 – мастика; 2 – торцовая шашка; 3 – каменноугольный пег; 4 – бетон; 5 – слой щебня; д. ш. — деформационные швы

перегородки рекомендуется располагать по разбивочным осям, что упрощает их конструкцию.

Вид покрытия пола выбирается в зависимости от характера воздействий на пол или специальных требований к нему. Толщину подстилающего слоя, передающего нагрузку на основание, делают от 80 до 250 мм в зависимости от величины и характера распределения нагрузки и прочности основания.

С точки зрения эластичности и малого тепловосприятия, наиболее удобны деревянные и асфальтовые полы. Деревянные полы в производственных помещениях делают торцовыми из деревянной прямоугольной или шестигранной шашки (рис. 5.11). Такие полы являются бесшумными и беспыльными, они мало истираются, легко ремонтируются, к ним можно легко крепить необходимые детали.

Во влажных помещениях наиболее приемлемы керамические, плиточные, асфальтовые и синтетические полы. В цехах со значительным механическим воздействием на полы и высокими температурами помещений более рациональны металлоцементные полы, имеющие покрытие из чугуновых или стальных плит. Для безрельсового транспорта наилучшими являются металлоцементные, изготовленные из высокопрочных бетонных плиток, и асфальтобетонные полы. В связи с различными эксплуатационными характеристиками полов сравнение их может производиться лишь между вариантами, удовлетворяющими технологическим требованиям производства. К этим требованиям относятся величина максимальной технологической нагрузки (т. е. нагрузки от применяемых

транспортных средств и др.), характер воздействия на пол применяемых в производстве рабочих жидкостей, допустимое пылевыведение покрытием пола и требования к его уборке.

В таблице 5.4 приведены рекомендуемые типы полов и требования к ним для различных помещений механосборочных и других цехов.

Таблица 5.4

Типы полов и требования к ним

Наименование помещений	Покрытие пола	Максимальная технологическая нагрузка в т/м ²	Применяемые в производстве жидкости				Пыльность пола, трудность очистки
			вода	минеральные масла, эмульсии	щёлочные растворы	бензин, керосин	
Механические и сборочные отделения механо-сборочных, инструментальных и ремонтно-механических цехов (производственная площадь)	Полимерцементное	3—5	Допускаются				Малая
	Торцовая деревянная шашка	3	Не допускаются	Допускаются	Не допускаются	Не рекомендуются	Беспыльность; средняя трудность очистки
Механические и сборочные отделения точных изделий; испытательные станции; участки электроэрозионной обработки	Керамические плитки	1,5	Допускаются				Малая
	Мозаичное	3—5					
Лаборатории	Поливинилацетатное	0,5	Не допускаются			Допускаются	Беспыльность
	Линолеум	0,5	Не допускаются				
Склады металла, заготовок и вспомогательных материалов; проезды	Металлоцементное	10	Допускаются				Малая
	Бетонные плитки						
	Асфальтобетонное	5	Допускаются	Не допускаются	Допускаются	Не допускаются	Средняя

При покрытиях пола, выполненных из керамических плиток, поливинилацетатных и линолеума не допускается применение безрельсового колесного транспорта на металлических шинах. При других покрытиях максимальная грузоподъемность тележек на металлических шинах до 1 т, грузовых автомобилей – до 12 т.

В окрасочных цехах и отделениях рекомендуется применять полы из керамической плитки, полимерацетатные и бетонные с пропиткой специальными составами. В цехах и отделениях металлопокрытий рекомендуются полы из керамической плитки на кислото-щелочеупорной замазке с гидроизоляцией. Стены в цехах и отделениях окраски и металлопокрытий устраиваются с панелью высотой 2 м из светлой облицовочной керамической плитки. Верх стен окрашивается синтетической или масляной краской светлого тона.

5.1.3. Обоснование расположения колонн и стен. Оформление деформационных швов

Компоновка производственных зданий производится на основе унифицированных габаритных схем и унифицированных типовых секций (УТС). Конструктивная разработка планов зданий ведется с учетом правил, определяющих размерные привязки конструктивных элементов здания к разбивочным осям. Так, колонны, стены и подкрановые балки в каркасных зданиях должны располагаться в соответствии со следующими правилами.

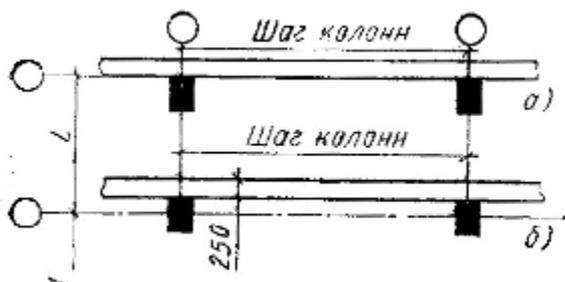


Рис. 5.12. Привязка колонн продольных рядов

Колонны крайнего продольного ряда и у продольных деформационных швов совмещаются наружными гранями с продольными осями (нулевая привязка, рис. 5.12, а) или смещаются на 250 и 500 мм наружу здания (привязка «250», «500», рис. 5.12, б). Нулевая привязка крайних продольных рядов применяется для бескрановых зданий и в зданиях с кранами грузоподъемностью до 30 т, при шаге крайних колонн в 6 м и высоте не более 14,4 м. Привязка «250» применяется при любой из указанных ниже характеристик – грузоподъемность кранов 50 т, шаг крайних колонн 12 м, высота здания 16,2 и 18 м. В иных случаях при конструктивной необходимости применяется привязка «500».

При размещении торцовых колонн основного каркаса их геометрические оси смещаются с поперечных разбивочных осей на 500 мм (рис. 5.13). Это делается для пропуска верхней части торцовых фахверковых колонн между стеной и фермой. В связи с этим для фахверковых колонн, примыкающих к торцовым стенам, сохраняется нулевая привязка.

Деформационные швы устраиваются при железобетонном каркасе на двух колоннах. При этом колонны поперечных швов смещаются на 0,5 м с оси шва внутрь каждой секции (рис. 5.14, а). Продольные деформационные швы выполняются со вставкой между осями смежных колонн размером 0,5; 1 и 1,5 м так, чтобы расстояние между колоннами было не менее 0,5 м (рис. 5.14, б и в). При стальных фермах с шарнирными опорами продольные деформационные швы выполняются на одной колонне. На рис. 5.14, г и д показаны схемы деформационных швов в примыкании поперечного пролета к продольным.

Колонны средних рядов размещают так, чтобы геометрический центр их сечения (в надкрановой части) совмещался с пересечением разбивочных осей. Исключения допускаются в местах деформационных швов и перепада высот здания.

Колонны крайнего продольного ряда и у продольных деформационных швов совмещаются наружными гранями

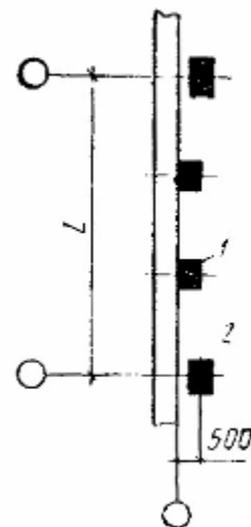


Рис. 5.13. Привязка торцовых колонн

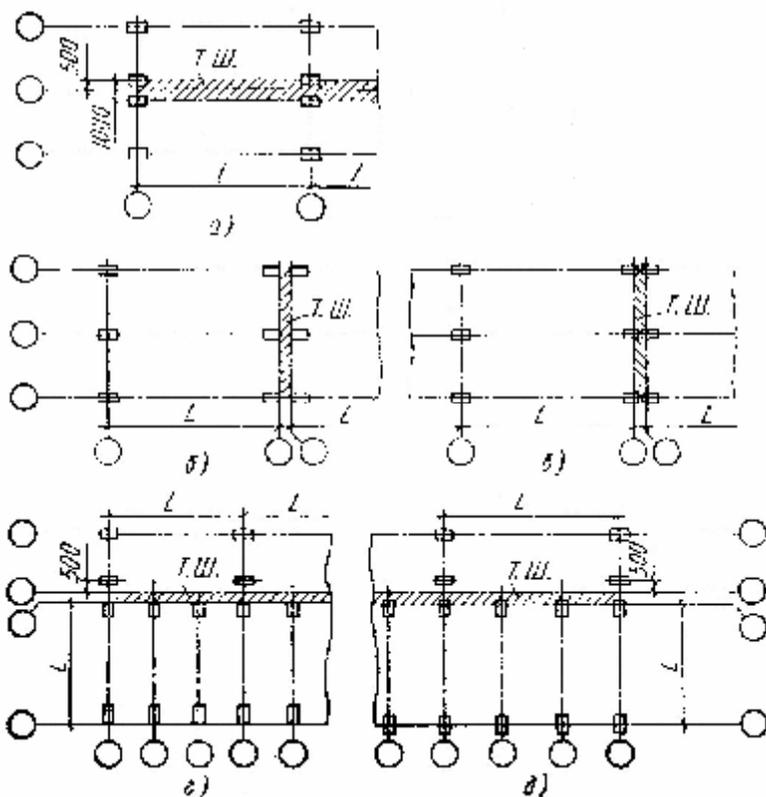


Рис. 5.14. Расположение деформационных швов:

а – поперечный шов без вставки; б – продольный шов при перепаде высоты и нулевой привязке колонн смежных рядов; в – то же, при ненулевой привязке колонн; г – шов в примыкании поперечного пролёта к продольным при нулевой привязке поперечного пролёта; д – то же, при ненулевой привязке колонн поперечного пролёта

транспорт.

Для многоэтажных производственных зданий разработаны унифицированные габаритные схемы, которые предусматривают сетку колонн 6х6 и 9х6 м и высоту этажей 3,6; 4,8 и 6 м. Высота нижних этажей многоэтажных зданий измеряется расстоянием от пола до пола, а верхнего этажа – от пола до нижней точки балки покрытия. Дополнительные высоты: 7,2 м для первого этажа и верхнего этажа пролетом до 18 м, оборудованного подвесным краном, и 8,4 и 10,8 м для верхнего этажа пролетом до 18 м, оборудованного мостовым опорным краном грузоподъемностью 10 т при пролете нижних этажей, равном 6 м. Ширина зданий – 2–10 шестиметровых или 7 девятиметровых пролетов.

Допускаемые нагрузки на перекрытие при пролете 6 м. – 1 – 2,5 т/м²; (10–25 кН/м²); при пролете в 9 м – 0,5–1,5 т/м² (5–15 кН/м²). Число этажей при пролете в 6 м – 3–5, при пролете в 9 м – 3–4. Лестничные клетки располагаются внутри здания.

При размещении оборудования в многоэтажном здании более тяжелые и быстроходные станки, а также станки, работающие с ударной нагрузкой (строгальные, долбежные и др.), следует располагать в первом этаже, если этому не препятствует последовательность технологического процесса. Производства с выделением тепла или вредных газов следует располагать в верхних этажах.

При компоновке разрезов и фасадов зданий за относительный нуль принимается уровень чистого пола. Низ первой панели принимается на нулевой отметке. Высоту оконных панельных переплетов следует принимать одинаковой с высотой глухих панелей, располагаемых в том же ярусе. Оконные проемы могут быть расположены в несколько ярусов с предельной высотой каждого яруса 7200 мм.

5.2. Многоэтажные здания

В машиностроении наибольшее применение из многоэтажных получили здания от трех до пяти этажей; в случае необходимости верхний этаж может иметь укрупненную сетку колонн и быть оборудован мостовым краном или подвесным

Многоэтажные здания имеют каркасную конструкцию с полным каркасом, основными частями которого являются колонны и ригели (рис. 5.15). Колонны железобетонные прямоугольного сечения с консолями для поддержания ригелей. Сечение колонн 400x400 мм для верхних и 400x600 мм для нижних этажей. Для удобства монтажных работ стыки колонн располагаются на 1 м выше верха плит перекрытия. Здания компонуются из сборных железобетонных элементов заводского изготовления.

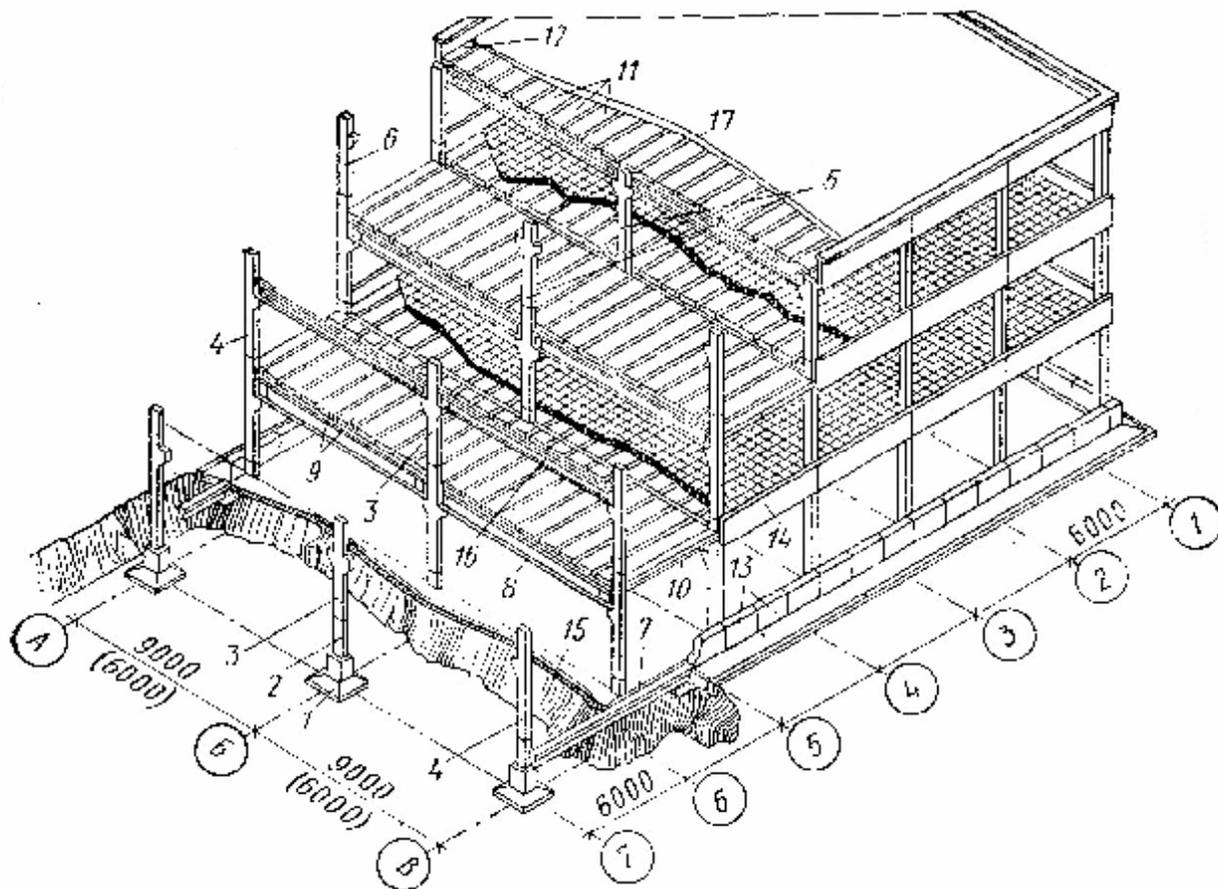


Рис. 5.15. Многоэтажное производственное здание с балочными перекрытиями:

1 – фундаментальный железобетонный блок; 2 – корытш железобетонной колонны; 3 – средняя колонна типового этажа; 4 – крайняя колонна типового этажа; 5 – средняя колонна верхнего этажа; 6 – крайняя колонна верхнего этажа; 7 – фундаментальная балка; 8 – ригель междуэтажного перекрытия; 9 – типовые железобетонные плиты перекрытия; 10 – доборная плита перекрытия; 11 – типовые плиты покрытия; 12 – доборная плита покрытия; 13 – цокольные сборные балки; 14 – стеновая панель; 15 – пол первого этажа; 16 – пол типового этажа; 17 – кровля здания

Как известно, укрупненная сетка колонн позволяет более гибко размещать оборудование. В многоэтажных зданиях укрупнение сетки колонн достигается перекрытием производственных этажей безраскосными фермами. При этом межферменное пространство образует этажи высотой в 3,6 м. Межферменные этажи используются в обычных зданиях для размещения административных и бытовых помещений, лабораторий, конструкторских бюро, вентиляционных камер и т. п.; в зданиях с повышенными требованиями к внутреннему климату, кроме того, для прокладки инженерных коммуникаций, обслуживающих герме-

тизированные производственные этажи. Все другие рекомендации относительно проектирования промышленных зданий, рассмотренные в предыдущем параграфе, используются и при проектировании многоэтажных зданий.

5.3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Освещение

Проектирование *систем отопления, вентиляции и кондиционирования* воздуха помещений должно вестись на основе соответствующих строительных норм и правил и ведомственных норм проектирования для отдельных производств с учетом санитарно-гигиенических требований НОТ по отдельным отраслям машиностроения.

Во всех производственных и вспомогательных помещениях должна предусматриваться *естественная, механическая или смешанная вентиляция*, полностью обеспечивающая санитарно-гигиенические условия воздушной среды, отвечающие требованиям санитарных норм проектирования предприятий. В местах выделения вредностей необходимо устанавливать *местные устройства для отсоса воздуха*, если же это почему-либо невозможно, то общеобменная вентиляция должна обеспечивать растворение вредностей до допустимых в рабочей зоне производственных помещений размеров по действующим нормам. Приточный воздух должен подаваться во все пролеты, кроме крайних, имеющих остекление с фрамугами в наружных стенах. От станков, работающих с охлаждающими жидкостями, необходимо проектировать местные отсосы воздуха, а от шлифовальных станков и станков, обрабатывающих чугунные детали – отсос пыли, совмещая его с пневмотранспортом стружки.

В помещениях прецизионных производств системы отопления, вентиляции и кондиционирования должны проектироваться так, чтобы обеспечить поддержание требуемого кондиционного режима. Система отопления должна компенсировать теплопотери наружными ограждениями и обеспечить с помощью автоматики в нерабочее время в помещениях с режимом, допускающим отклонение от $+20^{\circ}\text{C}$ менее 1°C , постоянную температуру $+20\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Могут применяться следующие *системы отопления*: воздушная, совмещенная с системой кондиционирования воздуха, или с применением отопительных рециркуляционных агрегатов; водяная с отопительными панелями (максимальная температура поверхности панели не должна превышать 60°C); комбинированная.

Во всех случаях система отопления должна иметь автоматическое регулирование и сочетаться с работой системы кондиционирования воздуха.

Расчетный перепад температур между температурой приточного воздуха и температурой воздуха в помещении рекомендуется принимать: для помещений с допустимым колебанием температур $\pm 1^{\circ}\text{C}$ и высотой 3 м и выше — до 8°C ; для помещений с допустимым колебанием температур $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и высотой 3 м и выше — до 6°C ; для помещений с допустимым колебанием температур $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ и высотой 4 м и выше — до 2°C .

Для создания подпора воздуха в термоконстантных помещениях его приток должен превышать вытяжку на 15—20% (в пределах 0,5—1 объема поме-

щения).

При проектировании **освещения производственных помещений** необходимо учитывать высокую биологическую и гигиеническую ценность естественного света, необходимо максимально использовать светлый период суток с постепенным переходом от естественного освещения к искусственному.

Естественное освещение осуществляется:

- а) боковым светом — через световые проемы в наружных стенах или через прозрачные части стен, выполненные из пустотелых стеклянных блоков;
- б) верхним светом — через световые проемы в покрытиях;
- в) комбинированным светом — через световые проемы в стенах и покрытии или через прозрачные ограждения покрытий и стен.

Конструкции устройств для естественного освещения цехов были рассмотрены выше. Их выбор определяется объемно-планировочными особенностями помещений, спецификой выполняемых работ, условиями зрительных работ и экономической целесообразностью.

Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в широких пределах (в зависимости от времени дня, года и от метеорологических факторов), то для поддержания постоянного уровня освещенности рекомендуется применение светового кондиционирования, осуществляемого при помощи комбинированного освещения (естественное, плюс искусственное) с автоматической регулировкой.

Искусственное освещение может быть общим или комбинированным. В первом случае светильники располагаются только в верхней зоне помещения, во втором основными являются светильники местного освещения. Дополнительно к местному всегда устраивается общее освещение, которое создает общую световую обстановку и освещает дополнительные рабочие поверхности (места управления станками и др.); отсутствие общего освещения приводит к неблагоприятному распределению яркости в помещении, поэтому применение одного местного освещения не допускается.

Данные по выбору типа производственного здания, а также строительных элементов сводятся в таблицу 5.5.

Таблица 5.5

Строительная подоснова

Здание в виде прямоугольника одноэтажное с полным каркасом, УТС основная крановая площадью 5184 м ² ; ширина пролета – 24, шаг колонн – 12м, высота пролета – 10,8м. Отопление воздушное...		
№	Элементы конструкции	Характеристики, эскизы
1	колонны	с двухветвевой подкрановой частью 500x1400; эскиз – см. рис. 1.6
...

Далее строится габаритный план здания с указанием сетки колонн, стен, проемов и т.д. Также изображается *вертикальный разрез пролета*.

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕГО СОСТАВА ЦЕХА И РАСЧЕТ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

Расчет необходимого количества работающих ведется по группам: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

Производственные рабочие. В группу производственных рабочих включается следующая номенклатура профессий.

По механическим цехам и участкам: станочники, операторы и наладчики автоматических линий, разметчики, слесари по промежуточным слесарным работам (ручным операциям обработки и сборки), мойщики деталей.

По сборочным цехам и участкам: слесари по сборке и испытанию сборочных единиц; слесари по монтажу, отладке и испытанию изделий; слесари-электрики по сборке сборочных единиц; электромонтажники по сборке и отладке электросистем; мойщики сборочных единиц; маляры и упаковщики собираемых изделий (в случае, если на заводе не предусмотрены самостоятельные цехи по покраске и упаковке изделий).

Численность производственных рабочих может определяться путем точного или укрупненного расчета. Точный (детальный) расчет применяется, как правило, для массового и крупносерийного производств. В этом случае трудоемкость обработки и сборки определяется по разрабатываемым технологическим процессам путем нормирования всех операций, предусмотренных техпроцессами.

Расчет необходимого количества производственных рабочих P по каждой профессии каждого цеха, отделения, участка, линии (за исключением автоматических линий) производится по формуле

$$P = \frac{T}{\Phi_p},$$

где T – трудоемкость механической обработки или сборочных работ на годовую программу, ч; Φ_p – действительный годовой фонд работы рабочего (может приниматься при 41-часовой рабочей неделе и количестве дней отпуска: 15 дней – 1360 ч; 18 дней – 1840 ч; 24 дня – 1820 ч), ч.

Расчет численности станочников может производиться с учетом многостаночного обслуживания *двумя способами*: по общей трудоемкости (станкоемкости) и по числу принятых станков.

Для *расчета по трудоемкости* (станкоемкости) используется формула

$$P_{ст} = \frac{T}{\Phi_p \cdot K_m},$$

где $P_{ст}$ – необходимое количество рабочих станочников, чел.; K_m – коэффициент многостаночного обслуживания (среднее количество станков, обслуживаемых одним рабочим).

Расчет *по числу принятых станков* можно осуществлять по формуле

$$P_{ст} = \frac{\Phi_c \cdot C_{п} \cdot h_{зсп}}{\Phi_p \cdot K_m},$$

где Φ_c - действительный годовой фонд работы станка при принятом числе смен, ч; $C_{п}$ – принятое количество станков, шт.; $\eta_{зсп}$ – средний коэффициент загрузки оборудования.

Значения коэффициента K_m многостаночного обслуживания можно принимать в следующих пределах: для массового производства (с использованием автоматических линий) – 1,8...2,2; крупносерийного производства – 1,5...1,8; среднесерийного производства – 1...1,5; мелкосерийного и единичного производства - 1,0...1,2.

Для крупных и уникальных станков – $K_m < 1$, т.к. здесь один станок может обслуживаться несколькими рабочими. В этом случае значение K_m принимается от 0,25 до 0,5 (в качестве среднего значения можно принимать 0,5).

При проектировании поточных линий массового и крупносерийного производства число рабочих уточняется по планировкам оборудования линий с учетом числа рабочих мест, коэффициента их загрузки, многостаночного обслуживания и совмещения профессий.

Для правильной расстановки рабочих на поточных линиях и участках механической обработки заготовок следует руководствоваться данными таблицы 2.1 приложения 2.

Потребное количество операторов и наладчиков автоматических линий может определяться на основе данных таблиц 2.2 и 2.3 приложения 2.

К общему числу производственных рабочих автоматических линий цеха, определенных по данным таблиц 2.2 и 2.3, добавляется 5% скользящих (запасных) рабочих.

Количество маляров, мойщиков, электромонтажников и других рабочих определяется по суммарной годовой трудоемкости малярных, моечных, электромонтажных и других работ или в процентном отношении от рабочих станочников или сборщиков по справочным данным или данным базового завода.

Так, потребное количество разметчиков и слесарей на промежуточных (слесарных и сборочных) операциях $P_{сл}$ рассчитывается по формуле

$$P_{сл} = \frac{T_{п}}{\Phi_p},$$

где $T_{п}$ - трудоемкость разметочных, слесарных и сборочных операций цеха, участка, линии механической обработки заготовок, ч.

В случае отсутствия данных о трудоемкости промежуточных (разметочных, слесарных, сборочных и т.п.) работ количество разметчиков и слесарей принимается в процентах от численности рабочих-станочников: для массового и крупносерийного производств – 1...3%, для среднесерийного производства – 5% ; для мелкосерийного и единичного производств – 10%.

Вспомогательные рабочие. В номенклатуру профессий вспомогательных рабочих включаются: наладчики станков и конвейеров; распределители работ; диспетчеры кареток-операторов; крановщики; стропальщики; водители наполь-

ного транспорта (электротележек, электро- и автопогрузчиков и др.); кладовщики-раздатчики инструментов и приспособлений; комплектовщики изделий; кладовщики складов заготовок, промежуточного и готовых деталей; подсобные рабочие, занятые на складских и транспортных работах; рабочие (станочники, слесари и электромонтеры) по межремонтному обслуживанию и малому ремонту оборудования; дежурные электромонтеры; смазчики; рабочие по обеспечению станков смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ); рабочие по ремонту зданий; рабочие по ремонту трубопроводов и систем вентиляции; рабочие (станочники и слесари) по ремонту приспособлений и вспомогательного инструмента; рабочие (заточники и шлифовщики) по заточке инструментов; рабочие по уборке стружки и производственных помещений.

Дежурные электромонтеры, рабочие по обеспечению станков СОЖ, рабочие по ремонту зданий, трубопроводов и систем вентиляции относятся к обще-заводским службам и в состав механосборочных цехов не включаются.

Расчет численности вспомогательных рабочих может производиться по трудоемкости планируемых работ, по количеству рабочих мест, по процентному отношению от численности производственных рабочих цеха и от количества обслуживаемого производственного оборудования.

Определение потребной численности наладчиков осуществляется в зависимости от количества обслуживаемого оборудования. Не предусматриваются наладчики для станков, отличающихся простыми наладками (отрезные, центральные и другие станки), и станков, требующих для своего обслуживания рабочих-станочников высокой квалификации (продольно-строгальные, горизонтально- и координатно-расточные, продольно-шлифовальные, тяжелые, карусельные, крупные токарные, лоботокарные к другим станки). При расчете наладчиков для их более полной загрузки следует применять принцип совмещения профессий, при котором один и тот же наладчик должен обслуживать несколько различных групп станков. Расчет потребного количества наладчиков оборудования можно производить, пользуясь данными таблицы 2.4 приложения 2.

Определение потребного количества распределителей работ осуществляется по числу производственных станков механических цехов и числу производственных рабочих сборочных цехов, обслуживаемых одним распределителем работ. Количество диспетчеров кареток-операторов определяется по количеству обслуживаемых станков и рабочих мест и числу кареток-операторов, обслуживаемых одним диспетчером. Диспетчеры вместо распределителей работ принимаются для технологических линий (участков), где транспортирование заготовок, полуфабрикатов, деталей, инструментов, приспособлений и технической документации осуществляется с помощью кареток-операторов. Данные для определения количества распределителей работ и диспетчеров кареток-операторов представлены в таблицах 2.5 и 2.6 приложения 2.

При расчете потребного количества крановщиков следует руководствоваться нижеприведенными данными. Для мостовых (опорных), подвесных и консольно-передвижных кранов с управлением из кабины; кранов-штабелеров с управлением из кабины или с нижним управлением (краны и краны-штабелеры

всех размеров) принимается по одному крановщику в смену. Для мостовых (опорных), подвесных, консольно-передвижных и полукозловых кранов с нижним управлением и мостовых консольно-поворотных кранов крановщики обычно не предусматриваются.. Допускается закрепление крановщиков за мостовыми и подвесными кранами с нижним управлением в тех случаях, когда имеется большой объем крановых операций, а установка кранов с управлением из кабины невозможна из-за недостаточной высоты зданий или по другим причинам. Количество кранов, работающих во второй и третьей сменах и соответствующее этому количество рабочих по их обслуживанию принимается, исходя из фактического числа обслуживаемых ими станков или рабочих мест.

Стропальщики предусматриваются для мостовых (опорных), подвесных и консольно-передвижных кранов с верхним управлением (из кабины). Для кранов с нижним управлением стропальщики не предусматриваются. Функции-стропальщиков в этих случаях выполняются производственными рабочими или крановщиками (если таковые предусмотрены). Расчет необходимого количества стропальщиков может производиться по данным таблицы 2.7 приложения 2.

Потребное количество водителей напольного транспорта всех размеров и грузоподъемности определяется из условия, что на каждую электротележку (электрокар), электро- и автопогрузчик предусматривается один водитель в смену.

Рабочие по обслуживанию подвесных конвейеров всех типов определяются индивидуально для каждого конкретного случая в зависимости от способа загрузки конвейера (автоматизированная, механизированная или ручная) и количества мест его загрузки.

Численность кладовщиков-раздатчиков инструмента и приспособлений цеха определяется по количеству производственных рабочих, обслуживаемых одним кладовщиком-раздатчиком в зависимости от типа производства. Расчет ведется с учетом того, что кладовщики-раздатчики, кроме получения и выдачи инструмента, приспособлений и технической документации, осуществляют также их комплектование в соответствии с технологическим процессом. Скомплектованные приспособления, инструменты и техническая документация доставляются к станкам, рабочим местам или диспетчерским пунктам кареток-операторов подсобными рабочими с помощью электрокаров или других средств механизированного транспорта. Данные для расчета необходимого количества кладовщиков-раздатчиков инструмента и приспособлений приведены в таблице 2.8 приложения 2.

Определение численности потребных кладовщиков других цеховых складов осуществляется по количеству производственных станков механических цехов и производственных рабочих сборочных цехов.

В целях сокращения количества кладовщиков рекомендуется: при наличии в корпусе нескольких механических цехов по обработке заготовок средних и мелких деталей делать один склад заготовок на корпус; при наличии нескольких сборочных цехов в одном корпусе склады готовых деталей и комплектующих изделий делать едиными по корпусу.

В таблице 2.9 приложения 2 приведены данные для расчета кладовщиков

цеховых складов.

Потребное количество комплектовщиков изделий определяется по данным таблицы 2.10 приложения 2.

Потребное количество подсобных рабочих (разнорабочих), занятых на складских и транспортных работах, для различных типов производства определяется по данным таблицы 2.11 приложения 2.

Количество *заточников* определяется по принятому количеству станков заточного отделения. Количество подсобных рабочих заточного отделения принимается равным 12–15% от числа заточников.

Число *рабочих-станочников отделения ремонта инструмента* и оснастки определяется по числу станков. Количество слесарей принимается в размере 40–50% от числа станочников; подсобных рабочих 12–15% от числа основных рабочих (станочники плюс слесари).

Число *рабочих-станочников ремонтной базы* определяется по числу принятых станков при коэффициентах загрузки оборудования 0,6–0,8, многостаночного обслуживания 1,05–1,1. Количество слесарей берется в процентном отношении от числа станочников ЦРБ (60–100%). Число вспомогательных рабочих принимается равным 18–20% от общего количества слесарей и станочников.

Количество *шорников и смазчиков* принимается из расчета один шорник на 150—200 станков и один смазчик на 120—150 станков.

Численность *рабочих по уборке* (уборщиков) стружки производственных и вспомогательных помещений определяется по площади цеха и норме площади, обслуживаемой одним уборщиком в смену. Нижеприведенные нормы даны с учетом механизированной уборки помещений цеха; механизированного удаления стружки из цеха; уборки станков и рабочих мест производственными рабочими; уборки конторских и бытовых помещений младшим обслуживающим персоналом. В случае отсутствия средств механизации уборочных работ для расчета вводится коэффициент 0,7 на площадь, обслуживаемую одним уборщиком в смену.

Данные для расчета уборщиков приведены в таблице 2.12 приложения 2.

Инженерно-технические работники. К номенклатуре профессий ИТР относятся: начальник цеха и его заместители, начальники участков (отделений, пролетов), мастера (смены и старшие), начальник цехового технического (технологического) бюро, начальник цехового бюро труда и зарплаты, технологи, нормировщики, конструкторы по технологической оснастке, начальник производственно-распределительного бюро ПРБ (ЦДБ), начальник планово-экономического бюро, диспетчеры цеховые, плановики и программисты, экономисты, механик (энергетик) цеха, заведующий ИРК (инструментального хозяйства).

Определение потребного количества ИТР цеха осуществляется по процентному отношению ИТР к численности рабочих в зависимости от типа производства и количества рабочих в цехе. Приведённые ниже нормы соответствуют условиям: работа цехов – двухсменная, разработка технологических процессов и их нормирование, а также проектирование специальных приспособле-

ний к инструментов осуществляется работниками отдела главного технолога и отдела труда и заработной платы завода.

При расчете ИТР используются данные таблицы 2.13 приложения 2.

Служащие. В номенклатуру профессий служащих (счетно-конторского персонала) включаются: бухгалтеры и счетоводы, табельщики, нарядчики и учетчики, секретарь-делопроизводитель.

Приведенные ниже нормы даны с учетом, что бухгалтерские расчеты и табельный учет централизованы по заводу и поэтому бухгалтеры, счетоводы и табельщики не включаются в состав работающих цеха.

Расчет потребного количества служащих производится по данным таблицы 2.14 приложения 2.

Младший обслуживающий персонал. К номенклатуре профессий МОП относятся: уборщики конторских помещений, уборщики бытовых помещений и гардеробщики. В приведенные ниже данные включены только уборщики конторских помещений. Уборщики бытовых помещений и гардеробщики должны быть централизованы по заводу или корпусу и в штат цехов не включаются.

Расчет численности МОП следует производить по данным таблицы 2.15 приложения 2.

Работники технического контроля. В номенклатуру профессий работников технического контроля входят: контролеры, старшие контролеры, контрольные мастера, начальник бюро технического контроля цеха. Работники технического контроля подсчитываются по каждому цеху, но в состав работающих по цеху не включаются. Они находятся в подчинении начальника отдела технического контроля (ОТК) завода и учитываются в составе работающих ОТК.

В приведенных ниже нормах количество контролеров дано с учетом применения активного контроля на шлифовальных станках. Эти нормы следует увеличивать на 50...60% для участков и отделений отделочной механической обработки и сборки прецизионных изделий. При расстановке работников ОТК допускается предусматривать обслуживание одним контрольным мастером двух или нескольких цехов.

Расчет потребного количества работников технического контроля осуществляется по данным таблицы 2.16 приложения 2.

Данные по расчетам сводятся в ведомость работающих (таблица 6.1)

Таблица 6.1

Ведомость работающих

№	Категория работающих	Количество		
		1-я смена	2-я смена	...
1	Производственные рабочие:			
	фрезеровщики	20	...	...
	разметчики	3	...	...

2	Вспомогательные рабочие:	30	...	...
	наладчики станков	12	...	...

...
Итого		400	...	...

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХОВ

7.1. Определение состава обслуживающих помещений

К обслуживающим помещениям цехов относятся *служебные и бытовые помещения*. В состав *служебных помещений* цеха входят помещения для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб. *Бытовые помещения* цеха предназначаются для санитарно-гигиенического, медицинского, культурного обслуживания, для служб питания и других.

Служебные и бытовые помещения цеха объединяются в одном здании.

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

Медицинская служба должна иметь помещения для медицинских пунктов, здравпунктов, профилакторий, поликлиники (поликлиники размещаются вне территорий завода); для службы общественного питания — комнаты приема пищи, буфеты, столовые. Для культурного обслуживания должны быть комнаты отдыха, красные уголки, библиотеки и пр.

Для бытового коммунального обслуживания отводятся помещения для ремонта обуви и одежды, химической чистки, прачечных, парикмахерских и др.

Для организации культурно-массового обслуживания работающих в цехах предусматриваются помещения красных уголков. В состав красных уголков могут входить: зал собраний, комнаты кружков, кладовая инвентаря. Количество мест в зале собраний определяется из расчета 30% работающих в цехе в наиболее многочисленной смене.

7.2. Обоснование размещения обслуживающих помещений

Здание, в котором размещаются обслуживающие помещения, пристраивают непосредственно к торцовой или продольной стороне здания цеха (рис. 7.1, а, б) или строят его отдельно — параллельно продольной стороне здания цеха (рис. 7.1, в). С производственным зданием его соединяют специальными теплыми переходами, подземными (туннелями) или наружными — верхними. Это отдельное здание следует располагать против цеха, по возможности посередине.

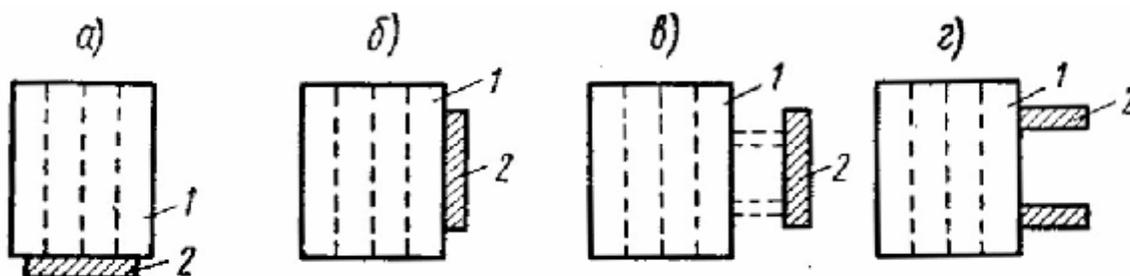


Рис. 7.1. Схема расположения административно-бытовых зданий:

а — с торцовой стороны производственного корпуса; б — с продольной стороны производственного корпуса; в — в отдельно стоящем здании, соединенном переходами — наружными или подземными — с производственным корпусом; г — поперечное примыкание к продольной стороне производственного корпуса торцовыми сторонами; 1 — производственный корпус; 2 — здание административно-бытовых помещений

Здание административно-бытовых помещений может примыкать к торцу здания цеха или к его продольной стене (см. рис. 7.1, а, б). 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. Однако в случае необходимости ввода железнодорожной ветки в цеховой склад материалов, располагающийся в торце цеха, или при проходе железнодорожной ветки снаружи вдоль этого склада, а также при наличии сквозных железнодорожных путей вдоль пролетов цеха здание бытовых помещений приходится располагать вдоль продольной стены цеха.

Здания административно-бытовых помещений могут примыкать также к продольной стороне цеха своими торцовыми сторонами (поперечное расположение) (рис. 7.1, г).

Возможно расположение административно-бытовых помещений и внутри производственных зданий (так называемое встроенное), например на антресолях, в межколонном пространстве вдоль рядов колонн, в «мертвых» зонах мостовых кранов и т. д.

Они могут располагаться также на специальных опорах – металлических или железобетонных – па высоте 2,5 м и выше; под ними устраиваются проезды и проходы. Высота встроенных помещений должна быть не ниже 2,5 м от пола до потолка и 2,2 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 конторы к рабочим местам в цехе; людские потоки из бытовых помещений не должны стеснять движения грузов. При проектировании бытовых помещений следует предусмотреть возможность расширения цеха (в случае необходимости).

Протяженность здания административно-бытовых помещений, располагаемого с торцовой стороны цеха, обычно принимается равной ширине цеха; однако, с точки зрения архитектурного оформления, желательно уменьшение длины здания бытовых помещений по отношению к ширине цеха.

Типовые проекты административно-бытовых зданий предусматривают УТС длиной 36; 48 и 60 м; шириной 12 или 18 м, с шагом колонн бхб м и высотой этажей 3,3 м от пола до пола. Из этих секций komponуются двух-, трех- и четырехэтажные здания для административно-бытовых помещений.

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 контор, конторских и технологических бюро, медицинских пунктов

(здравпунктов), пунктов питания, в которых должно быть непосредственное естественное освещение.

Первый этаж многоэтажной пристройки занимается уборными, умывальными, душевыми, гардеробными (частично), медицинским пунктом. Оставшаяся от этих помещений площадь первого этажа может использоваться для размещения некоторых вспомогательных отделений цеха, как, например, заточного отделения, ремонтной базы, электроремонтной мастерской, мастерской ремонта инструмента и приспособлений, измерительных пунктов, инструментально-раздаточных складов, кладовых для хранения абразивов, приспособлений, измерительного инструмента, помещений для шорников и смазчиков и для размещения других вспомогательных помещений.

Второй и третий этажи используются также для гардеробных, уборных и служебных помещений, комнат для принятия пищи и других бытовых помещений; четвертый — преимущественно для различных производственных и конструкторских бюро и отделов.

На рис. 7.2 даны поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений: а — полный разрез обычной конструкции; б — разрез по наружной стене унифицированной конструкции.

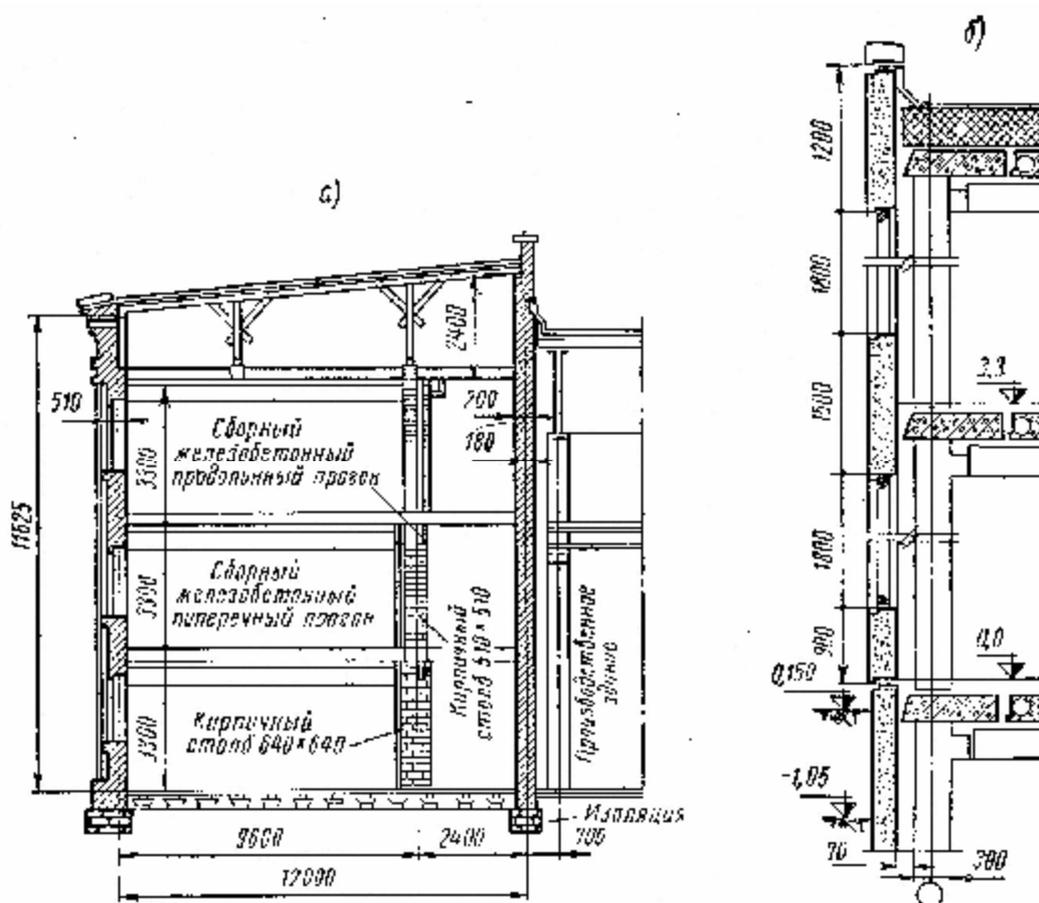


Рис. 7.2. Поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений: а — полный разрез обычной конструкции; б — разрез по наружной стене унифицированной конструкции

7.3. Расчет площади обслуживаемых помещений

Перечисленные выше бытовые помещения устраиваются для всех цехов машиностроительных заводов.

Гардеробные предназначаются для хранения одежды: а) уличной, б) домашней, в) рабочей (спецодежды). Способы хранения одежды могут быть: а) закрытый (одежда всех видов хранится в закрытых шкафах); б) открытый (уличная одежда хранится на вешалках, рабочая – в открытых шкафах – одинарных); в) смешанный (уличная одежда хранится на вешалках, а домашняя и рабочая – в закрытых шкафах).

Количество мест для хранения одежды в гардеробных принимается:

а) при закрытом способе для хранения всех видов одежды – равным количеству работающих во всех сменах;

б) при открытом способе: для хранения рабочей одежды – равным количеству работающих во всех сменах; для хранения уличной и домашней одежды – равным количеству работающих в двух смежных, наиболее многочисленных сменах (если перерыв в работе этих смен равен или менее 30 мин);

в) при смешанном способе: для хранения домашней и рабочей одежды – равным количеству работающих во всех сменах; для хранения уличной одежды – равным количеству работающих в двух смежных, наиболее многочисленных сменах (если перерыв в работе этих смен равен или менее 30 мин).

Для механических, сборочных, инструментальных, ремонтно-механических, модельных, деревообрабатывающих цехов (группа I б) требуется на одного работающего каждой смены при закрытом способе хранения для уличной и рабочей одежды один закрытый двойной шкаф; при открытом способе хранения для уличной одежды – один крючок на вешалке и для рабочей одежды – один открытый шкаф; при смешанном способе хранения – один крючок на вешалке и один закрытый одинарный шкаф.

Для рабочих по наладке станков (группа Iв) и для рабочих литейных, кузнечных, термических и других цехов горячей обработки (группа II б) при закрытом способе хранения: для уличной и домашней одежды – один закрытый двойной шкаф, для рабочей одежды – один закрытый одинарный шкаф; при открытом способе хранения: для уличной одежды – один крючок на вешалке и для домашней и рабочей одежды – по одному открытому шкафу; при смешанном способе хранения: для уличной одежды – один крючок на вешалке и для домашней и рабочей одежды – по одному закрытому шкафу одинарному.

При проектировании гардеробных принимаются:

длина вешалки – из расчета пять крючков на 1,0 пог. м вешалки; высота от низа крючка до пола не менее 1,55 м;

размеры (в осях) шкафов: одинарный – для хранения домашней или рабочей одежды – глубина 500 мм, ширина 250 мм, высота 1,65 м; одинарных для легкой рабочей одежды (халатов, комбинезонов и др.) – соответственно 250 мм × 200 мм × 1,65 м; одинарных семярусных для фартуков, рукавиц и другой мелкой рабочей одежды – 250 мм × 330 мм × 235 мм (каждого яруса); двойных (с двумя отделениями) – для хранения двух различных видов одежды – глубина 500 мм, общая ширина 330 мм, высота 1,65 м;

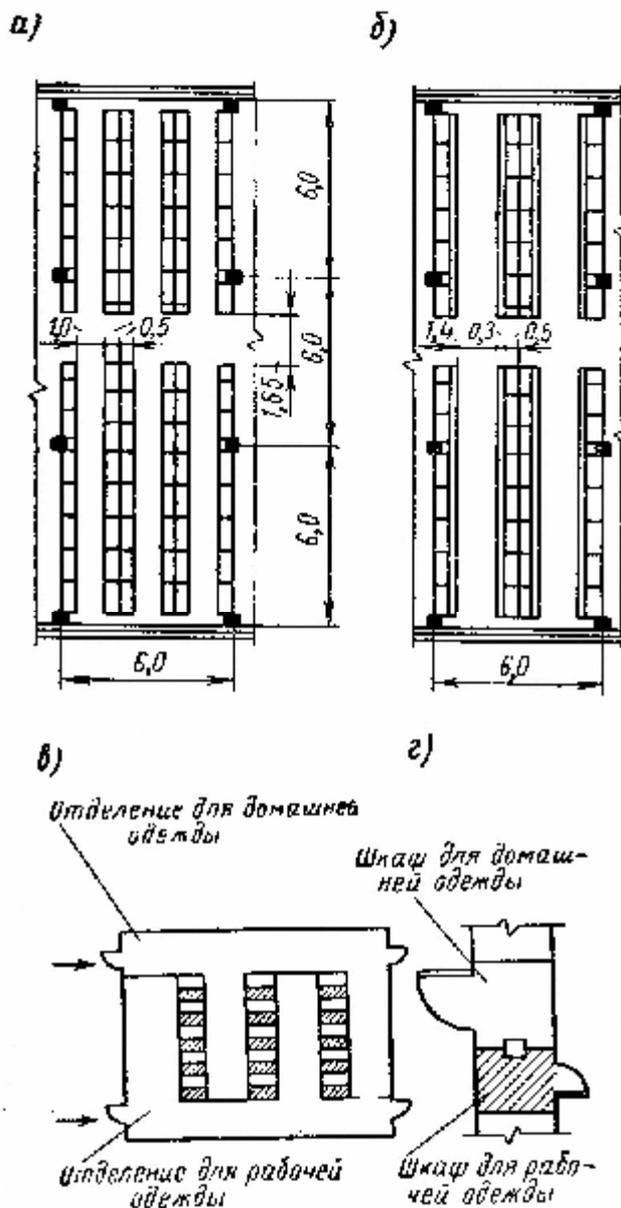


Рис. 7.3. Схемы планировок гардеробных шкафов:

- а – без скамей; б – со скамьями у каждого шкафа;
- в – расположение двойных шкафов для домашней (чистой) одежды и для рабочей (грязной) одежды;
- г – схема двойного шкафа

планировке достигаются хорошие санитарно-гигиенические условия.

Умывальные для мужчин и женщин должны размещаться в отдельных помещениях, смежных с гардеробными, или в помещениях гардеробных. В них устанавливают индивидуальные или групповые умывальники с подводом холодной и горячей воды (33–35°). Некоторая часть умывальников размещается иногда в цехах, поблизости от рабочих мест. В умывальных рекомендуется устанавливать электрические «воздушные полотенца». Число кранов в умывальных определяется по количеству человек, приходящемуся на один кран, считая

ширина проходов между параллельно расположенными вешалками или между лицевой поверхностью шкафов – при обслуживании не менее 0,6 м; при самообслуживании и длине проходов до 9 м – не менее 1 м, при длине проходов более 9 м – не менее 1,5 м; ширина прохода между барьером у вешалок и стеной помещения не менее 2 м – при одностороннем расположении вешалок и не менее 3 м между барьером – при двустороннем расположении.

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.

Примеры типовых схем планировок гардеробных шкафов показаны на рис. 7.3 (без скамей а и со скамьями б у каждого шкафа).

На рис. 7.3, в и г показано расположение двойных шкафов; каждый шкаф имеет два смежных отделения: один для домашней (чистой), другой – для рабочей (грязной) одежды; доступ в каждое из этих отделений может быть только с противоположной стороны. Благодаря такой планировке

по наиболее многочисленной смене, в зависимости от группы производственного процесса; для групп I б принимается 20 человек и для групп I в и II б – 15 человек на один кран.

Расстояние между кранами должно быть не менее 0,6 м; ширина прохода между двумя рядами умывальников не менее 1,6 м; ширина прохода между умывальниками и противоположной стеной не менее 1,1 м. Индивидуальные умывальники имеют размеры: длина 0,6 м, ширина 0,4 м; групповые на 5 мест – круглые диаметром 0,9 м. Пример планировки умывальной показан на рис. 7.4.

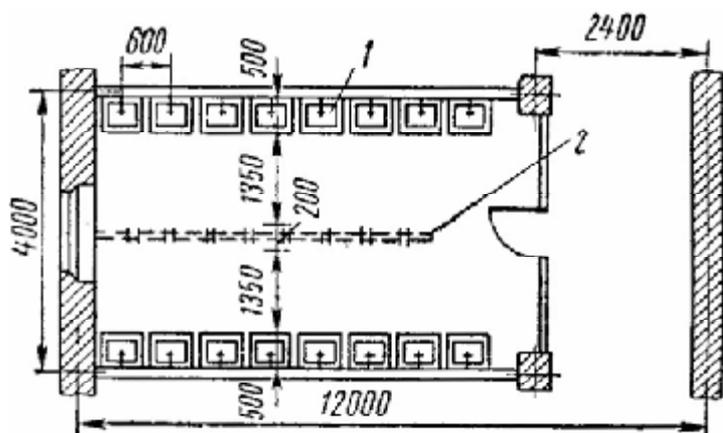


Рис. 7.4. Примерная планировка умывальной:
1 – умывальники; 2 – вешалка для одежды

Душевые располагаются в изолированных помещениях, смежных с гардеробными. Число душевых сеток принимают исходя из количества человек, приходящегося на одну сетку, считая по наиболее многочисленной смене, в зависимости от группы производственного процесса: для групп I в – 7 человек, для групп II б – 5 человек на одну душевую сетку.

Кабины для душей устраиваются размером 0,9×0,9 м, ширина прохода между двумя рядами кабин не менее 1,5 м, между кабинками и стеной (или перегородкой) не менее 0,9 м. При душевых кабинках должно быть предусмотрено помещение для переодевания с установленными в нем скамьями (с крючками на спинках) шириной 0,3 м и длиной 0,4 м. Количество мест для переодевания принимается из расчета 3 места на одну душевую сетку. Расстояние между рядами скамей должно быть не менее 1 м. Душевое помещение должно иметь вытяжную и приточную вентиляцию.

Расчетное время действия душевой после каждой смены принимается 45 мин. Пример планировки душевой приведен на рис. 7.5.

Удельные площади для гардеробных, душевых и умывальных принимают равными 2,6–2,8 м² на одного работающего.

Фотарии – помещения для облучения рабочих ультрафиолетовыми лучами – устраиваются для работающих в бесфонарных и безоконных промышленных зданиях, на предприятиях, находящихся за полярным кругом, а также для рабочих на подземных работах. Облучение производится с целью компенсации ультрафиолетовой недостаточности; оно делается после мытья рабочих в душевых; продолжительность облучения (2–5 мин) устанавливается и контролируется медицинским персоналом. Помимо обычного способа облучения, применяются автоматизированные установки, которые автоматически регулируют продолжительность и интенсивность облучения. Фотарии устраивают индивидуальные, т. е. в индивидуальных кабинках, и групповые, в которых облучаются одновременно 25 человек. Отдельные кабинки для индивидуальных фотарий,

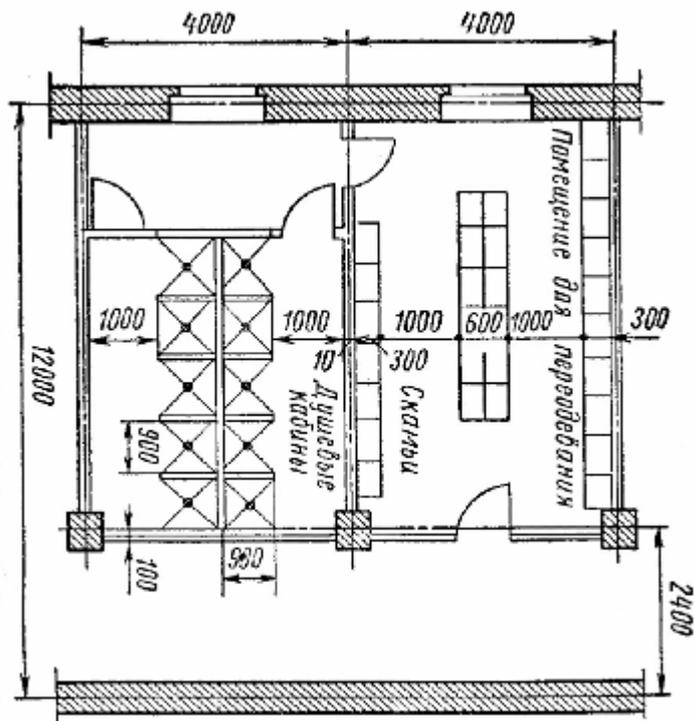


Рис. 7.5. Примерная планировка душевой

которые считаются наиболее целесообразными, устраиваются размером 1,0×1,0 м. Для групповых фотариев отводится помещение 5×5 м, а при коридорных установках, когда рабочие проходят мимо облучателей потоком, отводится помещение 2,0×12 м.

Уборные должны располагаться от наиболее удаленных рабочих мест на расстоянии, не превышающем 100 м. В многоэтажных зданиях уборные для мужчин и женщин должны устраиваться на каждом этаже. Уборные вне зданий должны располагаться не далее 200 м от

рабочих мест.

Нормы определения количества унитазов

При количестве рабочих в одну смену	Количество унитазов	
	в мужских уборных	в женских уборных
до 40	2	2
»55	3	3
»100	5	6
»200	7	10
»300	9	14
»400	11	18
»500	13	22

Таблица 7.1

Число унитазов уборной рассчитывается по нормам в зависимости от количества работающих в наиболее многочисленной смене (таблица 7.1).

Унитазы должны размещаться в отдельных кабинках с дверями, открывающимися нару-

жу; размеры кабин 1,2×0,9 м; высота перегородок кабин не менее 1,75 м. Ши-

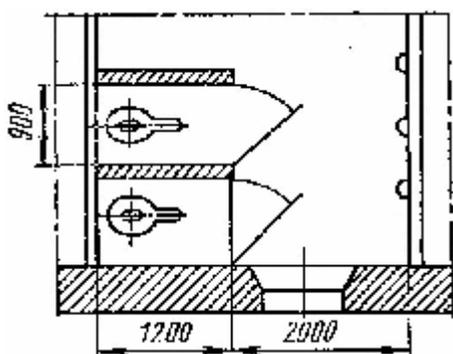


Рис. 7.6. Примерная планировка уборных при одностороннем расположении кабин и размещении писсуаров против кабин

рина прохода между рядами кабин должна быть не менее 1,5 м, а между рядом кабин и противоположной стеной или перегородкой – не менее 1,3 м.

Мужские уборные должны быть оборудованы писсуарами из расчета на каждый унитаз один индивидуальный писсуар. При расположении писсуаров против кабин ширина прохода между кабинками и писсуарами должна быть не менее 2 м.

В шлюзах при уборных должны стоять умывальники из расчета один умывальник на четыре унитаза, но не менее одного на уборную.

Удельная площадь уборной принимается

0,2 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

Пример планировки кабин уборной (при расположении писсуаров против кабин) приведен на рис. 7.6.

Помещения для личной гигиены женщин следует предусматривать в каждом здании, если количество женщин, работающих в наиболее многочисленной смене, превышает 50 человек. Эти помещения изолируются от других помещений, имеют вход через тамбур и размещаются рядом со здравпунктом. В составе этих помещений должны быть: приемная площадью не менее 10 м², с уборной и умывальником; процедурная с индивидуальными кабинками площадью каждая не менее 1,5 м², оборудованными гигиеническими фонтанирующими душами (два душа при количестве женщин в одной смене до 300 человек, плюс по одному душу на каждые 200 человек сверх 300), и комнаты отдыха с диванами.

Гигиенические души должны иметь педальное управление и смесители для регулирования температуры воды.

Помещения для сушки и обеспыливания одежды предусматриваются в зависимости от условий производства, когда оно связано с применением воды или выделением большого количества пыли. Эти помещения размером не менее 12 м² располагаются смежно с помещениями для хранения рабочей одежды. Для производства механосборочных, инструментальных, точного приборостроения, модельных, деревообрабатывающих, кузнечных, литейных, термических, прокатных цехов, а также для производства радиотехнических приборов, полупроводников, электровакуумных приборов и других эти помещения не предусматриваются.

Комнаты для курения устраиваются в том случае, когда по условиям производства курение в производственных помещениях не разрешается. Они размещаются смежно с уборными. Расстояние от курительной до наиболее удаленного рабочего места не должно превышать 100 м.

Площадь курительной устанавливается общим размером не менее 8 м², при этом удельная площадь – 0,03 м² на одного работающего в многочисленной смене для мужчин и 0,01 м² для женщин.

Механизированные прачечные служат для стирки такой рабочей одежды, загрязненность которой не допускает стирку ее в коммунальных прачечных. Площади для стирки и сушки белья определяются по нормативам для прачечных.

Пункты питания для заводов могут быть следующих типов:

- а) открытые столовые (без входа на территорию завода);
- б) закрытые столовые, размещенные на территории завода как в отдельно стоящих зданиях, так и в составе производственных и вспомогательных зданий;
- в) закрытые буфеты в составе производственных и вспомогательных зданий предприятия.

Расстояние от цеха до пункта питания должно приниматься при обеденном перерыве в 30 мин не более 300 м, а при обеденном перерыве в 1 ч – не более 600 м.

Пункты питания, удаленные от общей умывальной на расстояние более 50

м, должны иметь умывальники для посетителей из расчета один кран на 50 посадочных мест.

Удельная площадь помещения общественного питания – 0,7 м² на одного работающего.

Пункты медицинской помощи – здравпункты. На каждом промышленном предприятии со списочным количеством работающих от 300 до 800 человек должен быть один общезаводской фельдшерский здравпункт, при 800–2000 работающих — один общезаводской врачебный здравпункт.

Для крупных предприятий состав и объем строительства медицинских учреждений определяются особыми постановлениями. При цехах, особо опасных в отношении травматизма и профессиональных заболеваний, можно устраивать дополнительные фельдшерские здравпункты.

Состав помещений и размеры площадей здравпунктов машиностроительных заводов принимаются по установленным нормам. Общая площадь цехового фельдшерского здравпункта, состоящего из нескольких комнат – 48 м², и дополнительно к ней площадь для уборной с умывальником (на 1 унитаз); общая площадь заводского здравпункта 102 м², и дополнительно площадь для уборной с умывальником (на 1 унитаз) и душевой (на 1 рожок).

Здравпункты располагаются в первых этажах вспомогательных или производственных зданий (или в отдельных зданиях).

Удельная площадь медпункта – 0,08 м² на одного работающего.

В производственных помещениях должны быть устроены **питьевые установки в виде фонтанчиков** с температурой воды не выше 20° и не ниже 8° или установки с газированной водой. Расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до установок раздачи газированной воды должно быть не более 75 м.

В состав **служебных помещений** цеха входят помещения **для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб**. К административно-конторским относятся помещения кабинетов начальника и заместителей начальника цеха с помещениями для их секретарей; для планово-диспетчерского бюро (ПДБ), бюро труда и зарплаты, бухгалтерии, табельной и других структурных подразделений цеха. В состав инженерно-технических служб входят помещения технологического бюро или отдела цеха, конструкторского бюро, цеховых лабораторий, машиносчетных станций, кабинетов по технике безопасности и другие помещения.

По установленным нормам площади служебных помещений следует принимать из расчета: а) рабочих комнат административно-конторского персонала и инженерно-технических служб 4 м² на одного работающего в этом помещении в наибольшую смену (нормы не распространяются на кабинеты начальников цеха и их заместителей); б) рабочих комнат конструкторских бюро 6 м² на один чертежный стол; в) залов совещаний вместимостью до 100 человек 1,2 м² на одно место; вместимостью более 100 человек 0,9 м² на каждое место свыше 100 человек; г) кулуаров при залах совещаний 0,4 м² на каждое место в зале совещаний; д) вестибюлей-гардеробных 0,27 м² на одного служащего; е) кабинетов для учебных занятий 1,75 м² на одно ученическое место; ж) кабинетов по

технике безопасности от 25 м² (при 100 работающих по списочному составу) до 200 м² (при количестве работающих 2000 человек и более). Площади отдельных рабочих помещений и кабинетов должны быть не менее 9 м².

Данные по расчету административно-бытовых помещений сводятся в таблицу 7.2.

Таблица 7.2

Административно-бытовые помещения

Помещение (а также инвентарь и устройства)	Количество человек	Площадь, м ² удельная / общая
1. Бытовые помещения		
1.1. Гардеробные (способ хранения одежды – закрытый; количество мест – 50; одинарных шкафов для хранения домашней или рабочей одежды – 5 шт; ширина прохода между лицевой поверхностью шкафов – 0,6 м)	50	2,6/80
1.2. Умывальные (число кранов – 3,.....)	50	15
...
2. Административные		
2.1. Рабочие комнаты административно-конторского персонала и инженерно-технических служб	10	4/40
...
Итого		

8 РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ

Компоновка – это схематический план здания (корпуса) с изображением на нем цехов, отделений, участков, вспомогательных, служебно-бытовых помещений, а также стационарного подъемно-транспортного оборудования. Компоновка может составляться и по отдельному крупному цеху.

Назначение компоновочного плана — взаимная увязка входящих в состав корпуса цехов, отделений и участков, выбор оптимального направления производственного процесса, внутрицехового транспорта, грузовых и людских потоков, а также рациональное размещение вспомогательных и служебно-бытовых помещений.

При разработке компоновочного плана должны быть учтены общие требования по прямоточности производственного процесса, начиная от склада или места поступления заготовок и кончая отправкой готовой продукции, а также кратчайших путей движения продукции на всем протяжении процесса производства.

На первом этапе выполнения компоновки корпуса-блока должна быть вычерчена строительная часть корпуса с использованием условных обозначений (см. приложение 3).

Далее решаются вопросы целесообразности объединения ряда вспомогательных отделений в общекорпусные или зональные службы вместо отдельных цеховых.

Затем намечаются границы цехов, общекорпусных проездов, определяются места расположения трансформаторных, компрессорных станций и вентиляционных камер. После этого определяются границы основных производственных

отделений в каждом цехе с учетом последовательности технологического процесса, а также цеховых вспомогательных служб. При необходимости намечаются перегородки или внутренние стены, определяется направление и характер грузопотоков, которые в соответствующем масштабе должны наноситься на компоновочный план.

Размещение участков внутри цеха обуславливается **взаимным размещением механических и сборочных цехов**. Соотношение размеров площадей механического и сборочного цехов зависит от вида производства: в единичном и мелкосерийном производстве площадь сборочного цеха в среднем составляет 50–60% от площади механического цеха; в серийном производстве – 30–40%; в массовом – 20–30%; при хорошо организованной поточной сборке – менее 20%.

Возможные компоновочные схемы механических и сборочных цехов показаны на рис. 8.1.

В поточно-массовом производстве рабочие места узловой сборки предметно-специализированных цехов размещают в конце линии механообработки.

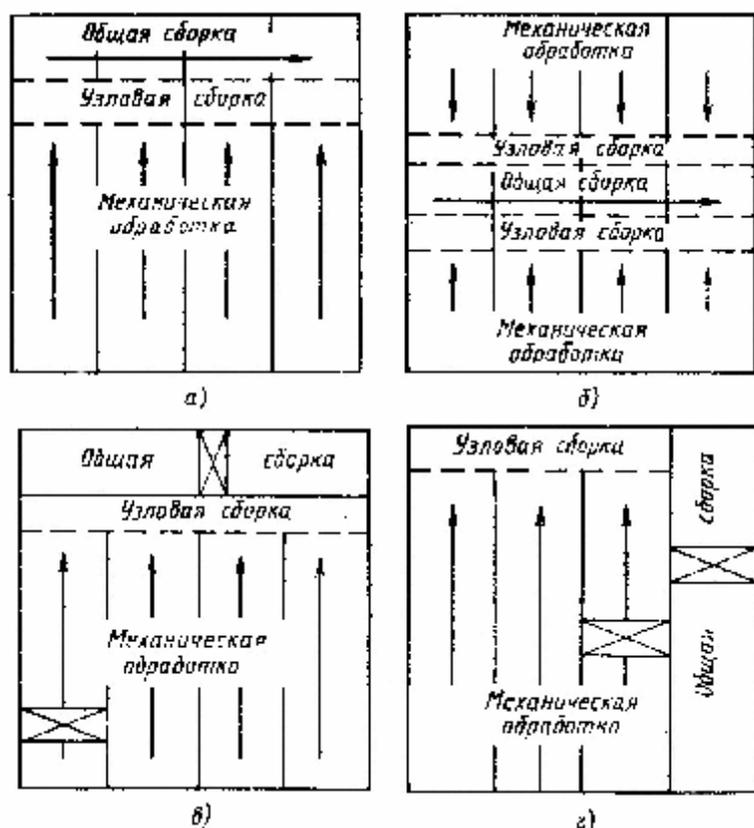


Рис. 8.1. Компоновочные схемы механосборочных цехов

Механосборочный цех при этом состоит из ряда параллельно расположенных участков механообработки, состоящих из непрерывно- или переменноточных линий и линии или участка узловой сборки. При конвейерной общей сборке участки механосборочного производства размещают в соответствии с последовательностью установки сборочных единиц и деталей в изделии на главном конвейере.

Отделение или цех общей сборки с конвейером размещают перпендикулярно к линиям обработки после узловой сборки в конце корпуса или в его середине (рис. 8.1, а, б). При этом

обеспечивают наиболее благоприятные условия передачи изготовленных деталей и сборочных единиц на конвейер общей сборки в процессе прямоточной межоперационной передачи. Вариант размещения общей сборки в середине цеха используют при производстве изделий с большим числом коротких линий механообработки и относительно небольшой трудоемкости общей сборки. В серийном и единичном производстве применяют компоновочные схемы размещения цеха (отделения) общей сборки в отдельном пролете перпендикулярно

или параллельно пролетам или участкам механических цехов (рис. 8.1, в, з). В условиях мелкосерийного и единичного производства используют стационарную непоточную сборку, поэтому взаимное размещение участков определяет в большей степени технологическая однородность обрабатываемых деталей и применяемых видов транспорта.

Исходя из этого, например, в одном пролете, оборудованном мостовым краном, сосредоточивают обработку наиболее крупных базовых деталей (рис. 8.1, в). При параллельном расположении пролетов (рис. 8.1, г) участок базовых деталей целесообразно располагать рядом с пролетом сборочного цеха с тем, чтобы облегчить передачу наиболее тяжелых деталей на сборку. С точки зрения минимизации грузопотоков, чем больше общая масса изготавливаемых на участке деталей, тем ближе он должен быть расположен к отделению, цеху общей сборки, и наоборот.

С другой стороны, на выбор варианта расположения участков оказывают влияние условия работы и технологические особенности используемого оборудования. Исходя из этого нецелесообразно размещать рядом участки и линии изготовления деталей высокой точности и относительно малой точности формы и расположения поверхностей ввиду неизбежного влияния вибрации этого оборудования на точность изготовления ответственных деталей. Недопустимо смежное размещение участков абразивной обработки и сборки. В каждом конкретном случае необходимо учитывать совместимость технологических процессов смежных участков и цехов, степень пожарной опасности, а также концентрацию вредных для здоровья человека аэрозолей, выделяемых при работе оборудования. Пожароопасные или вредные для здоровья работающих участки или производства должны быть изолированы от других производств соответствующими перегородками и оборудованы системами очистки воздуха. Это в первую очередь относится к окрасочным участкам и цехам.

Необходимо предусматривать **максимальное блокирование цехов и других служб и помещений в одном здании**. На рис. 8.2 приведены три варианта расположения нескольких цехов, складов и других помещений в одном корпусе, скомпонованном из УТС.

Технологические потоки в цехах могут быть направлены как вдоль пролетов, так и поперек их. Технологические потоки направляются вдоль пролетов в том случае, когда в качестве технологического транспорта используются мостовые опорные краны. В бескрановых зданиях потоки могут быть направлены и вдоль и поперек пролетов.

Сборочные цехи и отделения, склады металла (заготовок) и склады готовой продукции могут располагаться в пролетах корпуса (рис. 8.2, а) в тех случаях, когда для их обслуживания либо не требуется мостовых кранов, либо мостовые краны применяются во всех пролетах. При этой схеме подача металла (заготовок) на склад осуществляется автомобильным транспортом. При необходимости обслуживать сборочные цехи или склады мостовыми кранами последние располагают в дополнительных (крановых) секциях, которые могут быть расположены как вдоль, так и поперек пролетов основного здания. При этом дополнительные секции могут быть однопролетными (рис. 8.2, б) и двухпролет-

ными (рис. 8.2, в).

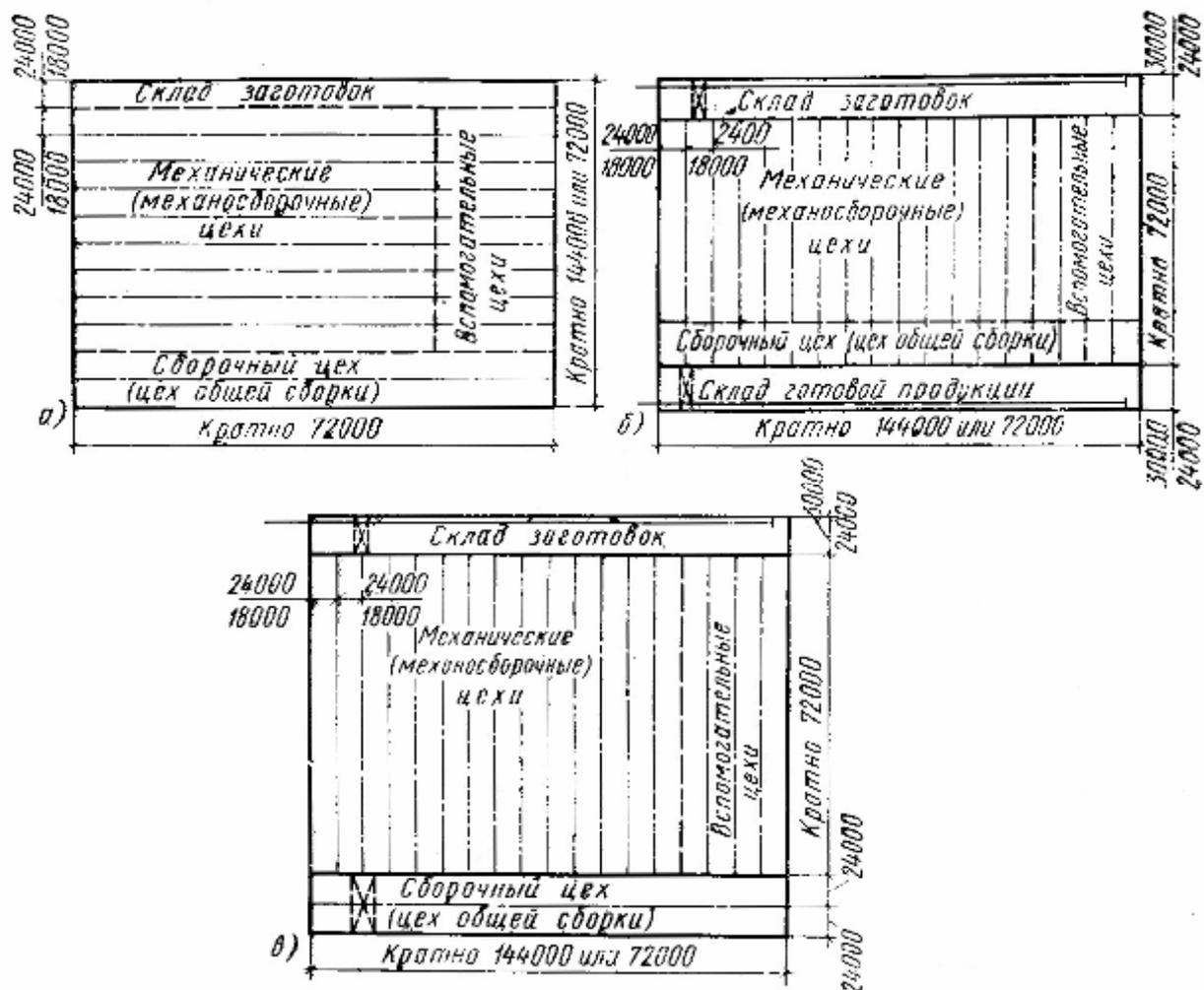


Рис. 8.2. Варианты расположения нескольких цехов и складов (металла, заготовок, готовой продукции) в одном корпусе, сблокированном из унифицированных типовых секций:

а – при расположении сборочного цеха и складов в основных секциях; б – при расположении складов в дополнительных секциях; в – при расположении сборочного цеха (цеха общей сборки) и склада в дополнительных секциях

Все отделения цеха на компоновке необходимо располагать по ходу общего производственного процесса в следующем порядке.

1. При единичном и серийном производстве цеховой склад металла и заготовок вместе или смежно с заготовительным отделением размещаются в начале цеха (поперек пролетов цеха или в отдельном пролете, перпендикулярном к пролетам цеха); при поточном производстве складские площадки для заготовок располагаются в начале каждой поточной линии.

2. Вдоль склада или складских площадок поперек пролетов цеха устраивается проезд шириной от 4 м и более в зависимости от применяемых транспортных средств.

3. Станочное отделение располагается на основной площади цеха; при значительной длине технологической линии устраиваются поперечные проходы

шириной не менее 4 м.

4. В конце станочного отделения поперек всех пролетов также устраивается поперечный проезд шириной не менее 4 м в зависимости от применяемых средств транспорта.

5. Далее в удобных местах размещаются контрольное отделение цеха или контрольные-пункты (при поточном производстве).

6. В единичном и серийном производствах параллельно контрольному отделению, поперек пролетов, размещается склад готовых деталей и смежно с ним – межоперационный, если он предусмотрен; в поточном производстве для готовых деталей предусматриваются складочные площадки или подвесные или напольные конвейеры.

7. В поточном производстве далее размещается узловая сборка как на стендах, так и на конвейерах.

8. Вспомогательные отделения механического цеха, как правило, должны располагаться в производственной части здания либо вдоль наружных стен, либо в планировочных вставках шириной 6 м и более (кратно 6 м).

В зависимости от условий производства вставки могут располагаться как вдоль, так и поперек цеха. Они могут быть одноэтажными и двухэтажными. Второй этаж обычно используется для служебных или бытовых помещений, а также для электро- и санитарно-технических устройств. *Часть вспомогательных помещений может быть расположена в первом этаже пристройки для служебно-бытовых помещений.* Однако такие отделения, как заточные с кладо-

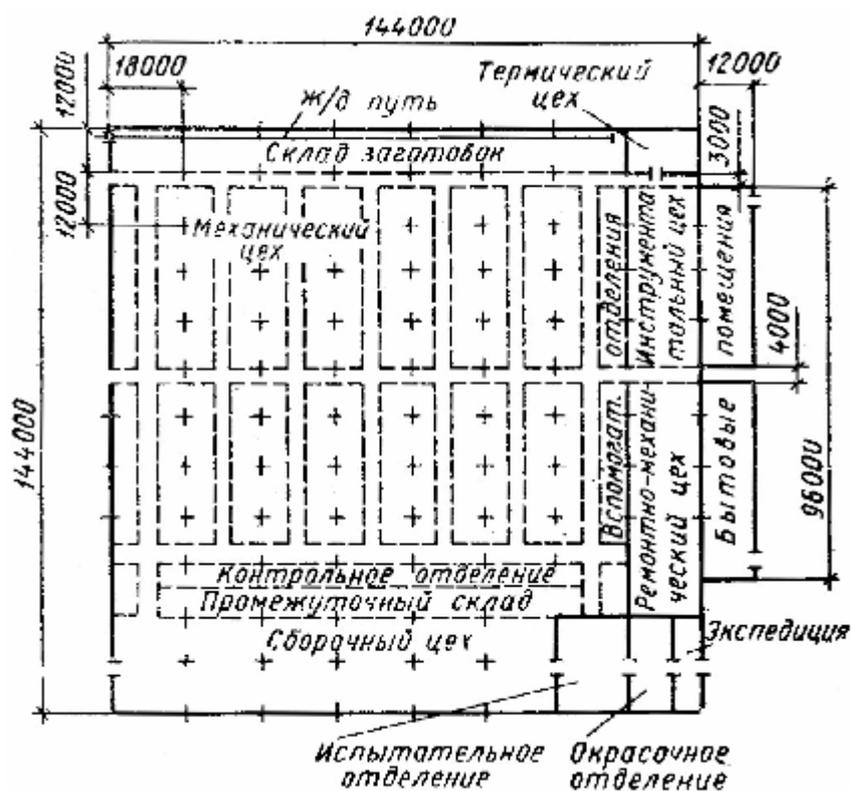


Рис. 8.3. Схема компоновки нескольких цехов и склада металла и заготовок в одном корпусе

выми режущего инструмента, ремонтные базы и мастерские и т.п., размещать в пристройках не рекомендуется.

На основе выбранной схемы компоновки, зная общую и производственную площади механического цеха, а также площади всех вспомогательных отделений, выполняется компоновочный план.

На рис. 8.3 приведена возможная схема компоновки корпуса с механическим цехом, выполненная на основе схемы, показанной на рис. 8.2, а.

На рис. 8.4 изображен компоновочный план механосборочного корпуса по производству двигате-

лей грузового автомобиля с годовым выпуском 200 тыс. штук. В этом корпусе изготавливается основная часть деталей двигателя, другая часть деталей поступает из других цехов завода.

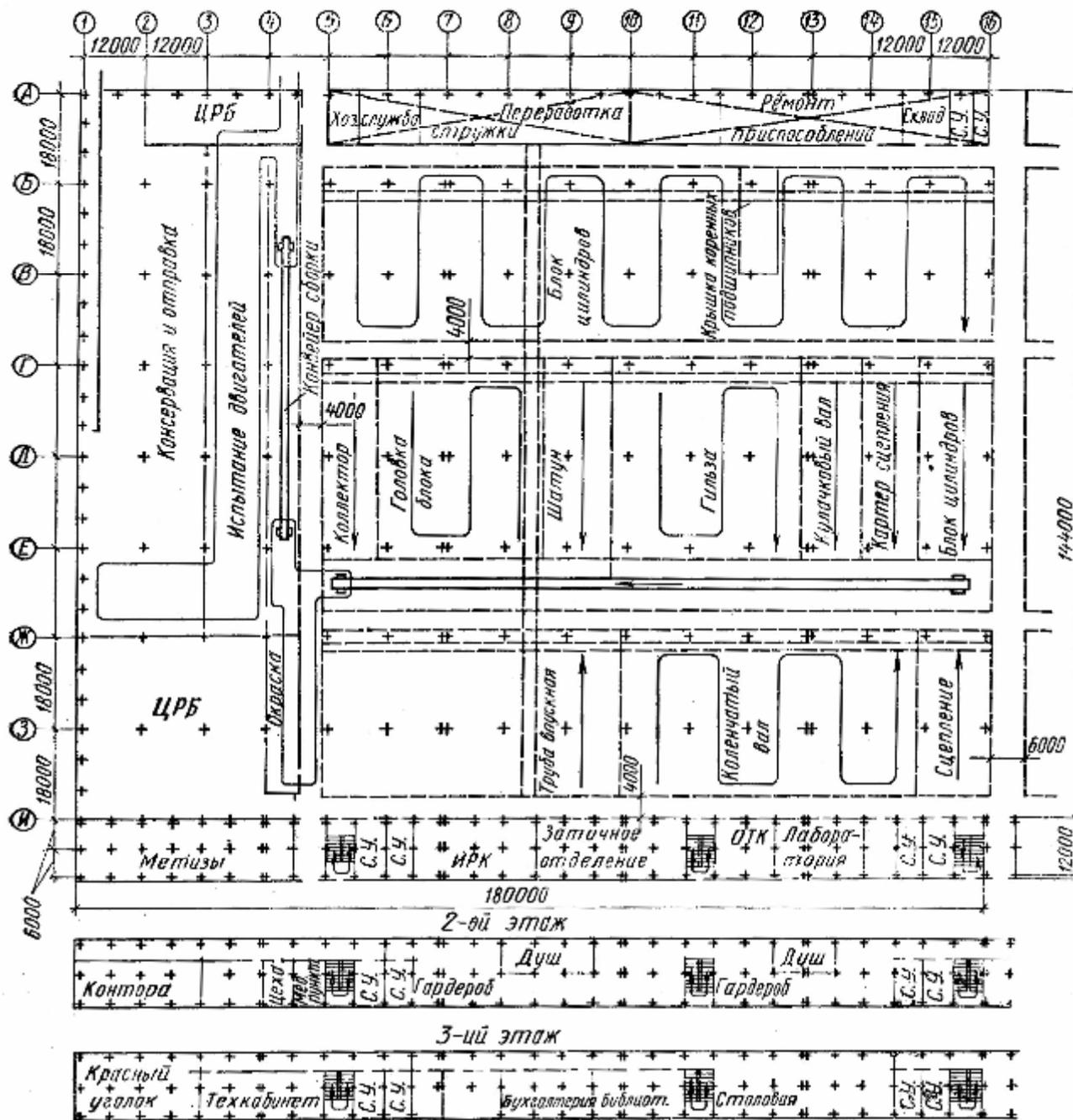


Рис. 8.4. План механосборочного корпуса по производству двигателей грузового автомобиля

Общая площадь корпуса без обслуживающих помещений – 26000м²; количество основного производственного оборудования – 1177 единиц, в том числе 35 автоматических линий, включающих 327 станков; установленная мощность оборудования – 26000кВ; количество работающих – 3227 человек, в том числе производственных рабочих – 1941, вспомогательных – 1000, ИТР – 199, служащих – 35 и МОП – 52. Трудоемкость изготовления одного двигателя в человеко-часах – 14,91; в станко-часах – 17,9.

Следует четко уяснить и запомнить, что проектирование является *итерационным процессом*, при котором на каждом шаге проектирования ввиду недостатка информации вначале принимают приближенное решение, а затем по мере детальной проработки принятое решение уточняют. *Окончательное решение по компоновке корпуса принимается после планировки оборудования.*

9 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ И РАБОЧИХ МЕСТ

9.1. Планировка участков

Планировка цеха (участка) — это план расположения производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов и проходов и др.

Разработка планировки является весьма сложным и ответственным этапом проектирования, когда одновременно должны быть решены вопросы осуществления технологических процессов, организации производства и экономики, техники безопасности, выбора транспортных средств, механизации и автоматизации производства, научной организации труда и производственной эстетики.

Планировку оборудования разрабатывают на основе компоновочного плана. Так же, как и для компоновки, при разработке планировки вычерчивают в соответствующем масштабе план корпуса цеха или отделения с изображением строительных элементов. На этом плане размещают площади всех участков и служб цеха, указывают магистральные проезды, производят расстановку оборудования и рабочих мест, пользуясь условными изображениями оборудования и других элементов, выполненных в том же масштабе.

Цеховые планы расположения оборудования выполняют в масштабах 1:200 или 1:100, а планировки отдельных участков и рабочих мест — в масштабе 1:50. При этом все планировки выполняют в соответствии с компоновочным планом *и с той же маркировкой разбивочных осей.*

На планах соответствующими условными обозначениями (приложение 3) указывают: колонны зданий, стены наружные и внутренние, перегородки с проемами для ворот, дверей и окон; тамбуры у ворот и дверных пролетов; железнодорожные вводы в корпус, рельсовые пути для внутрицехового транспорта; подъемно-транспортные средства (краны, кран-балки, монорельсы, конвейеры и т. д.); основные тоннели и каналы, а также люки, трапы и другие проемы в полах, влияющие на планировку технологического оборудования; все технологическое, контрольно-испытательное, подъемно-транспортное оборудование; инвентарь – плиты контрольные и разметочные, верстаки, стеллажи и т. д.; места складирования заготовок и полуфабрикатов, резервные места под оборудование; проходы и проезды; расположение подвалов, антресолей, проходных каналов (с указанием их высотных отметок).

Технологическое оборудование на планах изображается по контурам с учетом крайних положений движущихся частей (перемещение столов станков), открывающихся дверей и откидных кожухов (дверцы шкафа, печи) и применения длинномерных заготовок (прутки для резки заготовок и обработки на револь-

верных станках и др.).

Контурсы оборудования на планах должны изображаться упрощенно, без вычерчивания излишних подробностей. Номер оборудования по спецификации указывается вне контура оборудования *на выносных полочках или внутри контура оборудования*.

Все виды оборудования обычно нумеруются *сквозной порядковой нумерацией, которая ведется по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и затем сверху вниз*. Нумерация подъемно-транспортного оборудования в малых цехах с несложным транспортом дается после технологического оборудования и продолжает нумерацию последнего. Для крупных цехов с механизированным транспортом подъемно-транспортное оборудование может нумероваться отдельно своей нумерацией с добавлением буквы Т (или первой буквы наименования соответствующего транспортного устройства: Р — рольганг, М — монорельс и т. п.).

Контурсы фундаментов под оборудование указываются мелкими штриховыми линиями, если они выходят за контурсы самого оборудования и могут влиять на его размещение.

Вне контура оборудования условными обозначениями (приложение 3) наносятся: места расположения рабочих, обслуживающих оборудование (кружком в соответствующем масштабе), точки подвода энергоносителей, сжатого воздуха, воды и т. д.; необходимые местные отсосы (рис. 9.1). Эти обозначения будут определять разводку соответствующих сетей или коммуникаций.

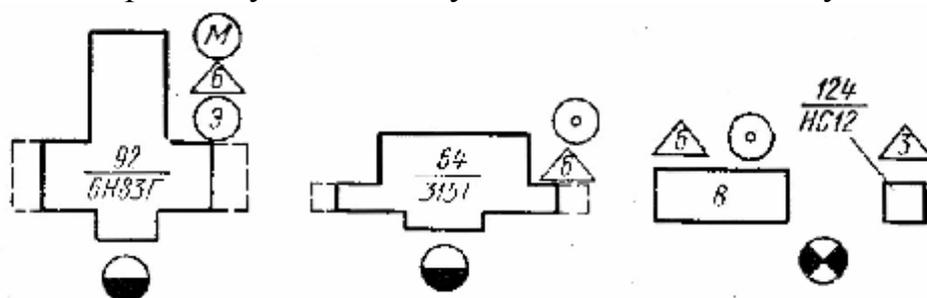


Рис. 9.1. Примеры обозначений мест расположения рабочих, подводок различных сетей и нумерации оборудования

Производственный инвентарь (плиты разметочные и контрольные, верстаки, рабочие столы, стеллажи) изображается на плане по контуру габарита с проставлением внутри контура вместо номера условных обозначений. Вне контура инвентаря, как у оборудования, даются условные обозначения места рабочего и подводок.

К плану расположения оборудования должна быть приложена спецификация, а на плане должны быть обозначены наименования цехов, отделений, участков и вспомогательных помещений. Примеры планов расположения оборудования цехов и планировок бытовых помещений рассматриваются ниже.

В настоящее время в проектной практике находят применение следующие **методы разработки планировок цехов**:

метод плоскостного макетирования с использованием темплетов, т.е. бумажных или картонных вырезных габаритов станка; габаритов, выполненных

на прозрачном пластике; магнитных габаритов, выполненных с применением магнитной резины; компьютерных 2-d моделей габаритов, выполненных в графическом редакторе;

метод объемного макетирования с использованием пространственных моделей оборудования, выполненных из дерева, пластмассы, гипса, магнитной резины и др., или 3-D моделей, выполненных в графическом трехмерном редакторе.

Наибольшее распространение имеет темплетный метод планировки. Плоские темплеты (рис. 9.2, а) изображают контуры устанавливаемого оборудования в плане, выполненные в том же масштабе, что и план всего цеха. Таким образом, темплет изображает контур оборудования при виде сверху. На темплете отображают все подвижные выступающие части соответствующего оборудования при их нейтральном (среднем) положении. Ручки, штурвалы и другие подобные части станков на темплете обычно не показывают.

Контур самого оборудования на темплете обозначается тонкой сплошной линией. Контурной линией изображается так называемый установочный контур, т. е. план той части оборудования, которой оно устанавливается на пол или фундамент. Крайние положения всех подвижных выступающих частей, открывающиеся дверцы в их крайнем (открытом) положении, вспомогательные устройства в виде баков, автономных насосных установок и т.п. устройств обозначаются тонкой штриховой линией (см. приложение 4).

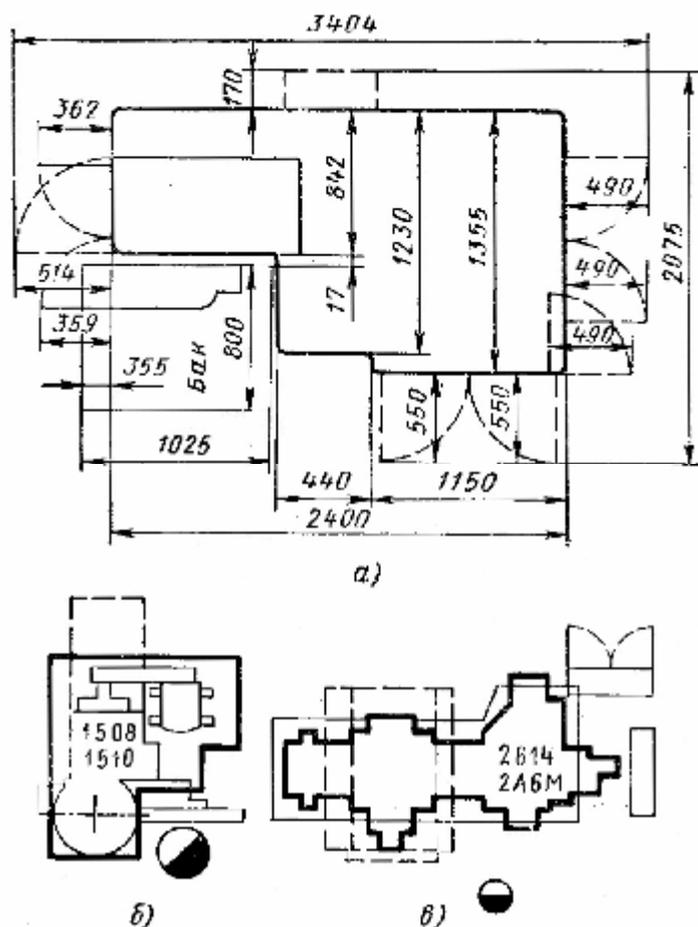


Рис. 9.2. Примеры темплетов

Метод объемного макетирования состоит в том, что, используя модели производственного, подъемно-транспортного и другого оборудования, составляют объемный макет цеха или производственного корпуса. Благодаря большей наглядности объемного макета, при его использовании легче найти лучшие проектные решения и предупредить возможные ошибки при увязке отдельных частей проекта, которые могут обнаруживаться уже в процессе строительства или эксплуатации нового завода. Этот метод разработки планировок широко применяется при проектировании предприятий с крупными объемными сооружениями и оборудованием- (предприятия химической, нефтехимической, металлургической, пищевой промыш-

ленности и т. п.), где он позволил значительно улучшить качество проектов. В машиностроении объемный метод планировки распространен меньше, так как он дороже других методов. Однако при проектировании современных машиностроительных цехов, имеющих сложную систему технологических трубопроводов и инженерных коммуникаций, непрерывный транспорт в виде напольных и подвесных конвейеров, монорельсов и т. д., большое количество сложного и крупного оборудования, связанного между собой единым производственным процессом и расположенного на разных уровнях, метод объемного макетирования является наиболее целесообразным.

Наглядность планировки увеличится, если темплеты (объемные модели) основного, вспомогательного и подъемно-транспортного оборудования окрасить в различные цвета, например, станки можно сделать салатовыми; верстаки, подставки, столы – голубыми; краны и тележки – оранжевыми.

При разработке планировок должны учитываться следующие **основные требования**.

1. Оборудование в цехе должно размещаться в соответствии с принятой *организационной формой технологических процессов*. При этом нужно стремиться к расположению производственного оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций обработки, контроля и сдачи деталей или изделий.

2. Расположение оборудования, проходов и проездов должно гарантировать удобство и безопасность работы; возможность монтажа, демонтажа и ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструментов; удобство уборки отходов.

3. Планировка оборудования должна быть увязана с применяемыми подъемно-транспортными средствами. В планировках должны быть предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки должны не пересекаться между собой, а также не пересекать и не перекрывать основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

4. Планировка должна быть «гибкой», т.е. необходимо предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов.

При разработке планировки должна быть рационально использована не только площадь, но и весь объем цеха и корпуса. Высота здания должна быть использована для размещения подвесных транспортных устройств, для размещения проходных складов деталей и узлов, инженерных коммуникаций и т. д.

При размещении станков руководствуются следующими правилами и приемами.

1. В первую очередь на план компоновки цеха наносят магистральные проезды. Расположение магистральных проездов определяется связями механического цеха с другими цехами и службами, определенными компоновкой цеха или корпуса.

2. Участки, занятые станками, должны быть, по возможности, наиболее короткими. В машиностроении длина участков составляет 40–60 м. Зоны изгото-

вок и готовых деталей включаются в длину участка.

3. Технологические линии на участках могут располагаться как вдоль пролетов, так и поперек их.

4. Станки вдоль участка могут быть расположены в два, три и более рядов. При расположении станков в два ряда между ними оставляется проход для транспорта. При трехрядном расположении станков может быть два (рис. 9.3, а) или один проход (рис. 9.3, б). В последнем случае продольный проход образуется между одинарным и сдвоенным рядами станков. Для подхода к станкам сдвоенного ряда (в котором станки расположены друг к другу тыльными сторонами), расположенным у колонн, между станками оставляют поперечные проходы. При расположении станков в четыре ряда вдоль участка устраивают два прохода: у колонн станки располагают в один ряд, а сдвоенный ряд — по

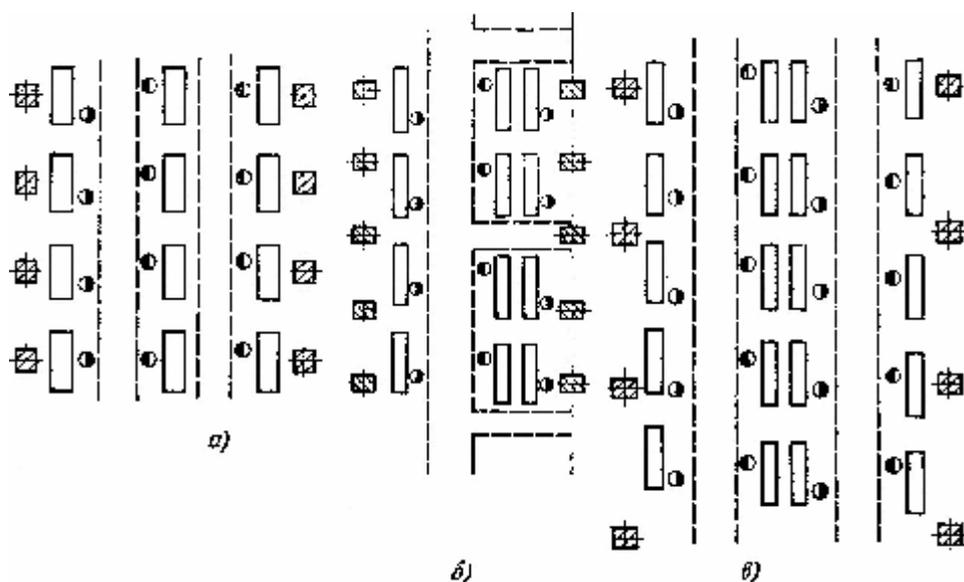


Рис. 9.3. Расположение станков в пролете:

а – в три ряда с двумя продольными проходами; б – в три ряда с одним продольным и тремя поперечными проходами; в – в четыре ряда с двумя продольными проходами

середине (рис. 9.3, в).

5. Станки могут располагаться по отношению к проезду вдоль, поперек (рис. 9.4, а) и под углом (рис. 9.4, б, в). Наиболее удобное расположение – вдоль проезда и при обращении станков к проезду фронтом. При поперечном расположении станков затрудняется их обслуживание

(подача заготовок, обмен инструментов, приемка деталей и т. д.), так как приходится предусматривать поперечные проходы для доставки деталей на тележках или электрокарах к рабочим местам. Для лучшего использования площади револьверные станки, автоматы и другие станки для обработки прутковых материалов, а также протяжные, расточные, продольно-фрезерные и продольно-шлифовальные станки располагают под углом. Станки для прутковой работы располагают загрузочной стороной к проезду, а другие станки так, чтобы сторона с приводом была обращена к стене или колоннам. Это более удобно для складирования заготовок и исключает поломку привода при транспортировке деталей. Станки для прутковой работы могут быть также размещены в шахматном порядке (рис. 9.4, г), причем в этом случае необходимо обеспечить возможность подхода к ним с двух сторон.

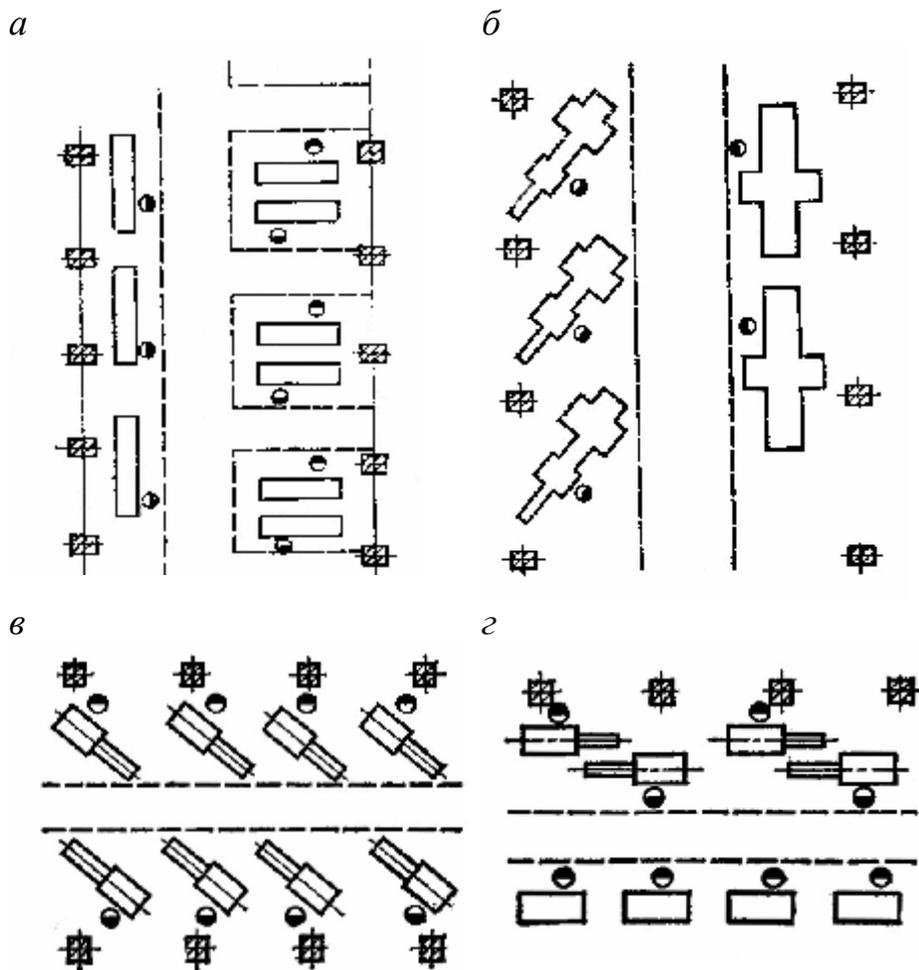


Рис. 9.4. Расположение станков:

а—продольное и поперечное; *б* — расточных станков под углом и продольно-строгальных вдоль пролета; *в, г* — токарно-револьверных станков

5. Станки по отношению друг к другу могут располагаться фронтом, «в затылок» и тыльными сторонами. При расположении станков вдоль участка более выгодно используется площадь при тыльном расположении станков.

6. Крупные станки не должны устанавливаться у окон, так как это приводит к затемнению цеха.

7. В поточных линиях станки также могут располагаться в один или два ряда.

Для линии, оборудование которой размещается в

пределах длины участка, применяют однорядный вариант размещения (рис. 9.5).

В приведенном примере на второй операции предусмотрены два етанка, поскольку штучное время на этой операции превышает такт выпуска. Короткие линии обработки располагают последовательно (рис. 9.5, б). Поточные линии с большим числом станков размещают в два или несколько рядов (рив. 9.5, в, г), но в обязательном условии, чтобы начало линий располагалось со стороны зоны заготовок, а конец линии — с противоположной стороны.

Для обеспечения лучшего использования отдельных станков возможно параллельное размещение линии е использованием общего для двух линий оборудования (рис. 9.5, д), однако в этом случае перед «общим» оборудованием необходимо предусматривать необходимые заделы для компенсации несинхронности работы двух линий. На схеме «общее» оборудование двух линий заштриховано.

Станки в поточных линиях с применением рольгангов или других конвейеров могут устанавливаться относительно их параллельно или перпендикулярно; они могут быть и встроены в линию рольганга или конвейера.

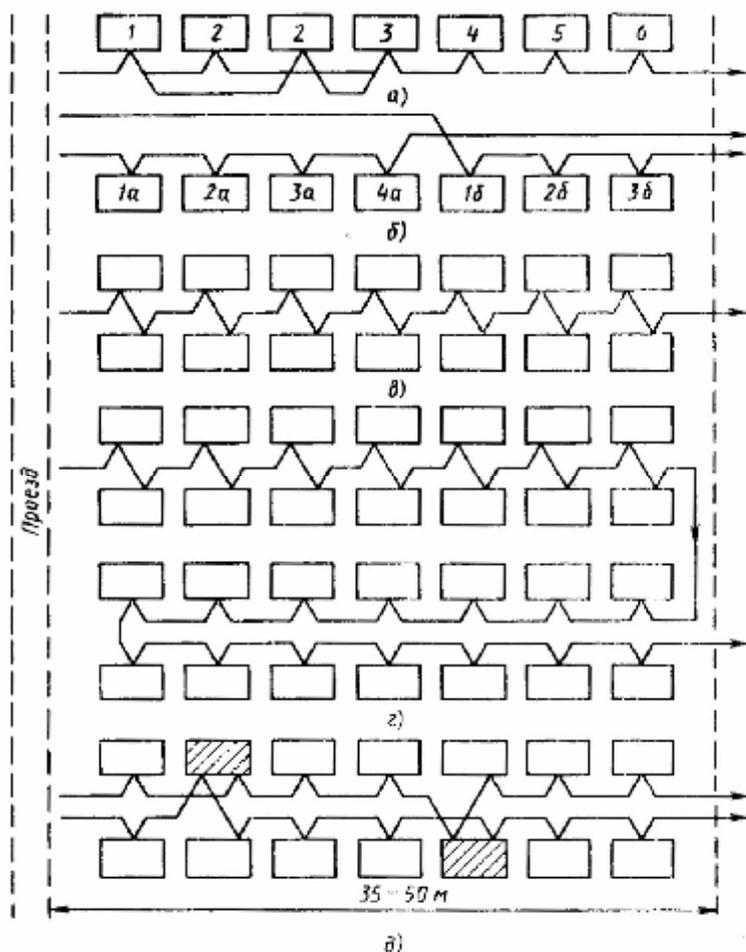


Рис. 9.5. Варианты размещения оборудования в непрерывно- и переменноточных линиях

8. При размещении основного оборудования должны быть соблюдены нормы технологического проектирования, регламентирующие расстояния между станками, между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширины проездов в зависимости от различных видов транспорта (табл. 9.1 – 9.4 и рис. 9.6–9.7).

В табл. 9.1 даны расстояния: *a* – между проездом и станками, расположенными фронтально (рис. 9.6); *б* – между проездом и тыльной стороной станка; *в* – между проездом и боковой стороной станка; *г* – между станками, установленными в «затылок»; *д* – между стан-

Таблица 9.1

Нормы размещения станков

Расстояния	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м*			
	<1,8	1,8... 4	4...8	>8
а	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
б	0,5	0,5	0,5	0,5
в	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
г	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
д	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
е	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
ж	2,1/1,9	2,5/2,3	2,6	2,6
з	1,7/1,4	1,7/1,6	1,7	1,7
и	2,5/1,4	2,5/1,6	—	—
к	0,7	0,7	—	—
л	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
л1	1,3	1,3/1,5	1,5	1,5
м	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
н	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

* Значения в числителе для непоточного, в знаменателе – для поточного производства

ками, установленными тыльными сторонами; *е* – между станками, установленными боковыми сторонами; *ж* – между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором одного станка; *з* – между станками, установленными фронтально, при обслуживании одним оператором двух станков; *и*, *к* – между станками при П-образном расположении трех станков, обслуживаемых одним

оператором; $л$, $л_1$ – от стен и колонн до станка, расположенного фронтально; $м$ – от колонн и стен до станка, расположенного тыльной стороной; $н$ – от колонн и стен до станка, расположенного боковой стороной.

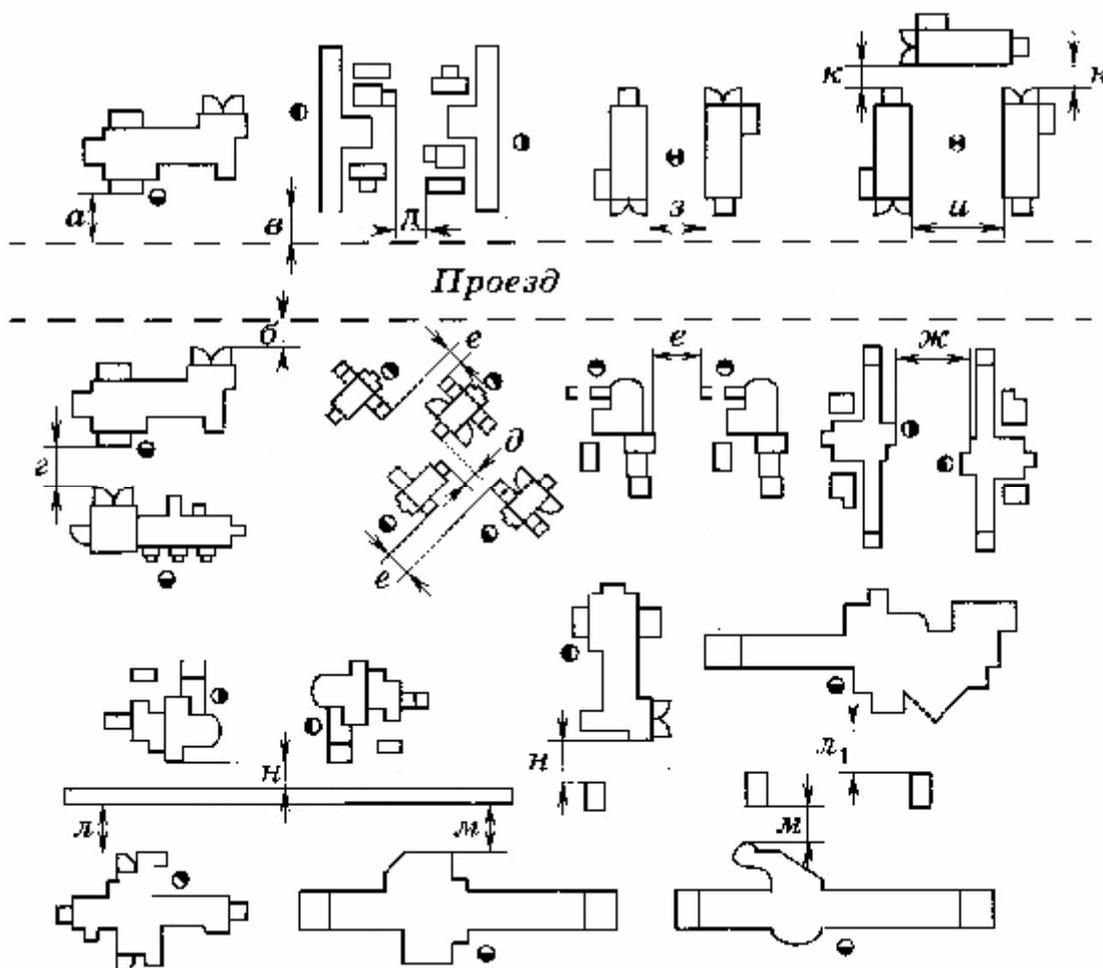


Рис. 9.6. Варианты размещения станков относительно проездов, друг друга, стен и колонн здания

Следует учитывать следующие замечания: расстояние от станков до напольных транспортных средств (рольгангов или конвейеров) может быть увеличено в соответствии с условиями обслуживания и ремонта станков; размер от станков до подвесок для подвесного транспорта, при наличии на деталях незащищенных острых выступов, может быть увеличен. При определении расстояний между станками от станков до стен и колонн здания (см. таблица 9.1) нужно учитывать следующее.

1. Расстояния берутся от наружных габаритных размеров станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверей и постоянных ограждений станков.

2. Для тяжелых и уникальных станков (габаритом свыше 16000X6000 мм) необходимые расстояния устанавливаются применительно к каждому конкретному случаю.

3. Для особо мелких станков с длиной по фронту до 800 мм $е = 1000$ мм.

При поперечном размещении станков в количестве больше двух (по фронту) размеры расстояний между станками $з$ и $ж$ превращаются в проезды и

должны приниматься по таблице 9.2.

5. При установке станков на индивидуальные фундаменты (жесткие или виброизолированные) расстояния станков от колонн, стен и между станками принимаются с учетом конфигурации и глубины фундаментов станков, колонн и стен.

6. Нормы расстояний не учитывают каналов для транспортировки стружки, промышленных проводок (вода, пар, сжатый воздух и т. д.), площадок для хранения крупных и тяжелых деталей и устройств для транспортировки деталей (местные краны, рольганги и т. д.), которые следует учитывать в каждом конкретном случае.

7. При разных размерах двух рядом стоящих станков расстояние между ними принимается по большему из этих станков.

8. При расположении каналов для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков расстояния между станками следует принять равными:

а) для рядов, состоящих из мелких и средних станков, устанавливаемых на общей фундаментной плите, в зависимости от взаимного расположения оснований и габаритов станков (наличие выступающих частей и открывающихся дверок); при транспортировке дробленой стружки – δ мм; при транспортировке витой стружки – $(\delta+400)$;

б) для рядов, состоящих из крупных станков, устанавливаемых на индивидуальные фундаменты, расстояние между фундаментами должно быть не менее: при транспортировке дробленой стружки 600 мм; при транспортировке витой стружки 1000 мм.

9. В зависимости от условий планировки, монтажа и демонтажа станков нормы расстояний могут быть, при соответствующем обосновании, увеличены.

При выборе ширины проездов между рядами станков (см. таблица 9.2) необходимо иметь в виду следующее.

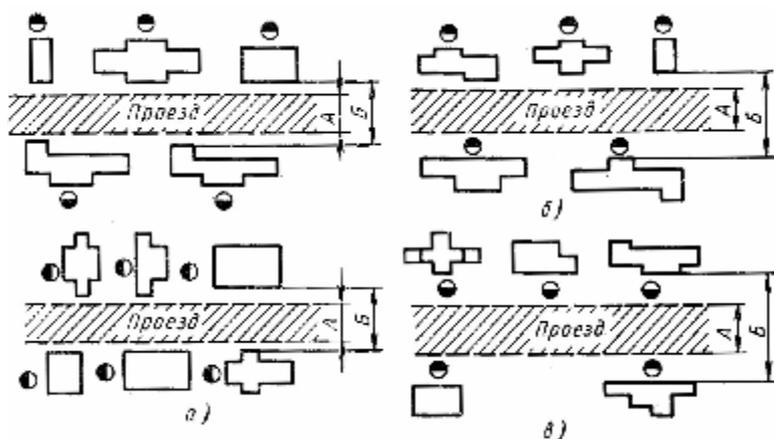


Рис. 9.7 Схемы к нормам расстояний между рядами станков

3. Ширина проездов при транспортировке с учетом возможности их поворота на 90° .

4. При размерах транспортируемых деталей (в направлении, перпендикулярном проезду) свыше 3 м ширина проезда и расстояние между рядами стан-

1. Расстояния берутся от наружных габаритов станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений станков.

2. Под размером транспортируемых деталей или тары с деталями следует понимать размер в направлении, перпендикулярном проезду (по ширине проезда).

электропогрузчиками дана с

ков назначается индивидуально для каждого конкретного случая.

5. При особой необходимости и соответствующем обосновании данные нормы могут быть увеличены для возможности транспортировки наиболее крупных станков при ремонте или замене их новыми.

6. При расположении станков у стен, уборку которых невозможно производить с проезда механизированными средствами, необходимо вдоль стены предусмотреть проезд шириной 3000 мм.

7. Рекомендуется применять одностороннее движение в проездах; двустороннее движение допускается только при обосновании его необходимости.

Таблица 9.2

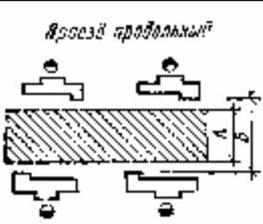
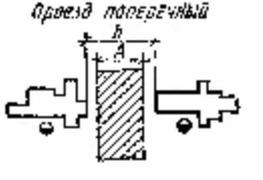
Ширина проездов и расстояния А и Б (в м) между рядами станков

Размеры	Размеры детали или тары	Вид транспортирования					
		склизами, на моно-рельсе, талями		краном		электрокарами	
		А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными или боковыми сторонами станков (рис. 90, а)	0,8 1,5	— —	—	2,0 2,5	2,5 3	2,0 2,5	2,5* 3**
Между одним рядом станков, расположенным к проезду тыльной стороной, и вторым рядом, расположенным фронтом (рис. 90, б)	0,8 1,5 3	1,2 2 —	2,5 3,3	2,0 2,5 3,5	3,3 3,8 4,8	2,0 2,5	3,3* 3,8**
Между фронтами двух рядов станков (рис. 90, в)	0,8 1,5 3	1,2 2,0 —	3,2 4,0	2,0 2,5 3,5	4,0 4,5 5,5	2,0 2,5 —	4,0* 4,5** —

Примечания 1. При использовании вилчатых погрузчиков ширина увеличивается на 0,5 м. 2. Характер движения во всех случаях принят односторонним; при двустороннем движении размеры А и Б увеличиваются на 1 м. 3. При грузоподъемности электрокаров до 3 т ширина проезда увеличивается на 1 м. Грузоподъемность электрокара 0,5 т. Грузоподъемность электрокара 1 т.

Таблица 9.3

Нормы ширины магистральных проездов

Схема	Вид транспорта	Грузоподъемность в т.	Ширина проезда А в мм	Расстояние между станками Б в мм
 <p>Проезд продольный</p>	Электротележки (электрокары)	До 1 До 3 До 5	3000 3500 4000	3400 4000 4500
	Электропогрузчики с подъемными вилами	До 0,5 До 1 До 3	3500 4000 5000	4000 4500 5500
	Грузовые автомашины	До 1 До 5	4500 5500	5000 6000
 <p>Проезд поперечный</p>				

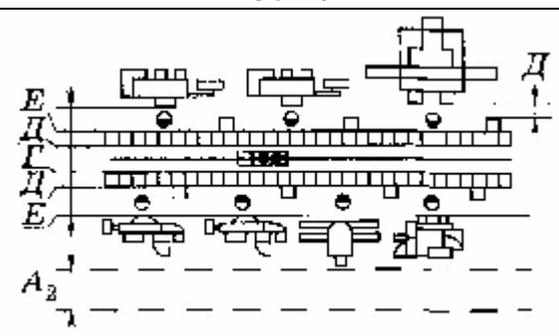
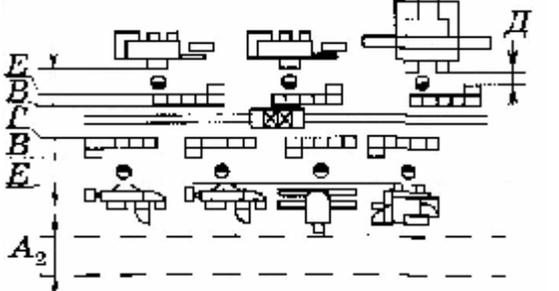
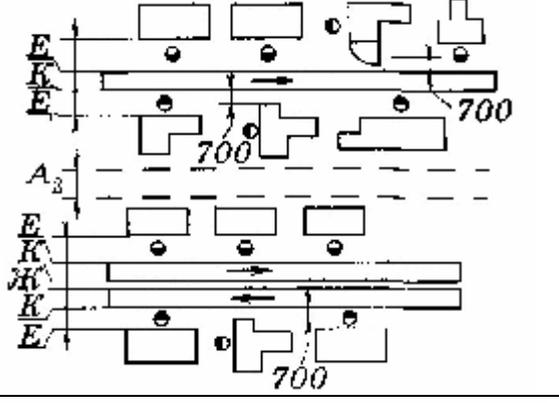
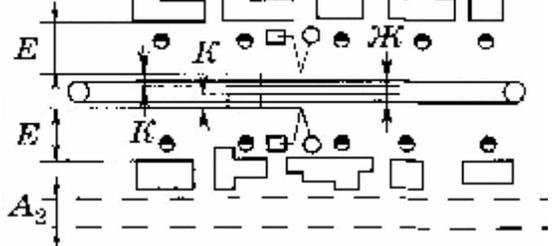
Примечания. 1. Магистральные проезды предназначены для межцеховых перевозок с учетом возможности двустороннего движения. 2. Количество и расположение магистральных проездов определяется размерами и компоновкой корпуса, а также технологическими связями с другими корпусами. 3. Перегрузочные платформы (тележки на рельсовом пути) для транспортирования крупных и тяжелых деталей и изделий не должны размещаться на магистральных проездах.

В таблице 9.4 даны нормы расстояний между оборудованием при исполь-

зовании *автоматизированных транспортных средств*, в частности между станком и передвижной консольной секцией приемно-передаточного стола Д, от станка до оргоснастки или транспортного средства Е, между приемно-передаточными столами Г и между транспортными средствами Ж.

Таблица 9.4

Нормы расстояний при использовании автоматизированных транспортных средств, м

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная напольная транспортно-складская система	0,4	1,07	0,9	—	
Стационарный конвейер	—	0,9	—	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер или тали на монорельсе	—	0,9	—	Не менее 0,3	
Подвесной конвейер с применением манипулятора	—	1,2	—	Не менее 0,3	

Ширину *К* межоперационного транспорта и ширину *В* приемно-передаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок. Ширина *А₂* пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть 1,4 м.

Расстояние от конвейера до стационарного рабочего места может быть при соответствующем обосновании увеличено в зависимости от габаритных размеров собираемых изделий, подачи комплектующих изделий. Размер K определяется конструкцией оборудования средств автоматизации сборки и автоматизированных систем. При двустороннем обслуживании вертикально-замкнутого конвейера ширину рабочей зоны принимают равной 1 м с каждой стороны.

В автоматизированном машиностроительном производстве находят использование **роботизированные технологические комплексы (РТК)**, под которыми понимается автономно действующая совокупность средств производства, включающая набор основного и вспомогательного оборудования с наличием промышленного робота, выполняющего технологические, вспомогательные операции, а также обеспечивающая полностью автоматизированный цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства.

Роботизированные технологические комплексы, используемые в машино-

строительном производстве, можно классифицировать по трем основным признакам.

Функциональный признак определяет характер функций, выполняемых промышленным роботом в составе комплекса. В зависимости от функционального назначения робота, определяющего состав переходов, которые на него возлагаются, производится деление на промышленные роботы, выполняющие операции технологического процесса (сборка, окраска, сварка и т. д.); роботы, выполняющие операции транспортирования в производственном процессе (загрузка, разгрузка технологического оборудования, перемещение между оборудованием и т. д.) и одновременно технологические и транспортные операции.

Структурный признак характеризует тип структуры комплекса (взаимодействие промышленного робота и ос-

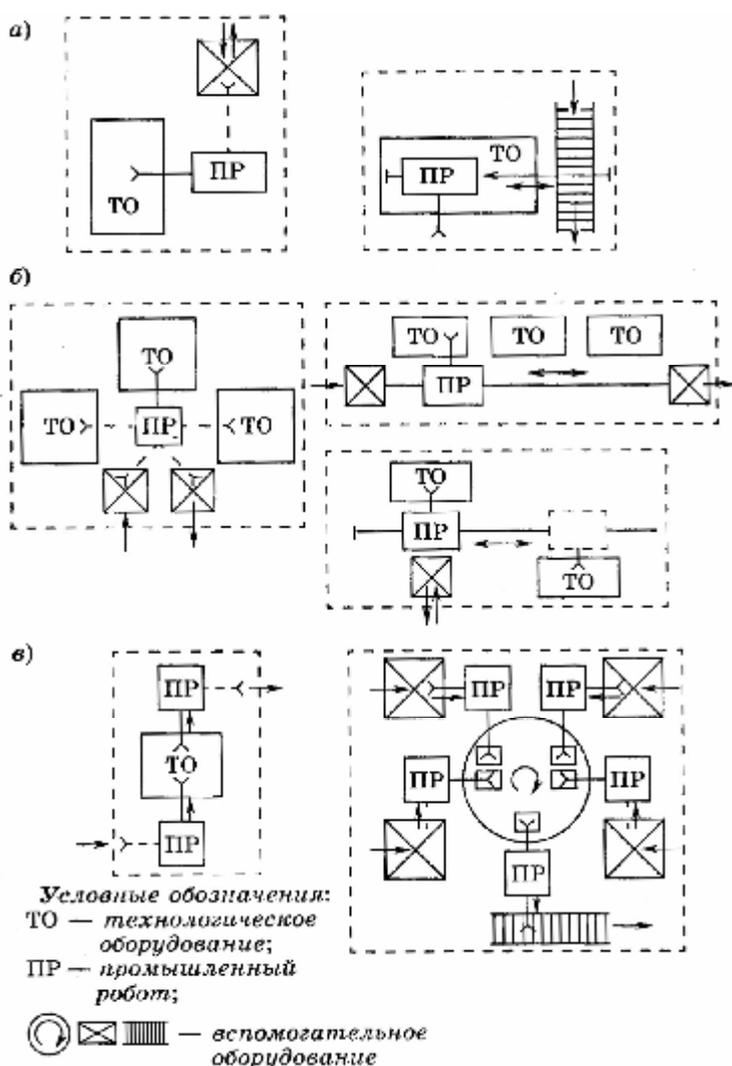


Рис. 9.8. Планировочные решения роботизированных комплексов

новного оборудования внутри комплекса).

По структурному признаку (рис. 9.8) различают следующие РТК:

- однопозиционные – модули «станок — робот», «сборочный стенд – робот» и т. д., включающие один робот в комплекте с единицей основного оборудования (рис. 9.8, а), групповые, включающие один робот, обслуживающий группу основного оборудования (рис. 9.8, б);

- многопозиционные, включающие группу роботов, выполняющих взаимосвязанные или взаимно дополняющие функции (рис. 9.8, в), например, один загружает станок, другой его разгружает.

Высокие требования к точности подачи деталей при сборке достигаются путем повышения точности позиционирования подающего устройства, а в отдельных случаях – использованием средств автопоиска.

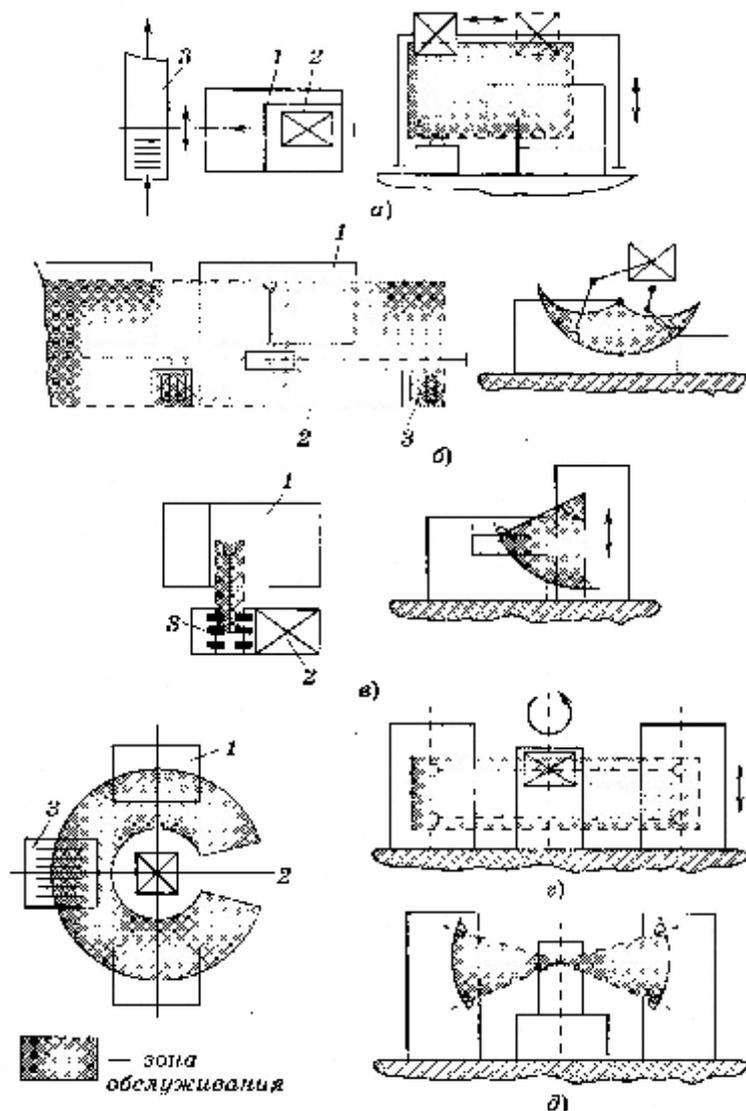


Рис. 9.9. Типовые планировки роботизированных технологических комплексов: 1 — основное оборудование; 2 — промышленный робот; 3 — вспомогательное оборудование

Схема РТК1 включает комплексы, характеризуемые линейным расположением технологического и вспомогательного оборудования (рис. 9.9, а). Этот тип планировки комплексов создается на базе роботов, работающих в декартовой системе координат.

Схема РТК2 характеризуется линейно-параллельным расположением основного и вспомогательного оборудования (рис. 9.9, б). Создается на базе роботов портального типа с плечелоктевой конструкцией манипулятора.

Схема РТК3 включает комплексы, созданные на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат с горизонтальной осью вращения («качением» манипулятора) (рис. 9.9, в). Схема РТК4 создается на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат, и характеризуется круговым расположением основного и вспомогательного оборудования (рис. 9.9, г). Схема РТК5 создается на базе роботов, работающих в сферической системе коор-

Планировочный признак определяет пространственное расположение оборудования.

Планировочный признак определяет пространственное расположение оборудования.

Планировочный признак определяет пространственное расположение оборудования.

динат (рис. 9.9, д). Так как в данный тип схемы входят роботы, имеющие широкие функциональные возможности (до шести степеней подвижности), комплексы используются при групповом обслуживании разнотипного по схемам загрузки оборудования, а также при выполнении окрасочных и других работ.

9.2. Организация и планировка рабочих мест

Рабочее место — это первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода. Поэтому в комплексе работ по научной организации труда в первую очередь необходимо уделять внимание улучшению организации рабочих мест. Улучшение оснащённости, рациональная планировка, хорошо налаженное обслуживание рабочих мест и другие подобные мероприятия являются важными факторами повышения производительности труда и снижения утомляемости работающего.

Основной задачей проектирования организации рабочего места является создание такой конструкции организационной оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т. д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

На рис. 9.10 приведены примеры планировок рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовщика с размещением необходимого инвентаря.

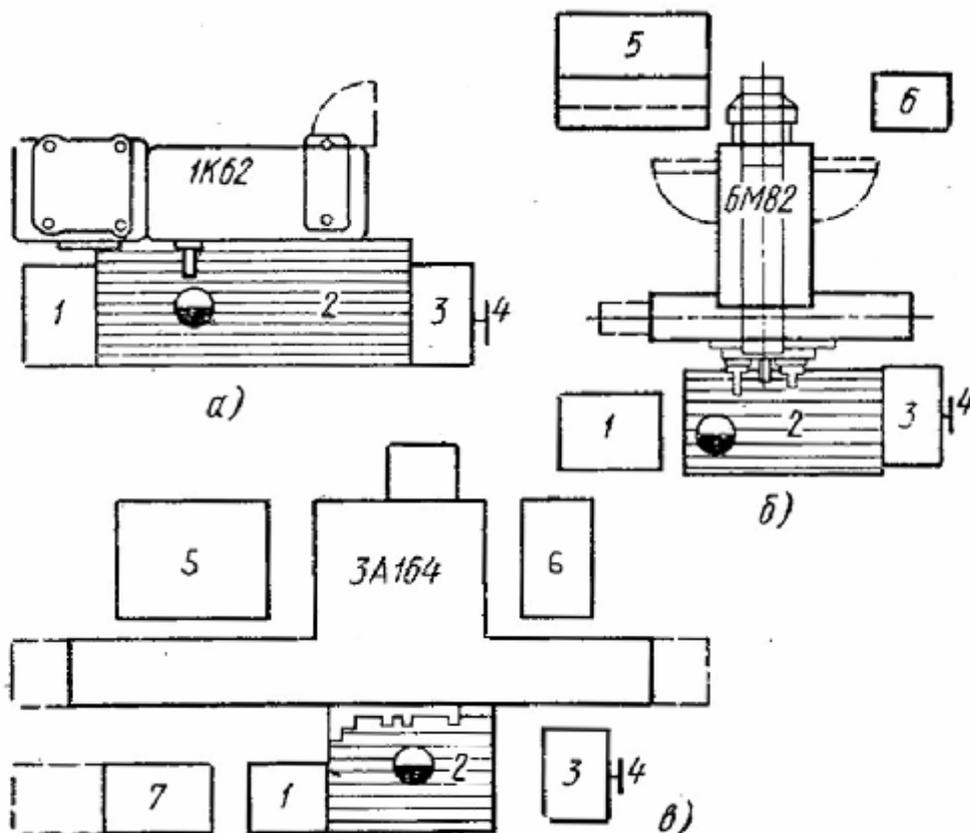


Рис. 9.10. Примеры планировки рабочих мест:

а — токаря; б — фрезеровщика; в — шлифовщика; 1 — приёмный стол; 2 — решётка для ног; 3 — инструментальная тумбочка; 4 — планшет для чертежей; 5 — стеллаж для приспособлений; 6 — стеллаж для оправок; 7 — стеллаж для хранения деталей типа валов

На рис. 9.11 приведены другие варианты крупномасштабных планировок

рабочих мест, рекомендуемые для использования в мелкосерийном производстве.

На рис. 9.11, а показана типовая планировка рабочего места сверловщика. На тумбочке, расположенной справа от рабочего, закреплен подвижный планшет для мерительного инструмента с кассетой для сверл. Слева от рабочего расположен приемный стол, на котором размещается тара с заготовками и деталями.

На рис. 9.11, б изображена планировка рабочего места фрезеровщика. Инструментальная тумбочка расположена на расстоянии 800 мм справа от рабочего, а слева от него, на расстоянии 600 мм, расположен приемный стол для тары с заготовками и деталями.

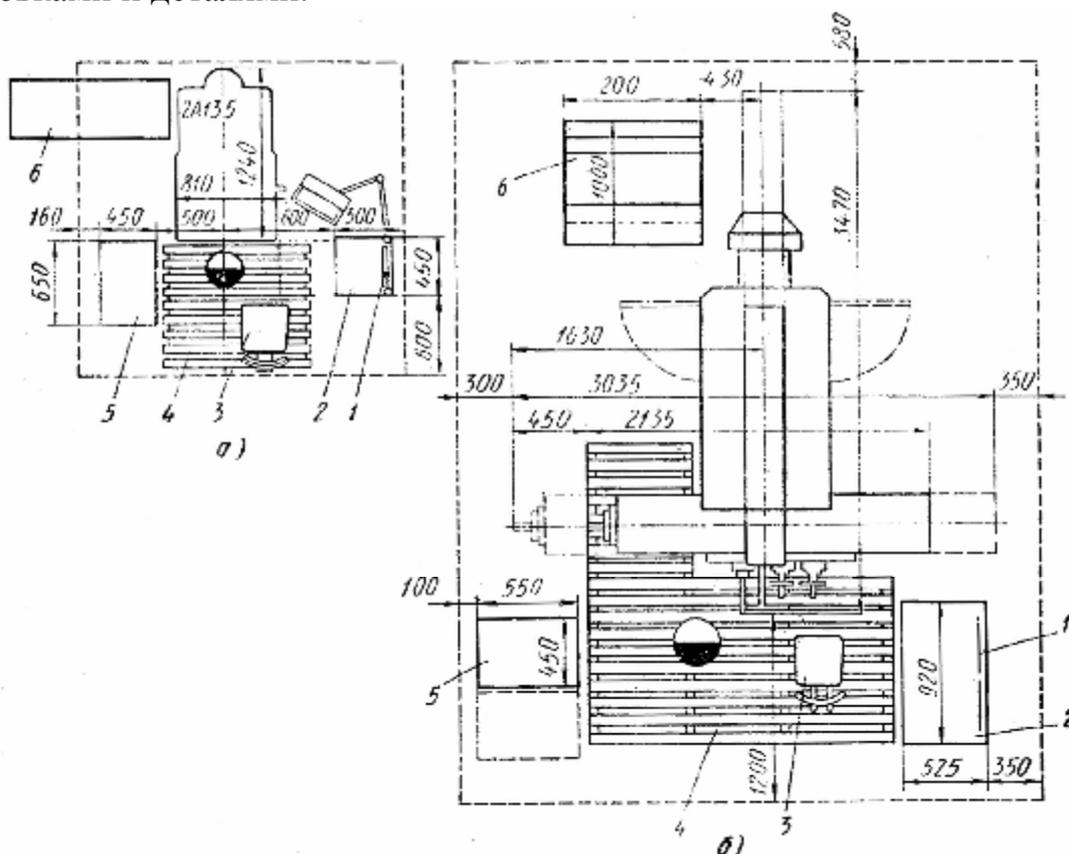


Рис. 9.11. Планировка рабочих мест сверловщика (а) и фрезеровщика (б):

1 – пюпитр для чертежей; 2 — инструментальная тумбочка; 3 – стул; 4 – решётка под ноги; 5 — приёмный стол; 6 – стеллаж

Приемные столы всех рабочих мест могут быть оборудованы катками, значительно облегчающими перемещение тяжелых грузов при межоперационной транспортировке. Все рабочие места оборудованы подъемно-поворотными стульями с регулируемой по высоте и наклону спинкой. Применение типовых планировок позволяет экономить производственную площадь, устранить лишние движения рабочего, сократить время поиска инструмента и приспособлений.

При многостаночной работе планировка рабочего места должна обеспечить наиболее удобное для рабочего расположение органов управления всех обслуживаемых станков и минимальную затрату времени на переходы рабочего от одного станка к другому. Для обеспечения наиболее короткого пути перехо-

дов рабочего станки иногда располагают под различным углом к проезду, рольгангу или конвейеру.

9.3. Примеры планировок

Рассмотрим некоторые примеры планировок участков и линий механической обработки.

Автоматическая линия для механической обработки корпуса трансмиссии трактора. Заготовкой для корпуса служит чугунная отливка. На линию заготовка поступает с подготовленными базовыми поверхностями — ими служат нижняя поверхность и технологические отверстия, по которым деталь устанавливается. Зажимается деталь самоустанавливающимися прихватами, управляемыми гидравлическими цилиндрами.

Линия (рис. 9.12) состоит из четырех участков (I—IV). На линии 15 станков, 451 инструмент, 53 электродвигателя общей мощностью 406 кВт.

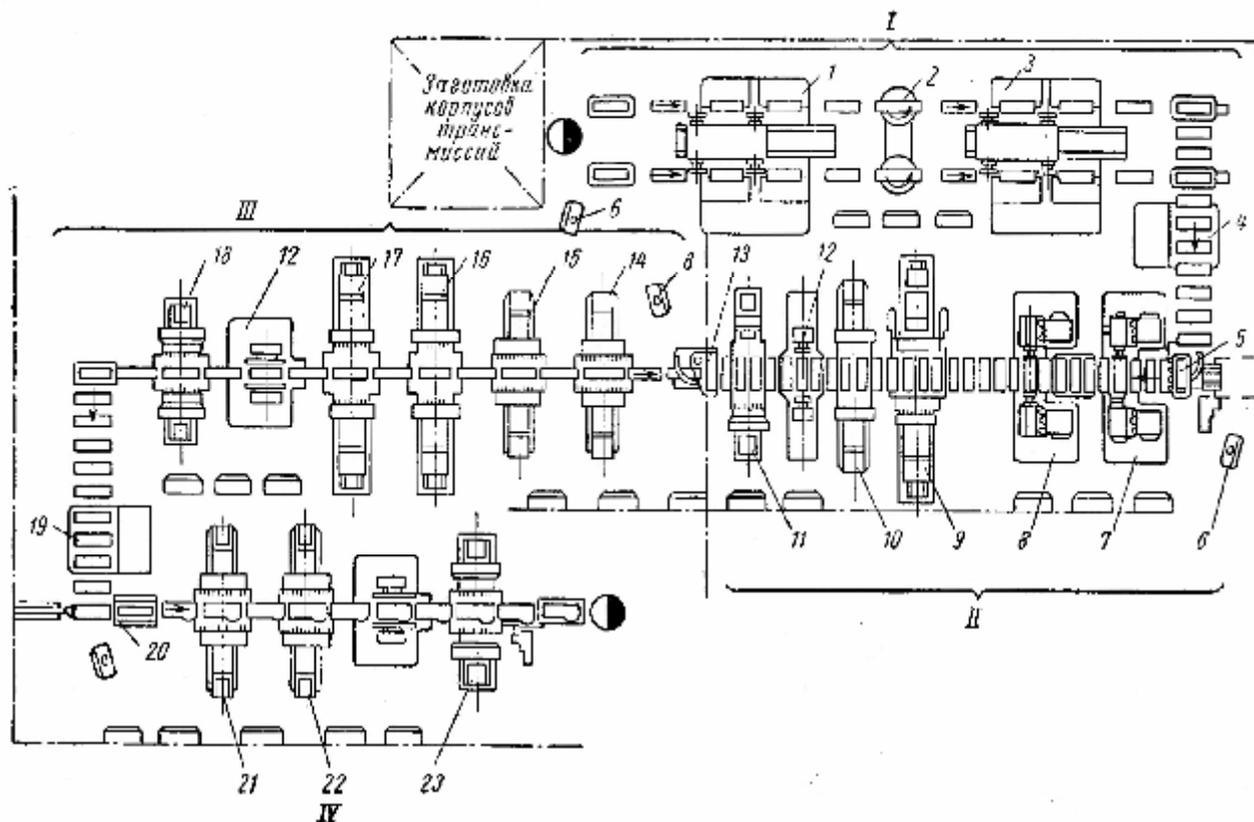


Рис. 9.12. Схема автоматической линии для обработки корпуса трансмиссии трактора:

1, 3, 7, 8 – фрезерные станки, 2, 5, 13 – поворотные столы; 4, 19 – поперечные транспортеры; 6 – пульт управления участками; 9, 10, 14, 15, 16, 17, 21, 22 – станки для обработки отверстий; 11, 18, 23 – резьбонарезные станки; 12 – контрольные приспособления; 20 – поворотный барабан

На участке I детали транспортируются в двух параллельных потоках, и обработка их производится двусторонними фрезерными станками, размещенными между потоками. Станки имеют четырехшпиндельные фрезерные головки для одновременной обработки четырех деталей.

При движении фрезерной головки станка 1 вперед (холостой ход) связан-

ный с ней транспортер перемещает одновременно 12 деталей. Четыре из них он подает в приспособления, две – на поворотные столы, две сдвигает с поворотных столов, а остальные подает на промежуточные позиции.

При движении фрезерной головки назад (рабочий ход) одновременно фрезеруются четыре детали: две начерно и две начисто. При последующем цикле начерно обработанные детали устанавливаются в приспособления для чистового фрезерования, окончательно обработанные перемещаются на промежуточные позиции, а в приспособлении для черновой обработки устанавливаются новые детали.

На поворотном столе 2 детали поворачиваются на 180° и транспортером подаются на станок 3 для обработки противоположной стороны. При движении фрезерной головки станка 3 вперед (холостой ход) связанный с ней транспортер одновременно передвигает восемь деталей, две из которых передает на поперечный транспортер 4. По этому транспортеру детали перемещаются к поворотному столу 5, поворачиваются на нем на 90° и далее подаются на станки 7 и 8 для фрезерования торцовых сторон, на станки 9 и 10 для сверления и развертывания отверстий и на 11 для нарезания резьбы.

На поворотном столе 13 деталь поворачивается на 90° и поступает на станок 14 для сверления отверстий на боковых сторонах. На станке 15 снимаются фаски в отверстиях, несколько отверстий развертываются и одно просверливается. На станках 16 и 17 производится черновое и получистовое растачивание шести больших отверстий и развертывание малых и на станке 18 – нарезание резьбы во всех отверстиях.

Транспортер участка /// перемещает детали на поперечный транспортер 19, с которого они через вспомогательное устройство поступают в поворотный барабан 20. После поворота на 90° деталь на боковой плоскости подается на станок 21 для сверления отверстий на верхней и нижней сторонах, а также внутри детали. На станке 22 снимаются фаски, а на станке 28 нарезается резьба. На этом заканчивается полная обработка детали.

Перед резьбонарезными станками установлены контрольные приспособления 12 (на линии их три) для обнаружения непросверленных отверстий или обломков сверл в отверстиях. Во все нарезаемые отверстия перед нарезанием резьбы впрыскивается небольшая порция масла специальными насосами, которые работают от пневматических кранов, управляемых электромагнитами.

Управление механизмами линии и подача последовательных команд осуществляются электромеханическими командоаппаратами, находящимися на каждом участке линии и взаимосвязанными между собой. На линии предусмотрена автоматическая уборка стружки со всех участков. Производительность линии – 20 деталей в час. Обслуживают линию два оператора: в начале линии – для установки деталей и в конце – для снятия их.

На рис. 9.13 приведен пример планировки переменного-поточной линии с изображением необходимой оснастки рабочих мест, подъемно-транспортных средств, каналов для уборки стружки (заштрихован) и пр.

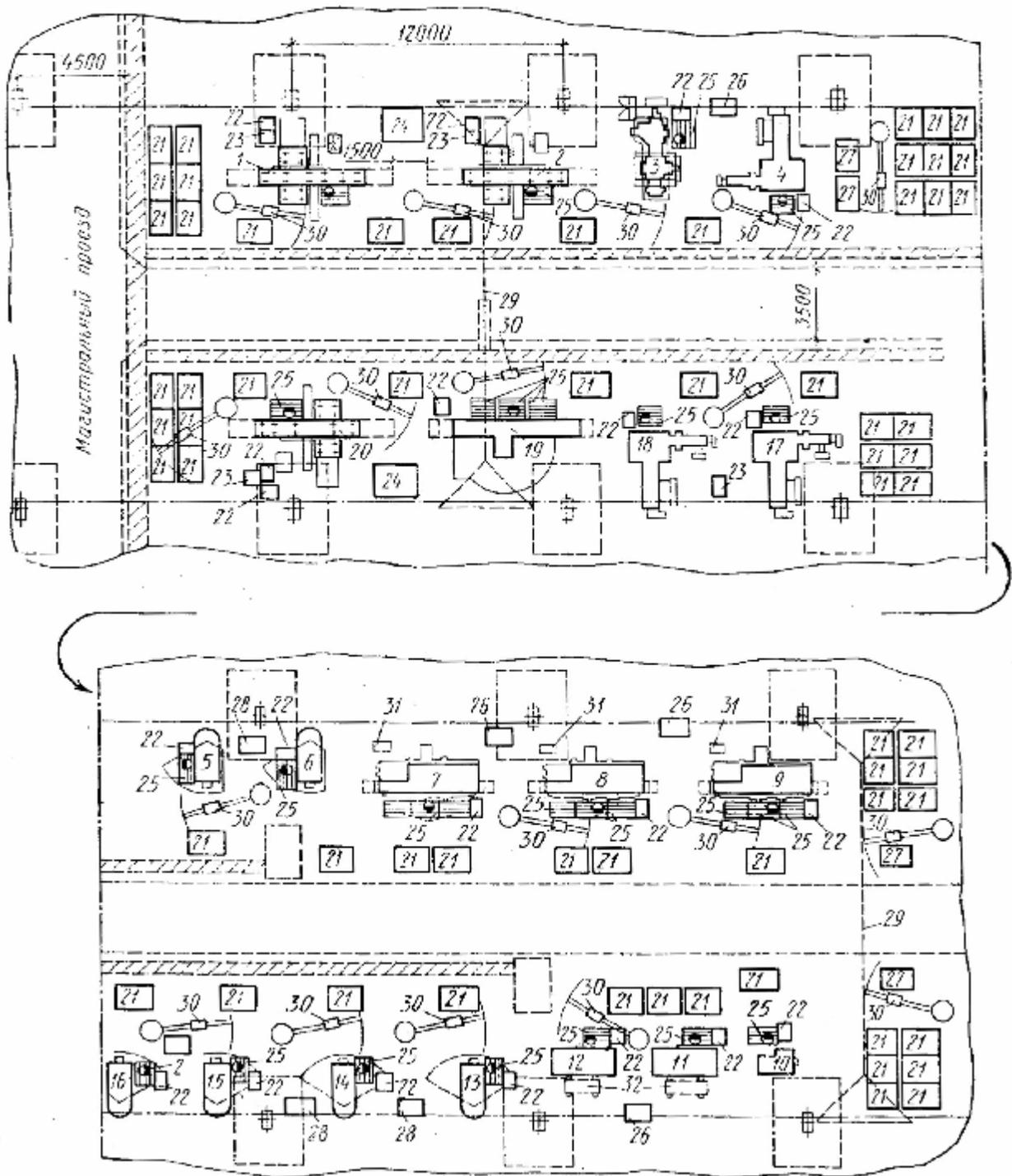


Рис. 9.13. Пример планировки переменнo-поточной линии по обработке корпусных деталей:

1, 2, 20 – продольно-фрезерные станки; 3 – горизонтально-расточной станок 4 – специальный агрегатно-расточной станок; 5, 6 – радиально-сверлильные станки; 7, 8, 9 – плоскошлифовальные станки; 10 – хонинговальный станок; 11, 12 – алмазно-расточные станки; 13, 14, 15, 16 – радиально-сверлильные станки; 17, 18 – специальные агрегатно-расточные станки; 19 – плоскошлифовальный станок; 21 – тара ящичная для деталей; 22 – инструментальная тумбочка; 23 – приёмный стол для инструмента; 24 – шкаф для инструмента; 25 – решётка под ноги; 26 – инструментальный стеллаж; 27 – контрольная плита; 28 – верстак; 29 – подвесной кран; 30 – консольно-поворотный кран; 31 – шкафы; 32 – выдвижные гидробаки

На рис. 9.14 приведена планировка ГПС, предназначенной для изготовления корпусов, столов, звеньев, звездочек и других деталей станков в условиях

мелкосерийного производства. В ГПС предусмотрены четыре ГПМ мод. ИР500ПМ1Ф4 с шестипозиционными накопителями и моечный агрегат 7. Система обеспечения функционирования включает: транспортно-накопительную систему на базе транспортного робота «Талка» 5, перемещающегося по рельсовому пути 6; участок загрузки и разгрузки приспособлений-спутников с рабочими позициями 2, приемными столами 12, устройствами ориентации 14 и шарнирно-балансирными манипуляторами 15; участок сборки универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО) на приспособлениях-спутниках со стеллажами 3 для хранения элементов УСПО, слесарным верстаком 13 и инструментальными шкафами 11; участок инструментальной подготовки, оборудованный приборами 9 мод. БВ2027 для настройки инструментов вне станка рабочими местами 4, инструментальным стеллажом 8 и ручной тележкой 10.

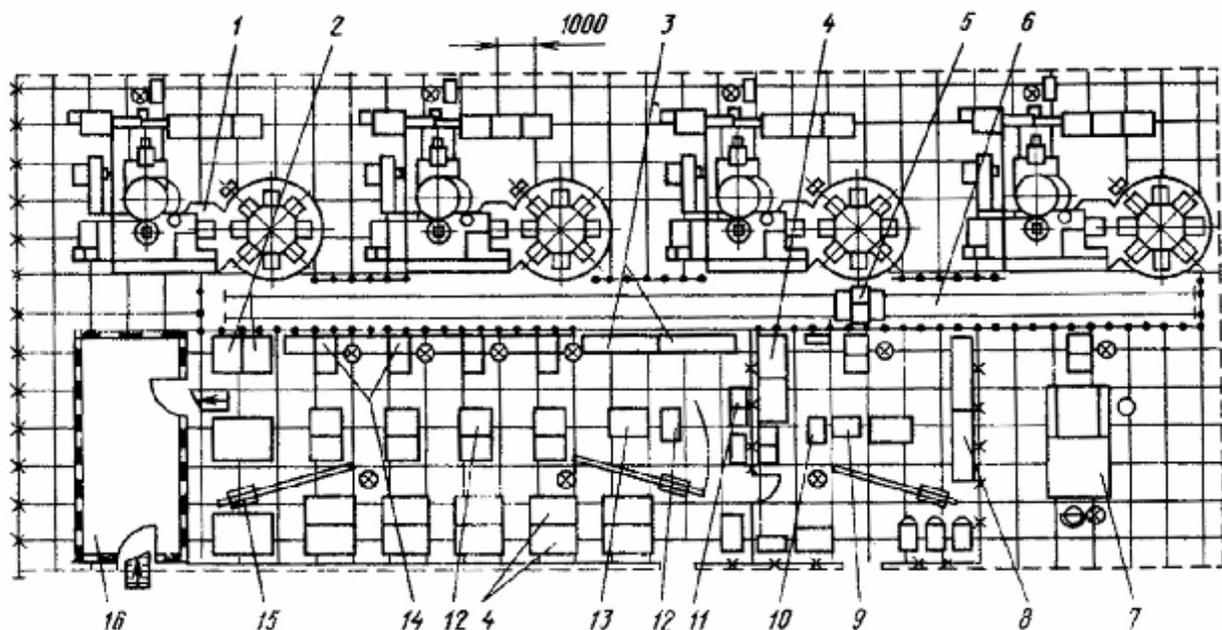


Рис. 9.14. Планировка ГПС АСК-20 для изготовления корпусных деталей станков в условиях мелкосерийного производства

Рядом с участком инструментальной подготовки расположен диспетчерский пульт 16, а на антресольном этаже – управляющий вычислительный комплекс на базе ЭВМ. Особенностью ГПС является полная автоматизация передачи приспособлений-спутников с заготовками на станки. Вместимость станочного магазина спутников достаточна для непрерывной работы ГПМ в течение нескольких часов.

На рис. 9.15 показана детальная планировка РТК с кольцевым размещением оборудования. В состав РТК включены четыре токарных станка с ЧПУ (1—4), две контрольно-измерительные машины 7 и промышленный робот фирмы «Асия» (Швеция), перемещающийся в пределах рабочей зоны. Для размещения заготовок и готовых деталей предусмотрен трехъярусный магазин 5 карусельного типа. Заготовки доставляет с централизованного склада в унифицированной таре транспортный робот 9 к приемным столам 6. Загрузку и выгрузку магазина периодически выполняет оператор-наладчик, обслуживающий ячейку. Стружка накапливается в контейнерах 8 у станков, а затем механизированным

транспортом доставляется к месту сбора. Для безопасности работающих предусмотрено ограждение рабочей зоны робота. Подобная планировка станков обуславливает высокие требования к надежности работы промышленного робота, так как он обслуживает четыре станка и любой его отказ останавливает работу всего комплекса.

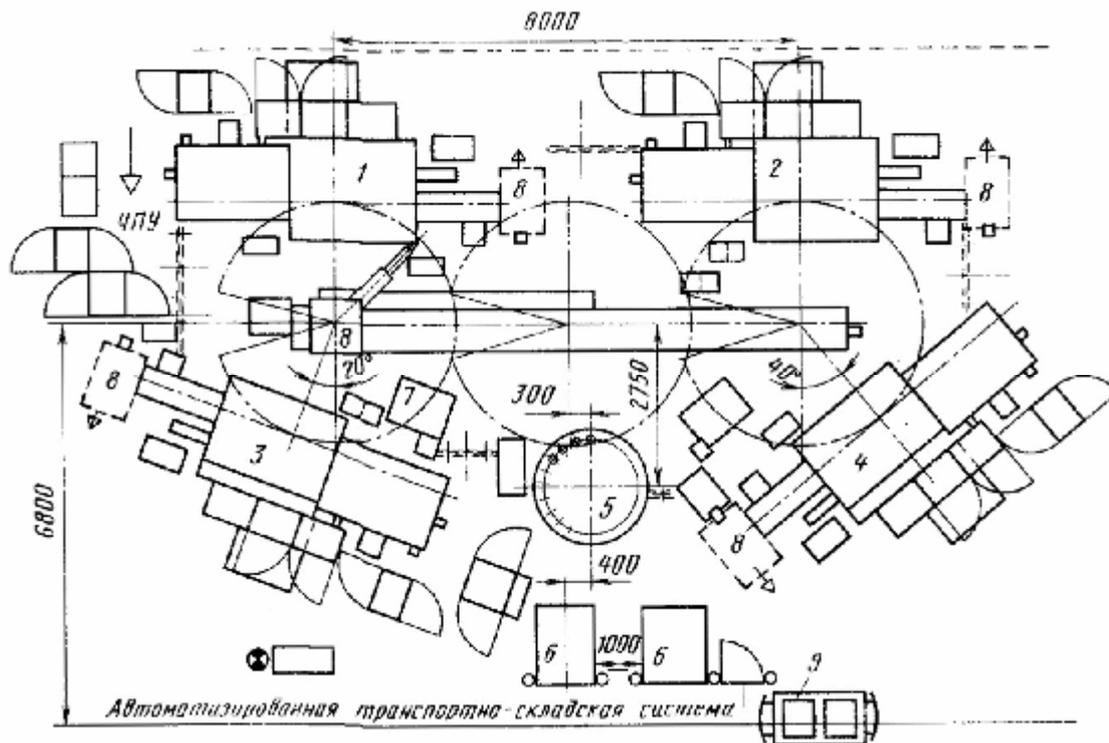


Рис. 9.15 Планировка РТК для патронной обработки сталей типа тел вращения

Планировки целесообразно разрабатывать с помощью специализированных САПР планировок. Такие системы имеют возможность автоматизированной построения строительной подосновы, базы данных шаблонов оборудования и прочих условных обозначений, а также модули корректности построения планировки по нормам расстояний. Наиболее известной отечественной системой является система LayoutCAD НПП «Интермех» г.Минск.

10 РАСЧЕТ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Для разработки энергетической части проекта завода необходимы исходные данные по отдельным видам энергии: электрической, сжатого воздуха, воды, пара, топлива по каждому цеху (зданию).

Электроэнергия. Проект электроэнергетического хозяйства завода содержит разработку вопросов, касающихся источников электроснабжения, распределения электроэнергии по отдельным потребителям завода, силового и осветительного оборудования цехов, помещений, заводской территории, электропечных установок, преобразовательных установок слабых токов, электроремонтных цехов и т. д.

Электрическая энергия в цехах расходуется на питание электроприемни-

ков (в основном электродвигателей, электропечей) и на *освещение помещений*. Для питания электроприемников в цехах применяется преимущественно переменный трехфазный ток.

Задание на проектирование электроэнергетического хозяйства должно содержать по каждому цеху суммарную установленную мощность по каждому виду оборудования, активную мощность электроприемников и годовой расход электроэнергии. Для этого необходимо все электроприемники каждого цеха разбить на группы по однородности характера работы и для каждой группы подсчитать суммарную установленную мощность $\sum P_{уст}$, исходя из количества единиц оборудования, входящего в данную группу.

Далее для каждой группы электроприемников определяют активную мощность. Активная мощность P_a (на шинах низкого напряжения) определяется по суммарной установленной мощности и коэффициенту спроса k_c , учитывающему недогрузку (по мощности) и неодновременность работы электроприемников, потери в сети и в электродвигателях по формуле

$$P_a = k_c \sum P_{уст}. \quad (10.1)$$

Величины коэффициента спроса k_c принимаются по опытным данным. Средние величины коэффициентов спроса для отдельных групп потребителей на заводе приведены в табл. 10.1.

При укрупненных расчетах активную мощность можно определить по средней установленной мощности на единицу производственного оборудования и среднему коэффициенту спроса. Величина общезаводского коэффициента спроса в среднем равна 0,30–0,35; при большом количестве дуговых печей и крупных электродвигателей – 0,45–0,50.

Для механических цехов средний коэффициент спроса можно принимать равным 0,4–0,5.

Таблица 10.1

Средние величины коэффициента спроса по отдельным группам потребителей на заводе

Группы потребителей	Коэффициент спроса k_c
Электродвигатели металлорежущих станков	0,20
Электродвигатели автоматов, револьверных, обдирочных, зубофрезерных станков, штамповочных прессов	0,25
Электродвигатели кранов и тельферов	0,15
Электродвигатели приводных молотов, горизонтально-ковочных машин, кривошипных прессов, очистных барабанов, бегунов	0,45
Нагревательные устройства, печи сопротивления, сушильные шкафы, клееварки и ванны	0,60
Сварочные трансформаторы дуговой сварки	0,45
Сварочные аппараты стыковой и точечной сварки, нагреватели заклепок	0,40
Высокочастотные установки	0,30
Стенды	0,10
Вентиляторы, насосы, конвейеры, транспортеры, компрессоры, умформеры.....	0,75
Вентиляторы санитарной техники	0,70
Освещение	0,80

Годовой расход электроэнергии для цеха на шинах низкого напряжения (W) в кВт*ч определяют по активной мощности и действительному годовому фонду времени работы оборудования с учетом его коэффициента загрузки (по времени):

$$W = \sum P_a F_{Д} m h_{з} = k_c \sum P_{уст} F_{Д} m h_{з}, \quad (10.2)$$

где $\sum P_a$ — сумма активных мощностей на шинах низкого напряжения, кВт; $F_{Д}$ — действительный годовой фонд времени оборудования для одной смены, ч; m — количество смен работы оборудования; $\eta_{з}$ — коэффициент загрузки оборудования по времени.

Чтобы определить общую активную нагрузку на шинах высокого напряжения, надо к подсчитанной нагрузке приемников низкого напряжения прибавить активные потери в трансформаторах и активные нагрузки приемников высокого напряжения.

Годовой расход электроэнергии на освещение определяют по формуле (10.2) или по нормам расхода на 1 м² площади здания; при этом годовое количество часов осветительной нагрузки принимается в зависимости от географической широты и количества смен работы. В таблице 10.2 приводятся примерные нормы расхода электроэнергии на освещение в час 1 м² площади (Вт):

Таблица 10.2

Примерные нормы расхода электроэнергии на освещение

Помещение	Норма расхода, Вт в час 1 м ²
для механических, механосборочных, инструментально-штамповых цехов, лабораторий, конструкторских и технологических отделов	20 – 22
для кузнечных, литейных, прессовых, ремонтно-механических, деревообрабатывающих цехов	16 – 18
для транспортных устройств	10 – 12
для энергетических устройств	12 – 15
для складских зданий	8 – 10
для бытовых помещений	10
для заводоуправлений	15

Величины годовой осветительной нагрузки определяются по таблице 10.3 (ч):

Таблица 10.3

Примерные величины годовой осветительной нагрузки

Помещение	Годовая осветит. нагрузка, ч
для основных производственных и вспомогательных цехов, транспортных устройств и бытовых помещений	2100
для энергетических устройств	4000 – 5000
для лабораторий, конструкторских и технологических отделов, складских зданий, заводоуправлений...	500

При укрупненных расчетах в качестве среднего расхода осветительной энергии принимают 15 Вт в час на 1 м² площади пола цеха (с включением в последнюю служебных и бытовых помещений).

Трансформаторные подстанции (ТП) имеют назначение трансформировать переменный электрический ток напряжением порядка 10 000 В в ток, пи-

тающий оборудование напряжением 380 В.

Подстанции оборудуются трансформаторами мощностью 250, 500 и 1000 кВт. Наиболее употребительная мощность 1000 кВт.

Активная мощность подстанции M_a рассчитывается по формуле $M_a = 0,25 M_y$, где M_y — установленная мощность; 0,25 — коэффициент, учитывающий неодновременность потребления энергии, потери в сетях и необходимый резерв.

Размеры необходимой площади для одного трансформатора (1000–500 кВт) с распределительным щитом составляют $4 \times 6 = 24 \text{ м}^2$.

Сжатый воздух. Проект пневматического хозяйства завода разрабатывается на основе данных технологических процессов о потребности цехов в сжатом воздухе, режиме работы воздухоприемников и местах их расположения. Проект должен содержать расчет общей потребности в сжатом воздухе для каждого цеха и завода в целом, выбор типов и определение потребного количества компрессоров, указание о месте расположения компрессорной станции, разработку схем, конструкций и сети воздухопроводов (внешних и внутренних) и т. д.

Сжатый воздух применяется для обдувки станков от стружки, деталей после мойки, узлов и изделий при сборке, для пневматических зажимных устройств, пневматических инструментов (сверлильных машин, клепальных и рубильных молотков, шлифовальных переносных машин и пр.), пневматических прессов, паровоздушных молотов, пневматических подъемников, дробеструйных аппаратов, распылителей краски, перемешивания растворов и для специальных устройств.

Давление подаваемого сжатого воздуха 3–7 атм. Для понижения давления устанавливают редукционные клапаны.

Общую потребность в сжатом воздухе для каждого цеха и завода в целом определяют исходя из расхода воздуха при непрерывной работе всех воздухоприемников, коэффициента использования их в каждой смене, годового фонда времени работы воздухоприемников.

Коэффициент использования воздухоприемников оборудования k_u равен отношению числа часов фактической работы воздухоприемника T_f к числу часов рабочей смены $T_{см}$, т. е.

$$k_u = \frac{T_f}{T_{см}} \quad (10.3)$$

Средний часовой расход (теоретический) сжатого воздуха $Q_{ср}$ в м^3 определится по формуле

$$Q_{ср} = Q_{непр} k_u, \quad (10.4)$$

где $Q_{непр}$ — расход воздуха в час при непрерывной работе, м^3 .

Вследствие утечки воздуха из-за неплотности соединений, а также необходимости выполнения непредусмотренных работ в расчет вводят коэффициент 1,5. Таким образом, действительный среднечасовой расход сжатого воздуха Q_d для всего количества воздухоприемников равен

$$Q_{Д} = 1,5 \sum Q_{ср} = 1,5 \sum Q_{непр} k_{и}. \quad (10.5)$$

Наибольший часовой расход воздуха $Q_{наиб}$ обычно принимается примерно на 30% больше среднечасового действительного, т. е.

$$Q_{наиб} = 1,30 Q_{Д}. \quad (10.6)$$

По этому расходу подбирается оборудование компрессорной установки.

Годовая потребность в сжатом воздухе $Q_{Г}$ определится по действительному среднечасовому расходу для всего количества оборудования $Q_{Д}$ и годовому фонду времени его работы $F_{Д}$ при соответствующем количестве смен t с учетом коэффициента загрузки оборудования (по времени) η_z :

$$Q_{Г} = Q_{Д} F_{Д} m h_3 = 1,5 \sum Q_{непр} k_{и} F_{Д} m h_3. \quad (10.7)$$

Расход воздуха на отдельные воздухоприемники часто устанавливаются по засосанному объему свободного воздуха, что следует иметь в виду и при пересчете объема свободного воздуха на объем сжатого воздуха, и наоборот.

Для укрупненных расчетов можно принимать следующие данные при определении потребности в сжатом воздухе.

Обдувка станков. Количество станков, подлежащих обдувке, принимается 10–15% от общего количества станков цеха; расход сжатого воздуха в среднем ($Q_{ср}$) 1,5–2,0 м³/ч на каждый станок, потребляющий воздух. Давление воздуха 3 атм.

Обдувка деталей после мойки в баках и узлов и изделий при сборке. В среднем расход 1,0–1,2 м³/ч на одно установленное сопло; давление воздуха 3 атм.

Пневматические зажимы. Количество станков, на которых применяются приспособления с пневматическими зажимами, в зависимости от рода производства принимают в 15–30% и более от общего количества станков цеха. На один станок с пневматическим зажимом в приспособлениях расходуется в среднем до 4 м³/ч; давление сжатого воздуха 4–6 атм.

Пневматические инструменты. Расход сжатого воздуха зависит от типа и размера пневматического инструмента и коэффициента его использования. При непрерывной работе инструмента расход воздуха принимается по паспортным данным инструмента. Коэффициент использования инструмента 0,2–0,5 и выше. Для укрупненных расчетов средний расход сжатого воздуха давлением 5–6 атм можно принимать 2,5–4,5 м³/ч на каждый присоединенный инструмент.

Пневматические подъемники. Сжатый воздух для пневматических подъемников применяется давлением 3 и 6 ати в зависимости от их грузоподъемности. Для укрупненных расчетов расход сжатого воздуха в подъемниках грузоподъемностью 170–1700 кг можно принимать 0,07–0,4 м³ на один подъем.

Распылители краски. Расход воздуха распылителями зависит от типа распылителя и диаметра сопла. При укрупненных подсчетах средний расход сжатого воздуха можно принять 2,0 м³/ч при давлении воздуха 3–6 атм в зависимости от выбранного типа распылителя.

СОЖ. Вода. Необходимое количество *СОЖ*, подводимой на инструмент,

принимают в зависимости от вида обработки по следующим нормам суточного расхода: сульфифрезоло на каждый одношпindelный автомат, резбифрезерный и резбонарезной станок 2,3 кг; резбифшлифовальный 2,5 кг; зубообработывающий 4,1 кг и многошпindelный автомат 5,4 кг; керосина 2,5 кг на каждый станок для электроискровой обработки; эмульсола 0,3 кг на 1 металлорежущий станок; кальцинированной соды 0,03 кг на 1 станок.

Годовой расход охлаждающих жидкостей:

$$Q_{ox} = \frac{q_{ox} C_n 253}{1000} \text{ т / год},$$

где q_{ox} – расход охлаждающей жидкости на один станок в сутки в кг; C_n – количество станков; 253 – число рабочих дней в году.

Вода в цехах употребляется на производственные и бытовые нужды; давление воды в водопроводе 2—3 атм.

Вода на производственные нужды. Вода идет на приготовление охлаждающих смесей, промывку деталей, охлаждение и закалку в установках токов высокой частоты, испытание узлов и изделий, для гидрофильтров распылительных камер и т. д.

Приготовление охлаждающих жидкостей. Годовой расход воды для охлаждающих жидкостей при резании металла Q_B в м³ определяют по числу станков цеха по формуле

$$Q_B = \frac{q_B S F_d m \eta_3}{1000}, \quad (10.8)$$

где q_B – часовой расход воды на один станок, л; S – количество станков; F_d – действительный годовой фонд времени станков в час; m – количество рабочих смен; η_3 – коэффициент загрузки станков (по времени).

В среднем на каждый установленный станок расходуется 0,6 л/ч воды. Максимальный часовой расход рассчитывают исходя из емкости системы охлаждения и времени ее наполнения после очистки и промывки. Время наполнения принимается 1 ч (ориентировочно).

Промывка деталей в баках. Расход воды зависит от емкости бака и габаритов деталей; для баков емкостью 1,5–2,5 м³ средний часовой расход составляет 10–13 л, а максимальный часовой расход – 2000 л.

Промывка деталей в моечных машинах. В моечных машинах расход воды принимается по паспортным данным машин. Ориентировочно можно считать средний часовой расход воды 0,12–0,5 м³ на 1 т промываемых деталей.

Гидравлические испытания. Расход воды зависит от размеров деталей (емкости полости детали, заполняемой водой), условий и длительности испытания. Например, для испытания блока цилиндров двигателей расходуется 2 л воды на блок, на охлаждение тормоза при испытании двигателей – 10 л на 1 л. с.-ч.

Установки токов высокой частоты. При укрупненных подсчетах можно принимать среднечасовой расход воды в установках токов высокой частоты по таблице 10.4.

Гидрофильтры в распылительных камерах. Вода применяется для осаждения распыленной в воздухе краски. Расход воды принимается по паспортным

данным камер. При укрупненных расчётах можно принимать расход воды в гидрофилтрах 0,01—0,02 л3 на 1 м³ объема распылительной камеры.

Вода на бытовые нужды. Определение годового расхода воды ведется из расчета:

Таблица 10.4
Среднечасовой расход воды
в установках ТВЧ

Мощность установки, кВт	Средний расход воды, м ³ /ч
15 – 30	2 – 4
60 – 100	4 – 6
Свыше 100	6 – 8

а) для хозяйственно-питьевых нужд: в цехах со значительными тепловыделениями (более 20 ккал/м³-ч) – 35 л, в остальных цехах – 25 л в смену на каждого работающего;

б) для душевых в производствах, связанных с загрязнением тела – 40 л; в производствах с выделением большого количества загрязняющей пыли или пыли и влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ –

60 л на процедуру; продолжительность действия душей – 45 мин после каждой смены;

в) для полудушей – 25 л на процедуру;

г) для групповых умывальников: при загрязненных производствах – 5 л, при чистых производствах – 3 л на процедуру.

Пар. Пар расходуется на производственные нужды цеха, а также на отопление и вентиляцию. Давление пара в зависимости от назначения принимается 1,5–4 атм.

Пар на производственные нужды. Его расходуют на подогрев охлаждающих смесей, воды в моечных машинах, на обогрев сушильных камер и т. п. Пар применяется давлением 1,5–3,0 атм.

На подогрев охлаждающих смесей расход пара давлением 1,5 атм (при температуре воды от 10 до 90°) составляет 0,16–0,19 кг/ч на каждый литр расходуемой (в час) воды.

Средний расход пара (давлением 3–4 атм) для нагревания сушильных камер и воды в моечных машинах при укрупненных расчетах принимается на 1 т обрабатываемых деталей и транспортирующих устройств; для сушильных камер периодического действия – 80–100 кг/ч, для конвейерных – 45–75 кг/ч при температуре сушки 100–110°. Расход пара на разогрев, который в проектах предусматривается производить в 3-ю смену, составляет ориентировочно 150–200% к среднечасовому эксплуатационному расходу.

Пар для отопления и вентиляции. Расход пара определяют из расчета возмещения тепловых потерь здания, которые составляют 15–20 ккал/ч на 1 м³ здания. Если здание имеет искусственную вентиляцию, то тепловые потери принимаются суммарно по отоплению и вентиляции в размере 25–35 ккал/ч на 1 м³ здания.

Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию в тоннах составляет

$$Q_{\Pi} = \frac{q_T HV}{i \cdot 100}, \quad (10.9)$$

где q_T – расход тепла на 1 м³ здания, ккал/ч; H – количество часов в отопительном периоде; V – объем здания, м³; i – теплота испарения, ккал/кг (540 ккал/кг).

Отопительный период принимается равным 180 дням или $180 \times 24 = 4320$ ч.

Топливо. *Топливо для производства.* Годовую потребность в производственном топливе (твердом и газообразном) определяют на основании данных расхода топлива на каждую производственную печь или нагревательную установку, указываемые в технической характеристике оборудования.

Топливо для отопления. Теплоносителями при центральном отоплении могут быть вода, пар и воздух.

Годовая потребность топлива определяется по формуле

$$Q_T = \frac{q_T HV}{K \cdot 1000 h_k}, \quad (10.10)$$

где K — теплотворная способность условного топлива (7000 ккал/кг); η_k — коэффициент полезного действия котельной установки (в среднем равен 0,75).

Вид топлива определить самостоятельно.

Данные расчетов энергетической части сводятся в таблицу 10.4

Таблица 10.4

Энергетическая часть

Расход	Единица	На единицу	Всего единиц	Итого
1. Электроэнергия	кВт ч	–	150	20000
1.1. Питание электроприемников	кВт ч	–	–	19988
1.1.2. Электродвигатели станков	кВт ч	12-15	123	1476
...
1.2. Освещение	кВт ч	–	–	12
2. Сжатый воздух	м ³ /ч	–	–	
2.1. Обдувка станков	м ³ /ч на станок	1,5	20	30
2.2. Обдувка деталей	м ³ /ч на одно спл	1	5	5
...

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем, с технологической точки зрения, характеризуется тип производства?
2. Назовите известные Вам принципы формирования производственных участков.
3. Охарактеризуйте технологический принцип формирования производства.
4. Охарактеризуйте предметный принцип формирования производства.
5. Какие формы организации работы по поточному методу вы знаете?
6. Дайте определение понятию «гибкая производственная система».
7. Как в алгоритме определения принципа формирования производственных подразделений определяется степень кооперации?
8. Какие методы определения количества станков механического цеха, необходимого для обработки деталей по заданной программе, Вы знаете?
9. Как осуществляется расчет количества станков и коэффициентов загрузки в непоточном производстве?
10. Как осуществляется расчет количества станков для поточного производства?

11. Как подразделяется площадь производства по своему назначению?
12. Классифицируйте вспомогательные подразделения механического цеха.
13. Для чего применяются заготовительные отделения?
14. Назовите составные звенья инструментальной службы цеха.
15. Как определить потребное количество оборудования заточного отделения?
16. Какие виды контроля качества продукции Вы знаете?
17. Для чего нужны ремонтные базы производственных цехов?
18. Какие устройства сбора и переработки стружки применяются в механических цехах?
19. Как определить площадь склада материалов и заготовок?
20. Для чего применяются промежуточный и межоперационный склады?
21. Как рассчитать необходимое количество кранового оборудования цеха?
22. Приведите классификацию производственных зданий.
23. Дайте определение понятиям «пролет здания», «шаг колонн».
24. Изобразите расчетную схему определения высоты пролета.
25. Какие виды ворот применяются в производственных зданиях?
26. Какие виды световых фонарей производственных зданий Вы знаете?
27. На какие группы делятся работающие механосборочного цеха?
28. Перечислите номенклатуру профессий группы «производственные рабочие».
29. Перечислите номенклатуру профессий группы «вспомогательные рабочие».
30. Какие категории работающих цеха относятся к группе «инженерно-технические работники»?
31. Какие категории работающих цеха относятся к группе «служащие»?
32. Какие категории работающих цеха относятся к группе «младший обслуживающий персонал»?
33. Какими способами может производиться расчет численности станочников?
34. Запишите формулу расчета численности станочников по трудоемкости.
35. Запишите формулу расчета численности станочников по числу принятых станков.
36. Как осуществляется расчет численности вспомогательных рабочих?
37. Как осуществляется расчет численности МОП?
38. Какие помещения относятся к обслуживающим?
39. Изобразите схемы расположения административно-бытовых зданий.
40. Как определяется площадь гардеробных, умывальных, душевых?
41. Какие помещения входят в состав служебных?
42. Каково назначение компоновочного плана здания?
43. Опишите порядок расположения отделений цеха на компоновке.
44. Что указывается соответствующими условными обозначениями на планировках?
45. Какие методы разработки планировок Вы знаете?
46. Перечислите основные требования, учитываемые при разработке планировок.

47. Как располагаются станки в пролетах цеха?
48. Изобразите схемы вариантов размещения оборудования в непрерывно- и переменноточных линиях.
49. Какие расстояния нормируются на планировках?
50. Изобразите принципиальные планировочные решения роботизированных комплексов.
51. Приведите примеры планировок рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовщика.
52. На какие нужды в цехе расходуется электрическая энергия? Как определить ее потребность?
53. На какие нужды в цехе расходуется сжатый воздух? Как определить его потребность?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грундиг, К.-Г. Проектирование промышленных предприятий. Принципы. Методы. Практика = Fabrikplanung. Planungssystematik. Methoden. Anwendung / К.-Г. Грундиг ; ред. Н. Галактионова ; пер. с нем. А. Старкова. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2007. – 339 с.
2. Богорад А. А. Грузоподъемные краны машиностроительных предприятий : учебник для ПТУ / А. А. Богорад. – 2 изд., перераб и доп. – Москва : Высшая школа, 1990. – 271 с.
3. Егоров, М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов : учебник для машиностроительных ВУЗов / М. Е. Егоров. – 6-е изд. переработ. и доп. – Москва : Высшая школа, 1969. – 480 с.
4. Иванов, В. П. Проектирование ремонтных участков в машиностроении. Практикум : учеб. пособие / В. П. Иванов. – Новополюк : ПГУ, 2007. – 180 с.
5. Мамаев, В. С. Основы проектирования машиностроительных заводов / В. С. Мамаев, Е. Г. Осипов. – Москва : Машиностроение, 1974. – 290 с.
6. Мельников, Г. Н. Проектирование механосборочных цехов : учебник для студентов машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Мельников, В. П. Вороненко ; под ред. А. М. Дальского. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.
7. LCAD: версия 4.15 : руководство пользователя / Ф. И. Печков [и др.]. – Минск : Репринт, 2002. – 98 с.
8. Проектирование автоматизированных участков и цехов : учебник для машиностроительных спец. вузов / В. П. Вороненко [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – Москва : Высшая школа, 2003. – 272 с.
9. Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства : учебник для ВУЗов / В. П. Вороненков, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе ; под ред. чл.-кор. РАН Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., стереотип. – Москва : Дрофа, 2006. – 380 с.
10. Проектирование машиностроительных заводов : справочник : в 6 томах ; под общ. ред. Е. С. Ямпольского. – Москва : Машиностроение, 1975. – 6 т.
11. Чарнко, Д. В. Основы проектирования механосборочных цехов / Д. В. Чарнко. – Москва : Машиностроение, 1975. – 352 с.

СХЕМАТИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ УТС

Категории секций	Планы секций	Сетка колонн в м	Площадь секций в м ²	Обеспеченность кранами	Схемы поперечных разрезов секций	Высота пролета в м (грузоподъемность подъемно- транспортного оборудования)
Основные		18×12	10368	Бескрановые	<p><i>С скатной кровлей</i></p> <p><i>С плоской кровлей</i></p>	6 и 7, 2 (5 т)
	 	24×12	5184		 	10, 8 (20 т) 12, 6 (30 т)
Дополнительные		24×12	3456	Крановые	 	10, 8 (20 т)
		24×12	1728		 	12, 6 (30 т)
		30×12	2160		 	16, 2 и 8 (50 т)

Приложение 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА РАБОТАЮЩИХ ЦЕХА

Таблица 2.1

Многостаночное обслуживание по группам оборудования

Группы металлообрабатывающего оборудования	Число станков, обслуживаемых одним рабочим
Неавтоматизированные станки широкого назначения: токарные, токарно-револьверные, сверлильные, фрезерные (мелкие и средние), протяжные, поперечно-строгальные, долбежные, внутришлифовальные, круглошлифовальные, плоскошлифовальные, продольношлифовальные, бесцентрово-проводочные, заточные	1
Крупные фрезерные, карусельные, расточные, продольнострогальные станки; станки общего назначения с программным управлением	1...2
Трубоотрезные автоматы, токарные доделочные автоматы (на базе токарных станков)	2
Электрофизические и электрохимические станки и полуавтоматы; станки типа "механообрабатывающий центр"; одношпиндельные токарные многолезцовые, копировальные и токарно-револьверные полуавтоматы; многошпиндельные токарные полуавтоматы (включая прутковые); бесцентрово-шлифовальные автоматы с магазинной загрузкой (вибробункером)	2...3
Одношпиндельные токарные прутковые автоматы, резьбонакатные, гайконарезные, шлицепрорезные автоматы; зубообрабатывающие станки (полуавтоматы)	3...4

Таблица 2.2

Рекомендуемое количество операторов для обслуживания автоматических линий

Условия обслуживания линии	Количество операторов по обслуживанию одной линии в одну смену
Линии без автоматической передачи деталей с линии на последующую операцию. Необходимость неавтоматизированного поворота детали после линии перед следующей операцией.	2
Линии с автоматизацией передачи деталей с линии на следующую операцию. При близком расположении от выхода линии другого производственного оборудования с наличием оператора. При совмещении конца линии с началом другой линии. Линии с тактом выпуска более 1 мин.	1

Таблица 2.3

Рекомендуемое количество единиц оборудования автоматических линий для обслуживания одним наладчиком

Категория сложности наладки	Количество единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим-наладчиком
Особо сложная - автоматические линии из восьми- и шестишпиндельных двухиндексных вертикальных автоматов и автоматические линии для двусторонней обработки поверхностей корпусных деталей по 7...9 квалитетам точности с применением сложной оснастки и специализированного инструмента	3...4
Сложная – автоматические линии, состоящие из двусторонних агрегатных сверлильных, фрезерных и расточных станков, которые на отделочных операциях обеспечивают 7...9 квалитеты точности; автоматические линии, состоящие из шлифовальных станков с автоматической правкой круга и автоматическим замером деталей	5...6
Средней сложности – автоматические линии для обработки тел вращения	7...8
Простая – автоматические линии, состоящие из универсальных и агрегатных станков с применением простой оснастки и центрального инструмента	9...10

Таблица 2.4

Данные для расчета количества наладчиков оборудования

Группы станков		Число станков, обслуживаемых одним наладчиком в смену, по типам производств	
Наименование	Техническая характеристика	Крупносерийное массовое и среднесерийное	Мелкосерийное (единичное)
1	2	3	4
Токарные и токарно-винторезные	Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной – 125...400 мм	12...14	–
Токарно-карусельные	наибольший диаметр обрабатываемой заготовки – 800...1250 мм	4...6	–
Токарные многорезцовые и гидрокопировальные полуавтоматы, токарно-револьверные патронные полуавтоматы, токарные и токарно-револьверные одношпиндельные автоматы	Все размеры	4...6	3...4
Револьверные и токарно-револьверные (прутковые и патронные)	То же	8...10	6...8

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4
Горизонтальные многошпиндельные токарные прутковые автоматы и патронные полуавтоматы	—" —	4...5	-
Вертикальные многошпиндельные токарные патронные полуавтоматы	—" —	2...3	-
Вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные, вертикальные резьбно-нарезные	—" —	12...14	-
Вертикально-сверлильные с подвижными шпинделями, вертикально-сверлильные с перемещающейся шпиндельной бабкой	—" —	6... 8.	-
Агрегатные сверлильные, резьбнонарезные, расточные и фрезерно-расточные	Число шпинделей до 15, свыше 15	8...10 4...6	
Алмазно-расточные станки и полуавтоматы	Все размеры	8...10	
Горизонтальные, вертикальные и универсальные фрезерные, шпоночнофрезерные и резьбофрезерные	То же	10...12	
Продольно-фрезерные	Размер стола от 320x1250 до 630x2000 мм	6...8	
Карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные, вертикально-фрезерные с копировальным устройством, фрезерно-центровальные полуавтоматы	Все размеры	5..7	6...8
Зубообработкующие станки, полуавтоматы и автоматы для обработки цилиндрических и конических зубчатых колес, шлицефрезерные станки	Наибольший диаметр обрабатываемых заготовок зубчатых колес до 800 мм	6...7	
Бесцентрово-пишфовальные автоматы	Все размеры: с продольной подачей	6...8	
	с широким кругом или загрузочным устройством	4...5	
Резьбонакатные станки и полуавтоматы	Все размеры	6...8	
Протяжные станки и автоматы	Все размеры: для внутреннего протягивания	10...12	
	для наружного протягивания	6...8	
Станки с программным управлением	Все размеры	5...6	4...5
Примечание. Большие значения данных по таблице в пределах каждой группы станков относятся к простым наладкам, меньшему количеству шпинделей и большей серийности изготавливаемых деталей			

Таблица 2.5

Данные для расчета распределителей работ

Тип производства	Количество производственных станков механических цехов, обслуживаемых одним распределителем работ в смену	Количество производственных рабочих сборочных цехов, обслуживаемых одним распределителем работ в смену
Крупносерийное (массовое)	60...50	55...45
Среднесерийное	45...35	45...35
Мелкосерийное и единичное	35...25	35...25

Примечание. Большие значения данных таблицы относятся к цехам по обработке заготовок корпусных и базовых деталей и сборке тяжелых изделий.

Таблица 2.6

Данные для расчета диспетчеров кареток-операторов

Количество станков и рабочих мест, обслуживаемых одной кареткой-оператором	Количество кареток-операторов, обслуживаемых одним диспетчером при типе производства:	
	мелкосерийном и единичном	среднесерийном и крупносерийном
До 20	2	3
Свыше 20	1	2

Примечание. Один диспетчер может быть закреплен за двумя-тремя каретками-операторами в тех случаях, когда эти каретки обслуживают две смежные технологические линии участка.

Таблица 2.7

Данные для расчета стропальщиков

Наименование кранов	Количество установленных кранов в пролете	Количество стропальщиков в смену, чел. при грузоподъемности кранов:	
		до 20 т	30 т и более
Мостовые (опорные), подвесные и консольно-передвижные краны с управлением из кабины	1	1	2
	2	2	3
	3	3	4
	4	4	5

Примечания

- Для второй и третьей смен при неполной загрузке всех установленных кранов количество стропальщиков принимается, исходя из фактического количества работающих кранов.
- Расчет потребного количества стропальщиков по цеху следует производить отдельно для каждого пролета.
- Если в одном пролете размещается два и более цехов, потребное количество стропальщиков подсчитывается по каждому цеху отдельно, исходя из количества закрепленных за цехом кранов.

Таблица 2.8

Данные для расчета кладовщиков–раздатчиков инструмента

Цехи	Тип производства	Количество производственных рабочих, обслуживаемых одним кладовщиком-раздатчиком
Механические	Крупносерийное (массовое)	55...45
	Среднесерийное	45...35
	Мелкосерийное и единичное	35...25
	Крупносерийное (массовое)	90...80
Сборочные	Среднесерийное	80...70
	Мелкосерийное и единичное	70...60
	Крупносерийное (массовое)	70...60
Механосборочные	Среднесерийное	60...50
	Мелкосерийное и единичное	50...40
<p>Примечания</p> <p>1. Большие значения норм в пределах одной и той же группы цехов относятся к крупным цехам с числом производственных рабочих более 300 чел.</p> <p>2. При создании единой инструментально-раздаточной кладовой (ИРК) для двух и более цехов количество потребных кладовщиков - раздатчиков исчисляется по суммарному количеству производственных рабочих этих цехов.</p>		

Таблица 2.9

Данные для расчета кладовщиков складов

Тип производства	Количество производственных станков механических цехов, обслуживаемых одним наладчиком в смену:		Количество производственных рабочих сборочных цехов, обслуживаемых одним кладовщиком в смену		
	Склад заготовок	промежуточный склад	Склад готовых деталей	Склад сборочных единиц	Склад комплектующих изделий
Крупно-серийное	200	–	120	400	300
Среднесерийное	150	100	80	250	180
Мелкосерийное и единичное	120	60	50	150	100
<p>Примечания</p> <p>1. Данные приведены с учетом механизации складских работ.</p> <p>2. Для складов заготовок и промежуточного при расчете потребного количества кладовщиков станки по обработке заготовок базовых и корпусных деталей не учитываются.</p> <p>3. Для механосборочных цехов количество потребных кладовщиков подсчитывается по механическому отделению – по нормам механических цехов, по сборочному отделению – по нормам сборочных цехов.</p>					

Таблица 2.10

Данные для расчета комплектовщиков изделий

Тип производства	Количество производственных станков механического цеха, обслуживаемых одним комплектовщиком в смену	Количество производственных рабочих (слесарей-сборщиков) сборочного цеха, обслуживаемых одним комплектовщиком в смену
Крупносерийное	45...47	78...80
Среднесерийное	43...45	75... 78
Мелкосерийное и единичное	41... 43	72...74
<p>Примечания</p> <p>1. Большие значения норм следует применять: для механических цехов, изготавливающих мелкие и средние детали; для сборочных цехов, в которых производится узловая сборка</p> <p>2. Для механосборочных цехов количество комплектовщиков подсчитывается: по механическому отделению по нормам механических цехов; по сборочному отделению – по нормам сборочных цехов.</p> <p>3. Нормы для расчета комплектовщиков изделий могут изменяться в зависимости от специфики отраслевых условий производства при соответствующих обоснованиях.</p>		

Таблица 2.11

Данные для расчета подсобных рабочих, занятых на складских и транспортных работах

Тип производства	Количество производственных станков механических цехов, обслуживаемых одним подсобным рабочим в смену	Количество производственных рабочих сборочных цехов, обслуживаемых одним подсобным рабочим в смену
Крупносерийное (массовое)	45...55	75...85
Среднесерийное	55...65	85...95
Мелкосерийное и единичное	65...75	95...105
<p>Примечание. Большие значения норм следует применять для цехов и участков (отделений), производящих обработку и сборку крупногабаритных деталей и изделий.</p>		

Таблица 2.12

Данные для расчета уборщиков производственных и вспомогательных помещений цехов

Цехи	Площадь цеха, обслуживаемая одним уборщиком в смену, м ²
Механические цехи по изготовлению: мелких и средних деталей	1300...1000
базовых и корпусных деталей массой до 10 т	1500... 1200
то же, массой свыше 10 т	1800...1400
Сборочные цехи	2000...1800
<p>Примечания</p> <p>1. Меньшие значения норм принимаются: для механических цехов – при обработке заготовок с образованием витой стружки или преобладании оборудования для обдирочных работ; для сборочных цехов – при уборке участков общего монтажа.</p> <p>2. Для механосборочных цехов количество уборщиков определяется путем суммирования потребного количества уборщиков для механического и сборочного отделений.</p>	

Таблица 2.13

Данные для расчета инженерно-технических работников (ИТР) цеха

Цехи	Тип производства	Количество ИТР по отношению к количеству рабочих, % при количестве рабочих в цехе:			
		до 75	76...150	151...500	Свыше 300
Механические	Крупносерийное (массовое)	10...11	9...10	8...9	7...8
	Среднесерийное	11...12	10...11	9...10	8...9
	Мелкосерийное и единичное	12...13	11...12	10...11	9...10
	Крупносерийное (массовое)	7...8	7...8	6...7	5...6
Сборочные	Среднесерийное	8...9	7...8	7...8	6...7
	Мелкосерийное и единичное	9...10	8...9	7...8	7...8
	Крупносерийное (массовое)	9...10	8...9	7...8	7...8
Механосборочные	Среднесерийное	10...11	9...10	8...9	7...8
	Мелкосерийное и единичное	11...12	10...11	9...10	8...9

Примечание. Большие значения норм в пределах каждой группы цехов следует принимать для цехов с меньшим количеством производственных рабочих и для цехов по изготовлению прецизионных деталей и изделий.

Таблица 2.14

Данные для расчета служащих (СКП)

Цехи	Тип производства	Количество служащих по отношению к количеству рабочих, % при количестве в цехе:			
		до 75	76...150	151...300	свыше 300
Механические	Крупносерийное (массовое)	1,2...1,4	1,0.. 1, 2	0,8...1,0	0,7...0,8
	Среднесерийное	1,4...1,6	1,3...1,4	1,1...1,3	0,9...1,1
	Мелкосерийное и единичное	1,7...1,8	1,5...1,7,	1,3...1,5	1,2.. 1,3
	Крупносерийное (массовое)	1,0...1,2	0,8...1,0,	0,7...0,8	0,5...0,7
Сборочные	Среднесерийное	1,3...1,4	1,1...1,3	0,9...1,1	0,7...0,9
	Мелкосерийное и единичное	1,5...1,7	1,3...1,5	1,2...1,3	1,0... 1,2
	Крупносерийное (массовое)	1,3...1,5	1,2...1,3	0,7...0,9	0,8...1,0
Механосборочные	Среднесерийное	1,3...1,5	1,2..1,3	1,0...1,2	0,8...1,0
	Мелкосерийное и единичное	1,6...1,8	1,4...1,6	1,3...1,4	1,1...1,3

Примечание. Большие значения норм в пределах каждой группы цехов принимаются для цехов с наименьшим количеством производственных рабочих.

Таблица 2.15

Данные для расчета младшего обслуживающего персонала (МОП)

Цехи	Тип производства	Количество МОП рабочих, % при по отношению к численности рабочих в цехе:			
		до 75	76...150	151...300	свыше 300
Механические	Крупносерийное (массовое)	1,3...1,5	1,1...1,3	0,9...1,1	0,7...0,9
	Среднесерийное	1,5...1,7	1,3... 1,5	1,1...1,3	0,9...1,1
	Мелкосерийное и единичное	2,0...2,2	1,8...2,0	1,6...1,8	1,4...1,6
Сборочные	Крупносерийное (массовое)	1,0...1,2	0,8...1,0	0,6...0,8	0,4...0,6
	Среднесерийное	1,1...1,3	0,9...1,1	0,8...1,0	0,6...0,8
	Мелкосерийное и единичное	1,3...1,5	1,1...1,3	1,0...1,2	0,8...1,0
Механосборочные	Крупносерийное (массовое)	1,1...1,3	0,9...1,1	0,8...1,0	0,6...0,8
	Среднесерийное	1,3...1,5	1,1...1,3	1,0...1,2	0,8...1,0
	Мелкосерийное и единичное	1,8...2,0	1,6...1,8	1,4...1,6	1,2...1,4
Примечание. Большие значения норм в пределах каждой группы цехов принимаются для цехов с наименьшим количеством производственных рабочих.					

Таблица 2.16

Данные для расчета работников технического контроля цеха

Цехи	Тип производства	Количество работников технического контроля по отношению к количеству производственных рабочих, %	
		Контролеры и старшие контролеры	Контрольные мастера
Механические	Крупносерийное (массовое)	5...4	0,6...0,5
	Среднесерийное	6...5	0,7...0,6
	Мелкосерийное и единичное	7...6	0,8...0,7
Сборочные	Крупносерийное (массовое)	4...3	0,5...0,4
	Среднесерийное	5...4	0,7...0,5
	Мелкосерийное и единичное	7...5	0,8...0,4
Механосборочные	Крупносерийное (массовое)	5...3	0,6...0,5
	Среднесерийное	6...5	0,7...0,5
	Мелкосерийное и единичное	7...6	0,8...0,7
Примечания			
1. Большие значения норм относятся к производству сложных деталей и изделий.			
2. Отклонения от норм могут устанавливаться в зависимости от конкретных условий отрасли при соответствующем обосновании с учетом специфики производства.			

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА КОМПОНОВКАХ И ПЛАНИРОВКАХ

Таблица 3.1

Строительные элементы

Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Капитальная стена а – на планировках а – на компоновках		Ворота или двери подъемные
	Перегородка всех ти- пов на компоновках		Ворота или двери раздвижные (откат- ные двухпольные)
	Перегородка остеклен- ная		Двери или ворота створные однополь- ные
	Перегородка из стекло- блоков		Проем в перегородке или стене
	Перегородка сетчатая		Лестница
	Металлическая пере- городка из листа		Трансформаторная подстанция
	Барьер		Центральный распре- делительный пункт (ЦРП), распределительный пункт (РП), распределительное устройство (РУ)
	Колонна здания на ком- поновках		Санитарный узел (СУ), тепловой узел (ТУ), вентиляционная камера (ВК)
	Колонна железобетон- ная (прямоугольная)		Подвал с отметкой пола подвала
	Колонна железобетон- ная (двухветьевая)		Антресоли, вентпло- щадки, балконы
	Колонна металличе- ская (двухтаврового сече- ния)		Туннель (канал) с отметкой пола тун- неля (канала)
	Колонна металличе- ская (прямоугольного сечения)		Канал для транспор- тировки стружки
	Проем для ворот и дверей во всех стенах на компоновке		Люк, проем в пол, в перекрытие или кровлю
	Ворота распашные или двери отворные двухпольные		Приямок с отметкой пола приямка
			Трап напольный (решетка)

Таблица 3.2

Технологическое оборудование и другие условные обозначения

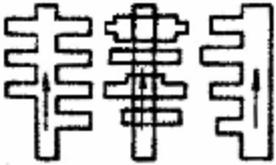
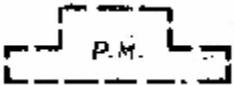
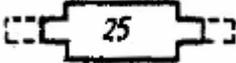
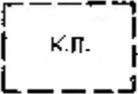
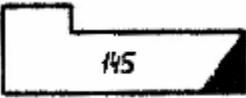
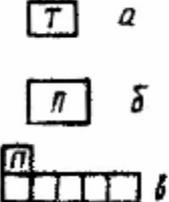
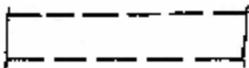
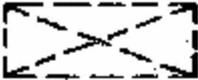
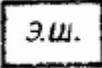
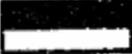
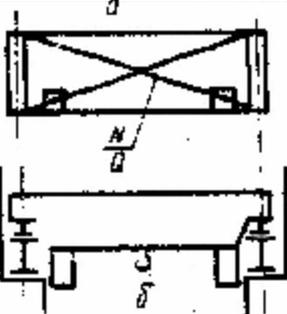
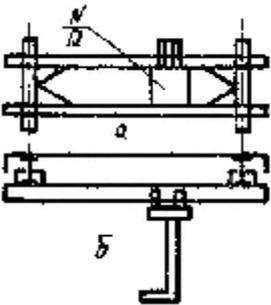
Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Автоматическая линия		Резервное место оборудования
	Технологическое оборудование с номером по плану		Контрольный пункт
	Неперустанавливаемое технологическое оборудование, существующее в цехе		Границы цеха, отделения, участка (не огороженные)
	Оргоснастка, номер или габариты которой оговариваются на планировке (тумбочка инструментальная, приемный стол, стол многосекционный)		Проезд (не огороженный перегородками)
	Место рабочего		Место складирования заготовок, деталей, полуфабрикатов на полу без ограждения
	Место рабочего – многостаночника		Электрошкаф
			Шкаф распределительный (силовой и освещения)

Таблица 3.3

Подъемно-транспортное оборудование

Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Кран мостовой электрический (N – номер крана, Q – грузоподъемность): а – в плане, б – в разрезе		Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный, управляемый с пола: а – в плане, б – в разрезе

Продолжение таблицы 3.3

	<p>Кран однобалочный опорный: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный управляемый из кабины: а – в плане, б – в разрезе</p>
	<p>Кран подвесной электрический однобалочный однопролетный с электроталью: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер опорный электрический, управляемый с пола: а – в плане, б – в разрезе</p>
	<p>Кран подвесной электрический однобалочный многопролетный с электроталью: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер опорный, электрический управляемый из кабины: а – в плане, б – в разрезе</p>
	<p>Кран полукозловой с крановой тележкой: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Кран штабелер стеллажный опорный или подвесной а – в плане, б – в разрезе</p>
	<p>Кран полукозловой с электроталью: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Кран консольный поворотный с электроталью в плане</p>
	<p>Кран козловой с крановой тележкой: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Посадочная площадка с лестницей для крана мостового</p>

Продолжение таблицы 3.3

	<p>Кран козловой с электроталью: а – в плане, б – в разрезе</p>		<p>Ремонтные площадки, связанные с галереей, для подвесных кранов в плане</p>
	<p>Ремонтная площадка для мостовых опорных кранов в плане</p>		<p>Натяжная станция подвесных конвейеров в плане</p>
	<p>Лифт грузовой или пассажирский</p>		<p>Конвейер ленточный в плане</p>
	<p>Лестница металлическая в плане</p>		<p>Конвейер роликовый однорядный неприводной</p>
	<p>Подкрановый путь подвесной или опорный в плане</p>		<p>Конвейер роликовый двухрядный</p>
	<p>Железнодорожный путь на планировке</p>		<p>Конвейер роликовый однорядный приводной в плане</p>
	<p>Железнодорожный путь на компоновке</p>		<p>Конвейер пластинчатый в плане</p>
	<p>Монорельс с талью в плане</p>		<p>Конвейер горизонтально-замкнутый в плане</p>
	<p>Электроинструмент на монорельсе в плане</p>		<p>Конвейер вертикально-замкнутый одноцепной в плане</p>
	<p>Подъемник пневматический на монорельсе в плане</p>		<p>Конвейер вертикально-замкнутый двухцепной в плане</p>
	<p>Элеватор в плане</p>		<p>Конвейер одновинтовой (одношнековый) в плане</p>
	<p>Конвейер подвесной цепной в плане</p>		<p>Конвейер двувинтовой (двухшнековый) в плане</p>
	<p>Конвейер толкающего типа с неприводным отводом в плане</p>		<p>Каретка-оператор в плане</p>
	<p>Вертикальный подъем (спуск) трассы подвесных конвейеров всех типов с указанием отметок трассы в плане</p>		<p>Стеллаж многоярусный однорядный в плане</p>

Окончание таблицы 3.3

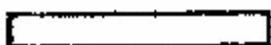
	Приводная станция подвесных конвейеров в плане		Стеллаж многоярусный двурядный в плане
	Склиз (скат, желоб) в плане		

Таблица 3.4

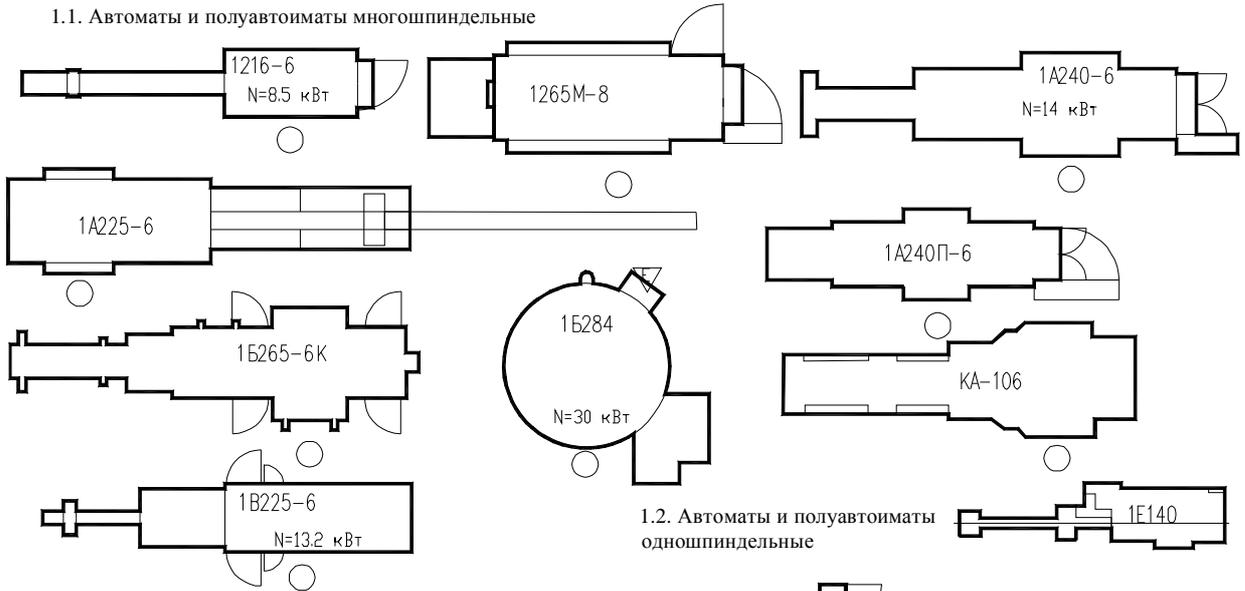
Подвод коммуникации, вентиляционные отсосы, противопожарные средства

Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Подвод холодной воды к оборудованию		Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети МПА)
	Подвод холодной воды к оборудованию с отводом в канализацию		Подвод горючего газа
	Подвод холодной воды с раковиной на стене (перегородке)		Местный вентиляционный отсос вредных выделений
	Подвод холодной и горячей воды с раковиной на стене (перегородке)		Точка подвода электрокабеля к оборудованию
	Подвод горячей воды к оборудованию		Подвод электроэнергии с указанием напряжения
	Подвод горячей воды к оборудованию с отводом в канализацию		Местное освещение
	Слив воды из оборудования в канализацию		Электророзетка
	Подвод эмульсии (буква Э внутри кружка), содового раствора (С), масла и масляных СОЖ (М), бензина (Б), керосина (Кр)		Огнетушитель
	Слив отработанной СОЖ в канализацию		Пожарный пост
	Автомат питьевой воды (сатуратор)		Щит управления
	Подвод пара		Подвод ацетилена (буква А), аргона (Ar), кислорода (O ₂) с указанием давления

ГАБАРИТНЫЕ ПЛАНЫ НЕКОТОРЫХ СТАНКОВ

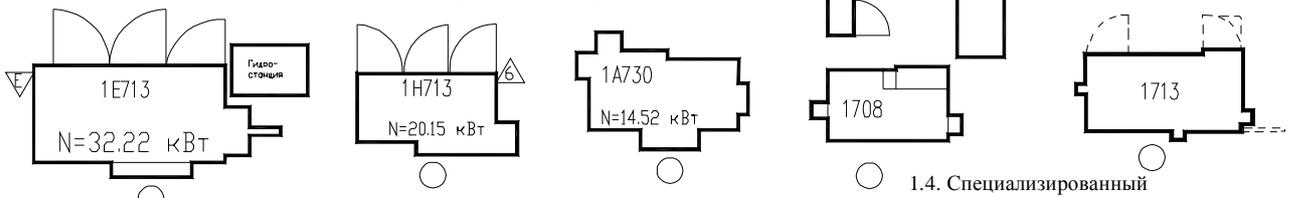
1. Токарные

1.1. Автоматы и полуавтоматы многшпиндельные



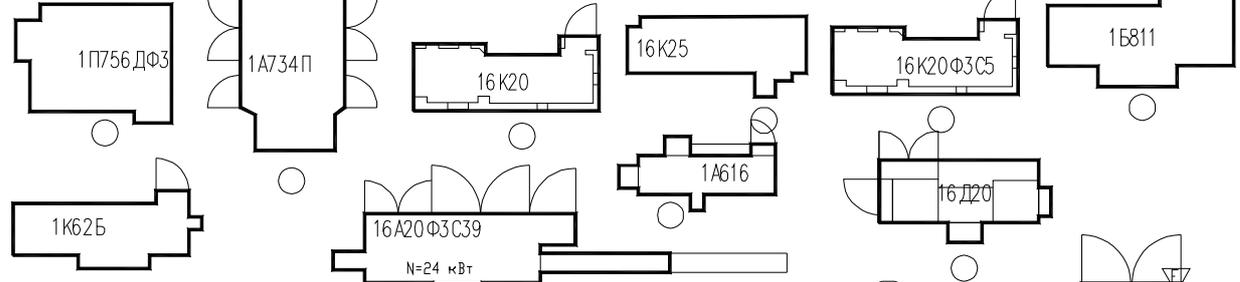
1.2. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные

1.3. Многорезцовые копировальные

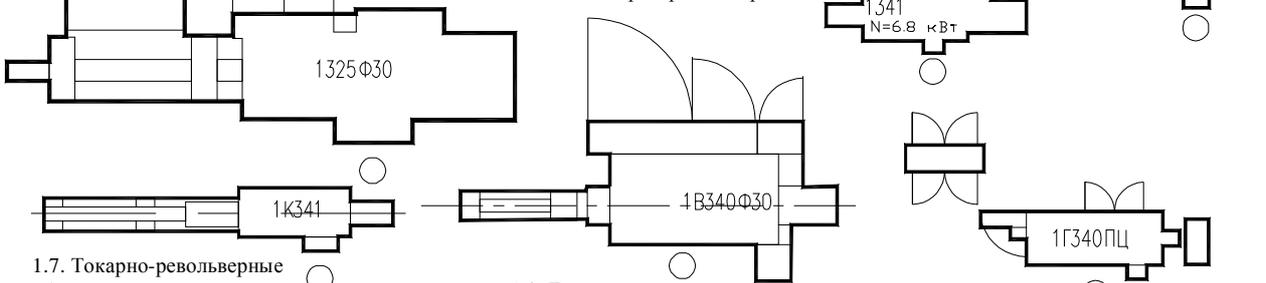


1.4. Специализированный

1.5. Токарно-винторезные



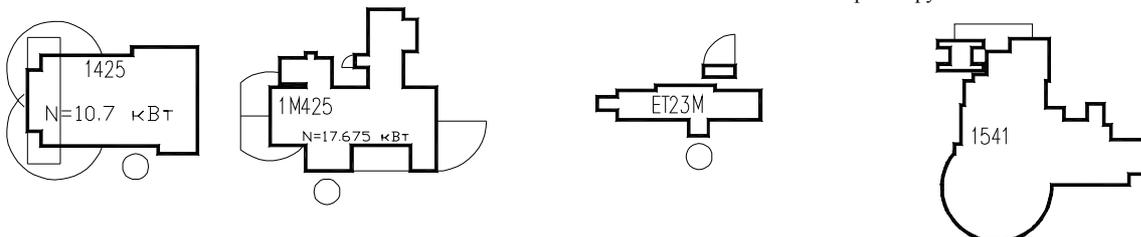
1.6. Токарно-револьверные



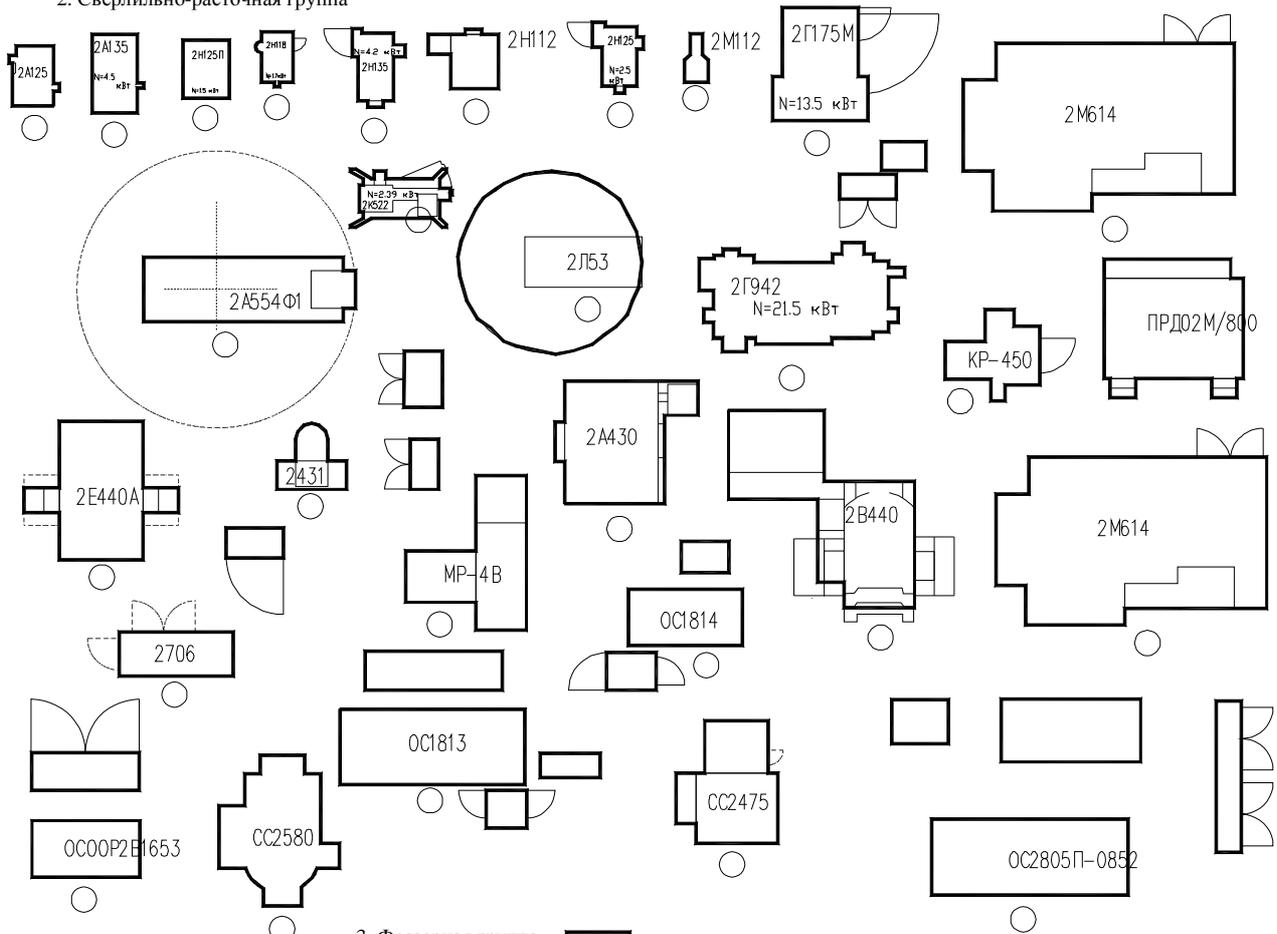
1.7. Токарно-револьверные п/автоматы

1.8. Токарно-канавочные

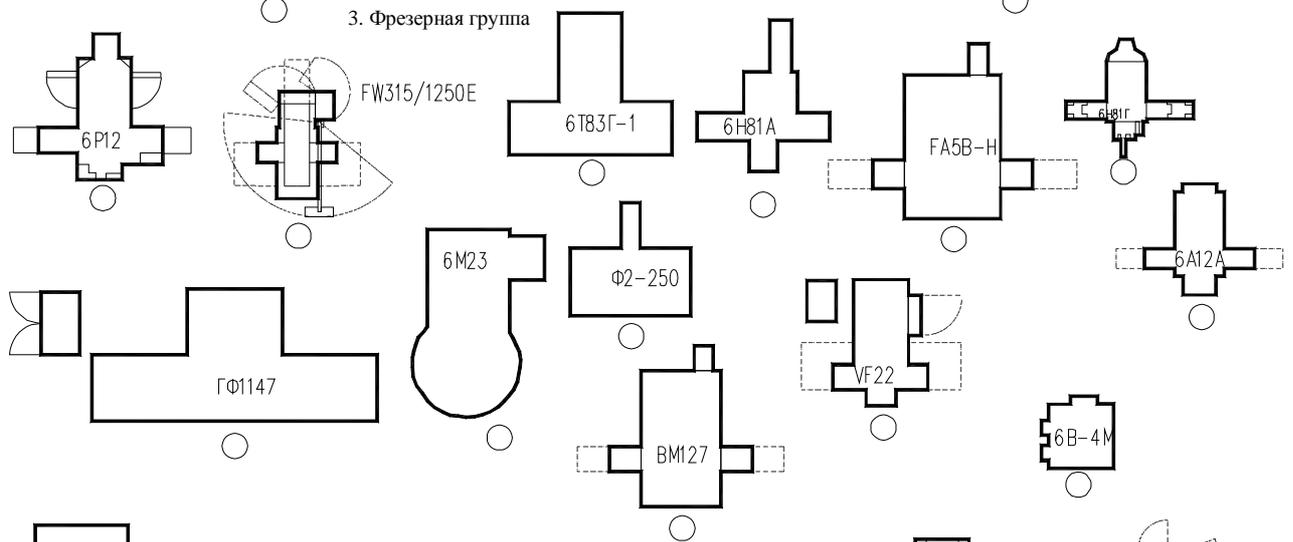
1.9. Токарно-карусельный



2. Сверлильно-расточная группа



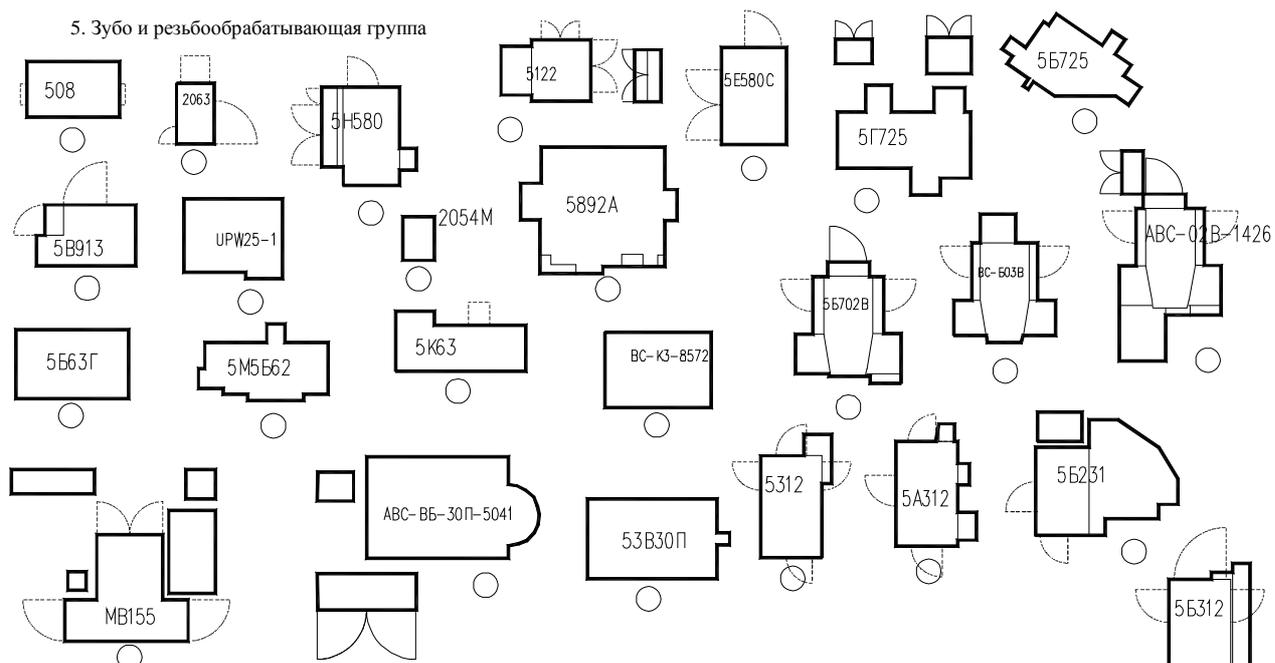
3. Фрезерная группа



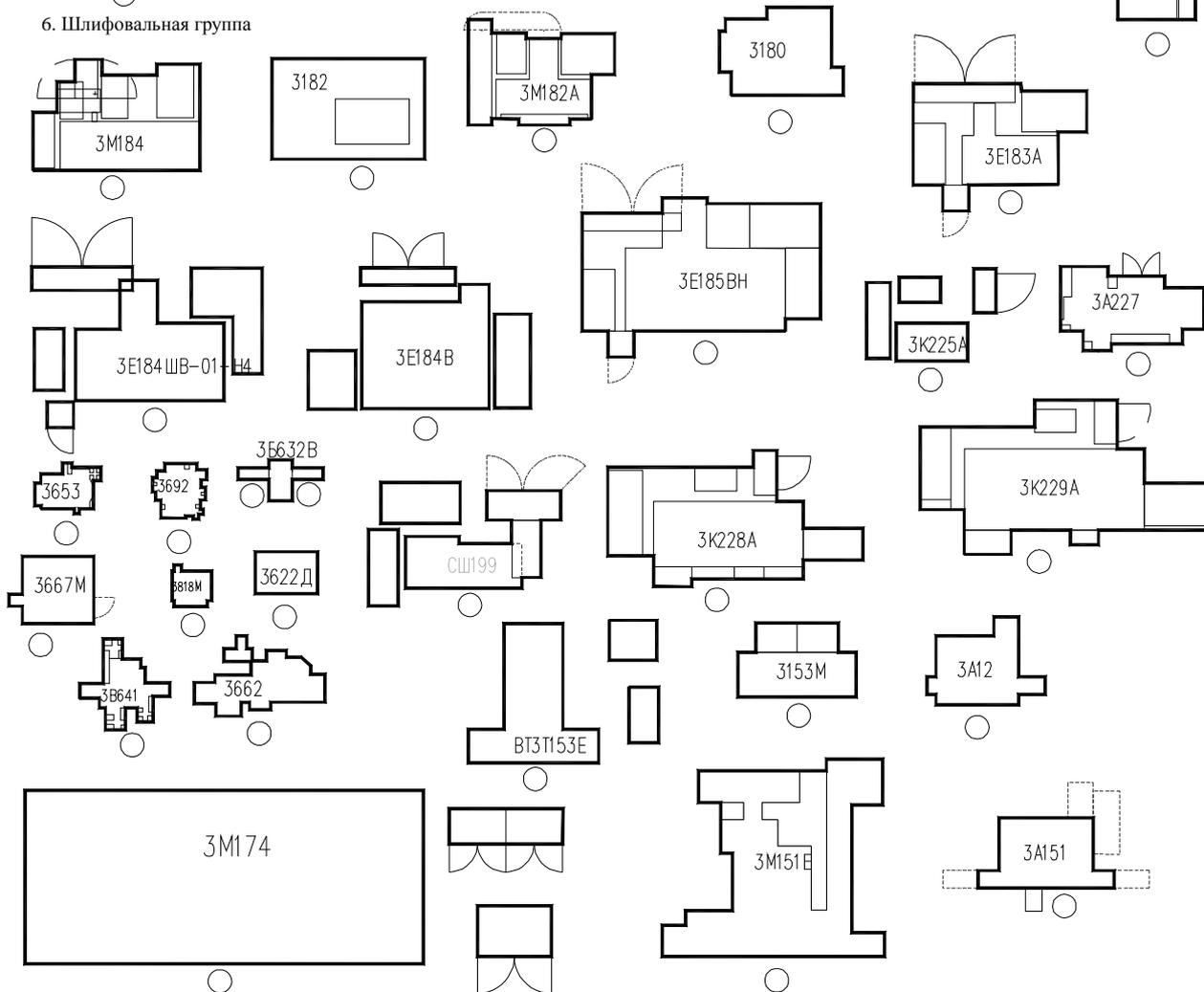
4. Строгальная, долбежная, протяжная группа



5. Зубо и резьбообрабатывающая группа



6. Шлифовальная группа



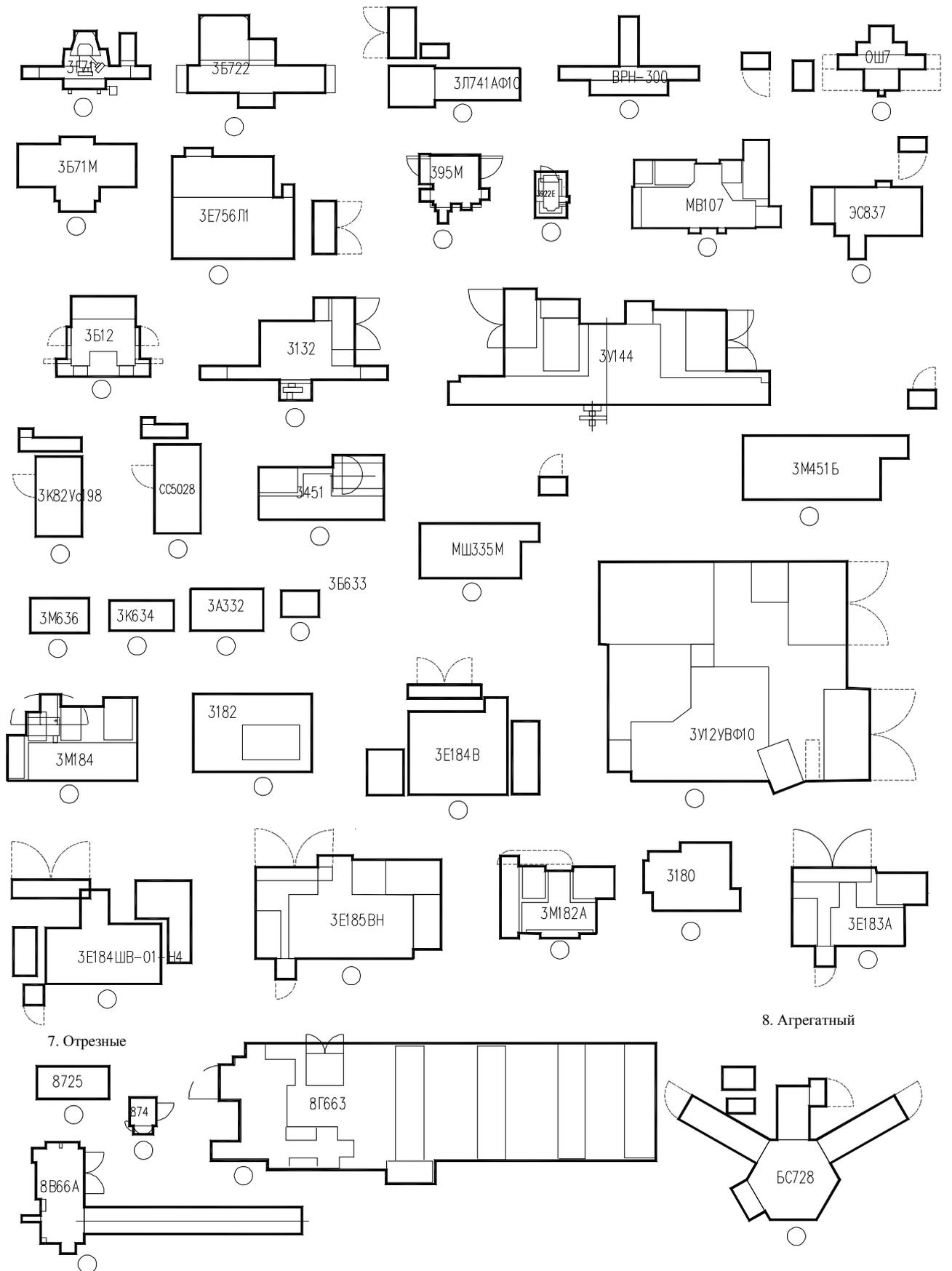


Таблица 4.1

Габариты и мощности некоторых станков

Модель	Габариты	Мощность
1	2	3
1. Токарная группа		
1.1. Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные		
1216-6	5385x1040x1520	7,5
1265М-8	6400x1800x2170	30
1А225-6	2100x12000x1800	14
1А240-6	6050x1600x1945	13
1А240П-6	6050x1600x1945	13
1Б265-6К	6265x1830x2170	30
1Б284	3285x2887x4015	22
КА-106	5770x1730x1945	15,36
1.2. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные		
1Е140	2160x1000x1665	5,5
1.3. Многорезцовые копировальные		
1Е713	4195x1815x2200	17
1Н713	2435x1250x1985	17
1708	2325x1258x1930	10
1713	2792x1423x2060	27,05
1А730	2420x1820x1375	14
1А734П	4400x2500x3020	29
1П756ДФ3	3200x3500x2600	22
1.4 Специализированные		
1Б811	2850x1500x1800	4,5
1.5 Токарно-винторезные		
16К20	2796x1190x1500	11
16К25	2795x1240x1500	10
16А20Ф3С39	3360x1700x1700	11
16Д20	2630x1270x1605	11
16К20Ф3С5	3360x1710x1750	10
1А616	2135x1225x1220	4
1К62Б	2812x1166x1324	12,1
1.6 Токарно-револьверные		
1.6.1 С вертикальной осью револьверной головки		
1В340Ф30	2840x1770x1670	6
1.6.2 С горизонтальной осью револьверной головки		
1Г340ПЦ	4715x1240x1680	6,2
1341	3000x1200x1600	4,5
1325Ф30	4355x1177x1700	6,2
1К341	4620x1200x1380	5,5
1Г340	2800x1240x1400	6,2
1.7 Токарно-револьверные п/автоматы		
1425	2550x1650x2200	7,5
1М425	2570x2500x2200	13
1.8 Токарно-канавочные		
ЕТ23М	1880x850x1550	2,2
1.9 Токарно-карусельные		
1541	3380x3275x4140	30
2. Сверлильно-расточная группа		
2.1 Вертикально-сверлильные		
2А125	980x825x2300	2,925
2А135	1280x810x2500	4,5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
2Б125	950x650x2460	3
2Г125	910x730x2105	2,32
2Г175	1420x1920x3385	15,48
2Г175М	1500x1800x3650	13,5
2М112	770x370x820	0,6
2Н112	1100x930x795	0,6
2Н118	870x590x2080	1,5
2Н118-1	788x730x1980	1,99
2Н125	1130x805x2390	2,32
2Н125Л	770x780x2235	1,5
2Н135	1245x815x2090	4,12
2Н150	890x1390x3090	7,62
2Р135Ф2-1	3500x2450x2700	3,7
2С135	1050x770x2660	4
МН18Н	730x650x1980	1,59
2.2 Радиально-сверлильные		
2К522	1480x940x1990	1,5
2Л53	2000x800x2390	2,885
2А554Ф1	3150x1030x3748	8,925
2.3 Центровальные и фрезерно-центровальные		
МР76М	3300x1575x2130	19,525
ПРД02М/800	4530x2200x1650	19,5
2Г942	4650x1810x2100	11
2.4 Расточные		
2.4.1 Горизонтально-расточные		
2М614	4330x2590x2500	6,7
2.4.2 Координатно-расточные		
2431	1780x1330x2430	2,6
2А430	1340x1500x2025	2
2В440	1995x1810x2350	4,625
2Е440А	2440x2195x2385	4,425
КР-450	1550x1450x2150	1,27
МР-4В	1900x2450x2200	11,5
2.4.3 Алмазно-расточные		
ОС1814	2620x2340x1500	6,125
БС690А	2915x1300x1550	8,2
ОСООР2В1653	1700x2000x3500	7,35
ОСООР2В122	4600x1000x3000	7,5
2706	1800x700x900	7,5
ОС1813	2915x1300x1550	8,2
2.5. Специальные сверлильные		
СС2580	2400x1900x3440	9,48
С2475	2000x1930x3400	5,48
3. Фрезерная группа		
3.1. Вертикально-фрезерные консольные		
6Р12	1950x2305x2020	10
3.2. Горизонтально-фрезерные		
FW315/1250Е	1990x1700x2600	5,5
6Т83Г-1	2570x2252x1770	14,3
6Н81А	2100x2400x1715	2,8
3.3. Горизонтально-фрезерные консольные		
6Н81Г	2060x1940x1600	6,325
FA55В-Н	2785x3920x26x80	15

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
3.4. Карусельно-фрезерные		
6М23	2975x2090x3300	14
3.5. Продольно-фрезерные одностоечные		
ГФ1147	4500x2100x1900	50
3.6 Разные		
6В-4М	1165x1140x2336	0,6
3.6. Вертикально-фрезерные		
ВМ127	2560x2260x2430	14,2
Ф2-2502	1900x1800x1800	5,7
VF22	2000x1500x2100	12,02
6А12А	1765x2315x1950	6,84
FSS315E	1800x1990x2700	8
65А80ПМФ4-11	3755x5650x4100	33,53
4. Строгальная, долбежная, протяжная группа		
4.1. Долбежные		
7А420	2300x1270x2175	3,8
7403	1460x2980x3010	14,12
4.2. Поперечно-строгальные		
7Д37	3700x1850x1980	11,1
4.3. Протяжные горизонтальные		
7В56	7200x2135x1910	33,15
5. Зубо и резьбообрабатывающая группа		
5.1. Гайконарезные		
508	1700x900x1980	6,1
2063	980x615x1410	3,15
5.2. Для обработки торцов зубьев колес		
5Н580	1785x1160x560	2,1
5.3. Зубодолбежные		
5122	2700x1100x1945	3
5.4. Зубозакругляющие		
5Е580С	1785x1160x1870	4,91
5.5. Зубоотделочные, поверочные и обкатные		
5Б725	2000x1550x1750	5
5Г725	2160x1750x1900	5,4
5.6. Зубошевинговальные		
ВС-Б03В	2260x1265x1930	3,2
5Б702В	1950x1600x2130	5,1
АВС-02В-1426	2600x1600x2120	4,97
5.7. Зубошлифовальные		
5892А	2750x1820x1990	3,45
5.8. Разные		
5В913	1600x1000x2200	6,5
5.9. Резьбонакатные станки		
UPW25-1	1600x1300x1000	9,85
5.10 Резьбонарезные		
2054М	675x770x1550	0,72
5.11 Резьбофрезерные		
5К63	2105x1125x1130	1,5
5М5Б62	2105x1125x1130	2
5Б63	1825x1125x1675	5,75
5.12 Резьбошлифовальные		
МВ155	2800x3490x1780	7,5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
5.13 зубофрезерные		
ABC-ВБ-30П-5141	3600x2500x2700	41
BC-K38572	1720x1230x2140	2,81
53B30П	2300x1300x1950	7,1
5312	2000x1150x2120	10,4
5A312	2000x1240x2250	7
5Б231	2300x1850x1715	10,3
5Б312	2000x1310x2200	10,8
5К301П	1268x812x1720	4,82
6. Шлифовальная группа		
6.1. Бесцентрошлифовальные		
3М184	2945x1885x2120	6,85
3Е185ВН	3840x2450x2120	37
3Е184ШВ-01-04	3850x3650x2100	45
3М182А	2560x1560x2140	5,5
3182	2590x1700x1820	5,35
3180	1550x1500x1530	3,25
3Е184В	3600x2420x1900	40,46
3Е183А	2490x2450x2120	16,23
6.2. Внутришлифовальные		
3А227	2500x1470x1650	2,8
3К228А	3535x1460x1870	5,6
3К229А	4165x1780x2000	5,6
СШ199	3700x2700x1500	11,66
3К225А	2295x1800x1750	3,7
6.3. Заточные		
3653	930x860x1430	1,72
3692	920x690x1765	1,05
3В641	1530x1210x410	0,6
3662	2160x1115x1620	1,8
3Б632В	1440x700x1320	1
3667М	1430x1150x1545	3,3
3818М	660x708x1270	0,4
3622Д	710x1060x1500	1,8
ЭС845	600x500x1100	1,5
6.4. Круглошлифовальные		
3М174	6750x2960x1880	23,18
3М151Е	4635x2450x2170	10
3А151	3100x2100x1500	9,745
ВТЗТ152Е	2990x2380x2000	11
3153М	2000x1260x1250	4,525
3А12	2000x1500x1400	3,4
6.5. Плоскошлифовальные с прямоугольным столом с горизонтальным шпинделем		
2Г71	1870x1550x1980	3,685
2Б722	3010x2020x2290	15,8
6.6. Плоскошлифовальные с круглым столом		
3Л741АФ10	2860x2200x2660	15,82
ВРН-300	3050x1720x2120	8,37
ОШ7	1550x2570x1960	3
3Б71М	2600x1550x1960	3
3Е756Л1	3650x2415x3000	68
6.7. Разные		
395М	1680x1622x2000	2,58

Окончание таблицы 4.1

1	2	3
3992E	870x900x2140	1,37
MB107	3158x2000x1455	0,6
ЭС837	2405x1580x1505	16,62
6.8. Универсально круглошлифовальные		
3Б12	2600x1755x1750	7
3132	4100x2200x1720	10
3У144	6920x2585x1985	14
6.9. Хонинговальные		
3К8Ус198	2350x1500x3440	12
СС5028	2420x1500x3440	15,48
6.10. Шлицешлифовальные		
3451	2600x1513x1900	6,27
МШ335М	2600x1200x1800	13,55
3М4516	3600x1400x1800	8
6.11. Шлифовальные с ЧПУ		
3У12УВФ10	2260x1680x1780	11
6.12. Точильно-шлифовальные		
3М636	1275x750x1350	7
3К634	1400x665x1230	5,3
3А332	1600x900x1550	1,7
3Б633	810x570x1230	2,1
7. Разрезная группа		
7.1. Отрезные ножовочные		
8725	1690x700x900	2,32
874	835x560x1630	1,1
7.2. Отрезные с дисковой пилой		
8В66А	2750x1600x1750	9,5
8Г663	4060x2330x1260	7,5
8. Агрегатные станки		
БС728	5150x2950x4095	26,9