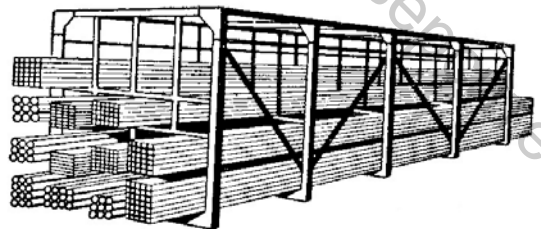
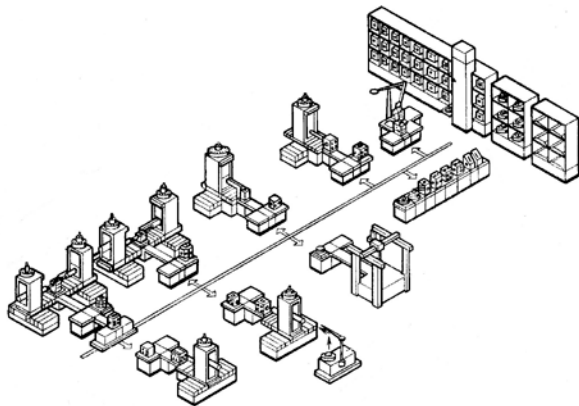
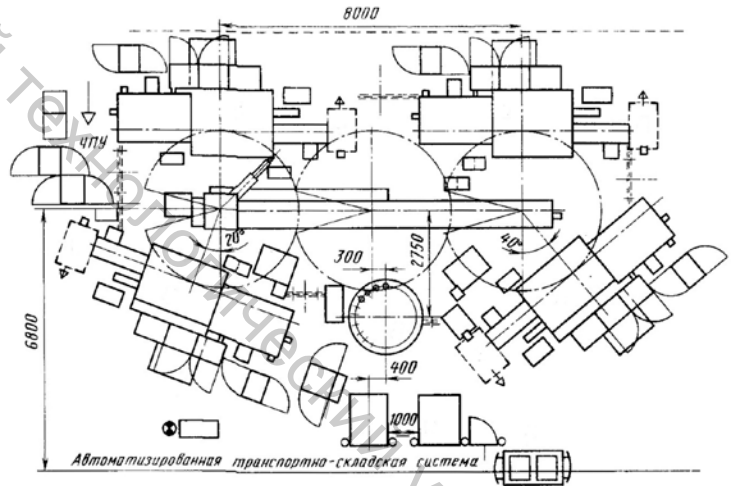
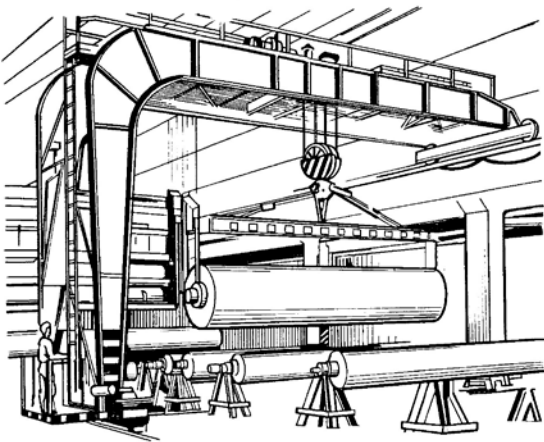


Н.В. БЕЛЯКОВ, ГОРОХОВ В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.В. БЕЛЯКОВ, В.А. ГОРОХОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Рекомендовано УМО ВУЗов Республики Беларусь по образованию в области автоматизации технологических процессов, производств и управления в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Витебск
2013

УДК 621(075.8)

ББК 34.42я73

Б 44

Рецензенты:

профессор кафедры технологии машиностроения Белорусского национального технического университета, доктор технических наук Спиридонов Н.В.;

заведующий кафедрой материаловедения и технологии материалов Белорусского государственного технологического университета, кандидат технических наук Куис Д.В.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 5 от «27» июня 2013 г.

Беляков, Н. В. Проектирование механосборочных участков и цехов / Н. В. Беляков, В. А. Горохов ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2013. – 246 с.

ISBN 978-985-481-325-7

Изложены основы проектирования машиностроительного завода. Описаны методики решения задач: определения принципа формирования участков; формы организации работы и способа расположения оборудования; определения необходимого количества оборудования механического цеха для выполнения годовой программы; определения состава и площадей вспомогательных отделений цеха; расчета количества грузоподъемного и транспортного оборудования; описания строительной подосновы производственного здания. Изложены общие положения и методика решения задач определения: количества потребной рабочей силы для выполнения годовой программы; состава и площадей административно-конторских и бытовых помещений. Приводится методика компоновки отделений в одном здании, а также планировки участков и рабочих мест станочников механосборочных участков и цехов. Описана САПР планировок. Пособие предназначено для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

ISBN 978-985-481-325-7

УДК 621(075.8)

ББК 34.42я73

© Н.В. Беляков,
В.А. Горохов, 2013
© УО «ВГТУ», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ПРОЕКТНОЕ ЗАДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. СТРУКТУРА И СОСТАВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ	7
1.1 Проектное задание.....	7
1.2 Структура и состав производственной системы.....	9
1.2.1 Понятие производственной системы.....	9
1.2.2 Производственное деление машиностроительного предприятия.....	11
1.3 Вопросы для самоконтроля.....	17
2 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА	17
2.1 Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий.....	17
2.2 Основные принципы разработки генерального плана.....	20
2.3 Зоны расположения подразделений и расстояния между зданиями.....	24
2.4 Расположение железнодорожных путей на территории предприятия.....	26
2.5 Инженерные коммуникационные сети. Техничко-экономические показатели генерального плана. Пример плана.....	29
2.6 Вопросы для самоконтроля.....	32
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА	33
3.1 Классификация грузов и транспортных систем.....	33
3.2 Выбор производственной тары.....	34
3.3 Классификация заводского транспорта по назначению перевозок. Грузовые потоки.....	36
3.4 Выбор железнодорожного, автомобильного и напольно-тележечного транспорта.....	38
3.5 Выбор кранового оборудования.....	40
3.5.1 Классификация.....	40
3.5.2 Конструктивные схемы, общее устройство и применение кранов.....	42
3.6 Выбор конвейеров и транспортеров.....	48
3.7 Выбор подъемно-транспортных средств автоматического действия.....	58
3.8 Выбор видов цехового транспорта и грузоподъемных устройств. Расчет их численности.....	63
3.9 Вопросы для самоконтроля.....	67
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ	67
4.1 Определение типа производства.....	67
4.2 Общие положения по формированию участков. Формы организации работы на механических участках.....	68
4.3 Формы организации сборочных работ.....	72
4.3.1 Общая характеристика методов сборки.....	72
4.3.2 Организация работ.....	73
4.4 Алгоритм определения принципа формирования производственных подразделений.....	78
4.5 Вопросы для самоконтроля.....	81

5 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО И СБОРОЧНОГО ЦЕХОВ.....	82
5.1 Расчет потребного количества оборудования механического цеха.....	82
5.1.1 Общие положения.....	82
5.1.2 Расчет количества станков и коэффициентов загрузки в непоточном производстве.....	82
5.1.3 Коэффициент загрузки.....	84
5.1.4 Расчет количества станков для поточного производства.....	85
5.1.5 Расчет по технико-экономическим показателям.....	86
5.2 Определение потребного количества оборудования при сборке.....	90
5.3 Вопросы для самоконтроля.....	95
6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ.....	96
6.1 Площади цехов.....	96
6.2 Классификация вспомогательных подразделений.....	97
6.3 Проектирование заготовительного отделения.....	98
6.4 Проектирование инструментальной службы цеха.....	98
6.4.1 Проектирование заточного отделения.....	98
6.4.2 Проектирование отделения ремонта инструмента и оснастки.....	100
6.4.3 Проектирование инструментально-раздаточной кладовой, кладовых приспособлений и абразивов.....	101
6.5 Проектирование контрольных отделений.....	102
6.6 Проектирование ремонтных баз производственных цехов.....	104
6.7 Проектирование участков для приготовления и раздачи СОЖ, хранения масел и других целей.....	104
6.8 Проектирование отделения и устройств для сбора и переработки стружки..	105
6.9 Проектирование цеховых складов.....	111
6.9.1 Проектирование цехового склада материалов и заготовок.....	111
6.9.2 Проектирование склада готовых деталей и узлов (промежуточного) и межоперационного склада деталей. Накопительные системы.....	118
6.10 Вопросы для самоконтроля.....	121
7 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ.....	122
7.1 Одноэтажные здания.....	122
7.1.1 Определение габаритной схемы.....	122
7.1.2 Определение основных конструктивных элементов зданий.....	131
7.1.3 Обоснование расположения колонн и стен. Оформление деформационных швов.....	140
7.2 Многоэтажные здания.....	142
7.3 Бесфонарные здания.....	144
7.4 Здания и помещения прецизионного производства.....	144
7.5 Производственные интерьеры.....	145
7.6 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Освещение.....	148
7.7 Вопросы для самоконтроля.....	150
8 РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И РАСЧЕТ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ.....	151
8.1 Определение рабочего состава и расчет его численности.....	151

8.2 Вопросы для самоконтроля.....	157
9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХОВ.....	157
9.1 Определение состава обслуживающих помещений.....	157
9.2 Обоснование размещения обслуживающих помещений.....	158
9.3 Расчет площади обслуживающих помещений.....	159
9.4 Вопросы для самоконтроля.....	166
10 КОМПОНОВКА ЦЕХОВ.....	166
10.1 Общие рекомендации по компоновке цехов.....	166
10.2 Вопросы для самоконтроля.....	173
11 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ И РАБОЧИХ МЕСТ.....	173
11.1. Планировка участков.....	173
11.2 Организация и планировка рабочих мест.....	190
11.3 Примеры планировок.....	192
11.4 Основные технико-экономические показатели цехов.....	200
11.5 САПР планировок.....	202
11.6 Вопросы для самоконтроля.....	204
12 ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ.....	205
12.1 Порядок расчетов.....	205
12.2 Вопросы для самоконтроля.....	212
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	213
Приложение 1. Вспомогательные подразделения. Строительная часть.....	214
Приложение 2. Расчет численности работающих.....	223
Приложение 3. Условные обозначения на компоновках и планировках.....	231
Приложение 4. Габаритные планы некоторых станков.....	236
Приложение 5. Нормы ширины проездов и расстояний между рядами сборочных рабочих мест.....	245

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительное предприятие является сложной организационной структурой, деятельность которой зависит от конструкций и разнообразия выпускаемой продукции, характера технологического процесса ее изготовления и объема производства.

При проектировании предприятия обычно разрабатывают и решают взаимосвязанные экономические, технические и организационные задачи.

К экономическим задачам обычно относятся: установление производственной программы предприятия с указанием номенклатуры изделий, их количества, веса, стоимости одного изделия и всего количества по программе; выяснение источников снабжения сырьем, материалами, полуфабрикатами, топливом, электроэнергией, водой, газом; определение и выбор наиболее выгодной географической точки расположения предприятия; определение необходимых размеров основных и оборотных средств, а также себестоимости продукции и эффективности затрат; решение вопросов финансирования предприятия и кооперирования производства; составление плана развертывания производства и т. п.

К техническим задачам относятся: проектирование технологического процесса обработки сырья и полуфабрикатов; подбор и расчет количества основного производственного и вспомогательного оборудования; определение необходимого фонда рабочего времени и потребной рабочей силы; определение потребного количества сырья, материалов и топлива, а также потребного количества и способа снабжения предприятия энергией всех видов (электричество, газ, пар, вода, сжатый воздух и пр.); разработка вопросов транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации; подсчет потребных площадей, планировка цехов, вспомогательных зданий и обслуживающих их путей на территории завода; разработка генерального плана; внутренняя планировка цехов – расположение оборудования и вспомогательных устройств и отделений; определение строительной подосновы.

К организационным задачам относятся: разработка структуры управления предприятием, его отделами и цехами; распределение функций и установление взаимной связи между отделами и отдельными должностными лицами административно-технического персонала; управление административной технической и финансово-хозяйственной частью; разработка вопросов по организации труда и рациональной организации рабочих мест; установление порядка прохождения заказа, документации, форм отчетности и контроля по цехам и всему заводу; мероприятия по подготовке кадров, обслуживанию рабочих и созданию благоприятных условий для работы.

1 ПРОЕКТНОЕ ЗАДАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. СТРУКТУРА И СОСТАВ ПРОИЗВОДСВЕННОЙ СИСТЕМЫ

1.1 Проектное задание

Проектирование промышленных предприятий выполняется в две стадии. Первая стадия – разработка проектного задания, вторая – разработка рабочих чертежей на основе утвержденного проектного задания [3,8].

В проектном задании промышленного предприятия, строительство (или реконструкция) которого намечается осуществлять по индивидуальному проекту (из-за отсутствия типового проекта), должно состоять из следующих частей: технико-экономическая часть; генеральный план и транспорт; технологическая часть; строительная часть; организация строительства; сметная документация.

Примерное содержание указанных частей проектного задания заключается в следующем:

Технико-экономическая часть: обоснование выбора места строительства, производственной мощности, программы и состава предприятия; данные об источниках и способах снабжения предприятия основными материальными ресурсами; характеристика сырьевой, топливной и энергетической базы предприятия; принятые решения по этим вопросам; обоснование решений по специализации и кооперированию основного и вспомогательного производства; данные о производительности труда, уровне механизации и автоматизации производства, энерговооруженности занятых в производстве рабочих; данные о жилищно-гражданском строительстве; анализ капитальных вложений и основных средств предприятия; данные об ожидаемой себестоимости изделий и основных технико-экономических показателях, анализ экономической эффективности строительства и ряд других вопросов.

Генеральный план и транспорт: (для строительства нового предприятия) ситуационный план района, краткая характеристика района и площадки строительства; совмещенный генеральный план предприятия с указанием на нем расположения проектируемых, существующих, реконструируемых и подлежащих сносу зданий и сооружений, транспортных путей и коммуникаций (электрических, теплофикационных, газопроводных, водопроводных, канализационных и др.), вертикальной привязки основных зданий и сооружений; сведения о грузообороте предприятия и организации транспортного хозяйства; основные технико-экономические показатели по генеральному плану.

Технологическая часть. По всему предприятию: номенклатура и характеристика выпускаемой продукции, программа выпуска; производственный состав предприятия, схема производства; характеристика и обоснование технических решений, новых технологических процессов, сравнение их с отечественными и зарубежными достижениями; данные о потребности в сырье, основных материалах, топливе, электроэнергии по всему предприятию и по основным цехам; решения по снабжению электроэнергией, теплом, газом, сжатым воздухом и другим видам энергии, по общезаводской связи и сигнализации; обоснование потребности в кадрах; перечень и паспорта примененных типовых проектов.

По основным производственным цехам: производственная программа, ре-

жим работы цехов, выбор и расчет потребного количества основного оборудования и транспортных устройств; обоснование и характеристика решений по новым технологическим процессам, видам оборудования, автоматизации и механизации; трудоемкость производственных процессов; данные об установленной и потребной мощности электроэнергии, схемы электроснабжения, выбор и определение потребного количества основного электрооборудования цехов; компоновка или планировка цеха и основных отделений с указанием (в необходимых случаях) расположения основного оборудования; потребность в сырье, полуфабрикатах, топливе, воде; грузооборот цеха и применение механизированного транспорта; состав и численность работающих в цехе по группам (категориям); технико-экономические показатели цеха.

Строительная часть: схематические планы и разрезы (в необходимых случаях и фасады) основных зданий и сооружений; краткая характеристика основных зданий и сооружений; описание решений по бытовому обслуживанию работающих на предприятии; определение расходов воды и сточных жидкостей; выбор источников водоснабжения, мест спуска и способов очистки сточных вод; схемы водоснабжения, канализации и их основных сооружений; выбор основного оборудования; определение количества потребного тепла и энергии для отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения, выбор систем и основного оборудования; данные по выбросам в атмосферу и мерам предохранения от загрязнения воздуха.

Организация строительства: содержание этой части устанавливается в соответствии с инструкциями о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства строительных и монтажных работ по промышленному и жилищно-гражданскому строительству.

Сметная документация: общая сумма затрат на строительство (реконструкцию) предприятия определяется сводным сметно-финансовым расчетом, который после утверждения его в составе проектного задания является основанием для финансирования строительства.

Рабочие чертежи выполняются на основе утвержденного проектного задания. Разработка рабочих чертежей предусматривает уточнение и детализацию принятых в проектом задании технических решений в той мере, в какой это необходимо для выполнения строительно-монтажных работ.

В состав рабочих чертежей для строительства промышленного предприятия входят: чертежи генерального плана; рабочие чертежи зданий и сооружений; чертежи нетиповых устройств; ведомости материалов, конструкций и полуфабрикатов, необходимых для строительства; сметы.

1.2 Структура и состав производственной системы

1.2.1 Понятие производственной системы

Производственная система, включающая комплекс производственных участков и вспомогательных подразделений, предназначена для изготовления продукции требуемого качества и заданной программы выпуска с наименьшими затратами.

Системный подход к решению задачи по проектированию цеха или участка, представляющих собой сложную динамическую систему из множества элементов, требует проведения ее разделения с целью выделения подсистем, однородных по технологическим и организационным признакам, а также учета взаимосвязей между ними для синтезирования выделенных элементов.

Концептуальная модель производственной системы отражает комплекс производственных подразделений с материальными, энергетическими и информационными связями, обеспечивающий функционирование производственного процесса, начиная с момента получения исходных полуфабрикатов и кончая выходом готовых изделий. На следующем иерархическом уровне каждая подсистема рассматривается отдельно как система, состоящая из нескольких составных частей, и имеет большую подробность описания. Разделение описаний проектируемых объектов на иерархические уровни по степени подробности отражения свойств объектов составляет сущность блочно-иерархического подхода к проектированию [8].

В *основной системе* выполняются технологические процессы по изменению качественных характеристик объекта производства. Например, заготовки, пройдя механическую обработку, приобретают требуемые форму, размеры, шероховатость, свойства поверхностного слоя материала, а в сборочном производстве из готовых деталей и комплектующих изделий производят сборку узлов и машин с требуемыми параметрами качества.

Своевременное обеспечение основного оборудования режущим инструментом и слесарно-сборочной оснасткой, а также контроль за правильной их эксплуатацией возлагается на *систему инструментального обеспечения*.

Вероятностный дискретный характер протекания производственного процесса изготовления изделий вынуждает создавать *складские системы*, где протекают технологические процессы хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых изделий. Выпуск продукции с требуемыми параметрами качества невозможен без использования *систем контроля качества изделий*. Даже современное автоматизированное машиностроительное производство в настоящее время нуждается в обслуживающем персонале, что приводит к необходимости создания специальных устройств и проведения определенных мероприятий, обеспечивающих безопасную работу и санитарные условия труда персонала, а также специальные виды его обслуживания. Эти функции возлагаются на *систему охраны труда персонала*. Перемещение полуфабрикатов в пространстве осуществляется *транспортной системой*, обеспечивающей своевременную их доставку к соответствующему производственному оборудованию. *Система технического обслуживания* создается для постоянного поддержания требуемого

состояния и условий работы производственного оборудования. Основная задача системы управления и подготовки производства заключается в осуществлении контроля за состоянием производственного процесса и воздействия на него в случае нарушений по сравнению с запланированным ходом производства, в разработке технологической и плановой документации, в обеспечении производства заготовками и комплектующими изделиями, проведении организационных мероприятий по подготовке производства и обеспечения его технологической оснасткой.

Схема функционирования производственной системы представлена на рисунке 1.1 [8]. В ней происходит преобразование входных материальных M , энергетических E и информационных I потоков с целью обеспечения требуемого качества Q выпускаемых изделий за предписанный промежуток времени. В результате выполнения операций C_i производственного процесса на выходе производственной системы будем иметь материальный M' и информационный I' потоки.

Особенностью рассматриваемой структурной модели производственной системы является то, что **она характерна для всех иерархических уровней производственной системы**, начиная с рабочей позиции и кончая уровнем завода. Таким образом, каждое рабочее место может быть представлено как мини-интегрированная производственная система.

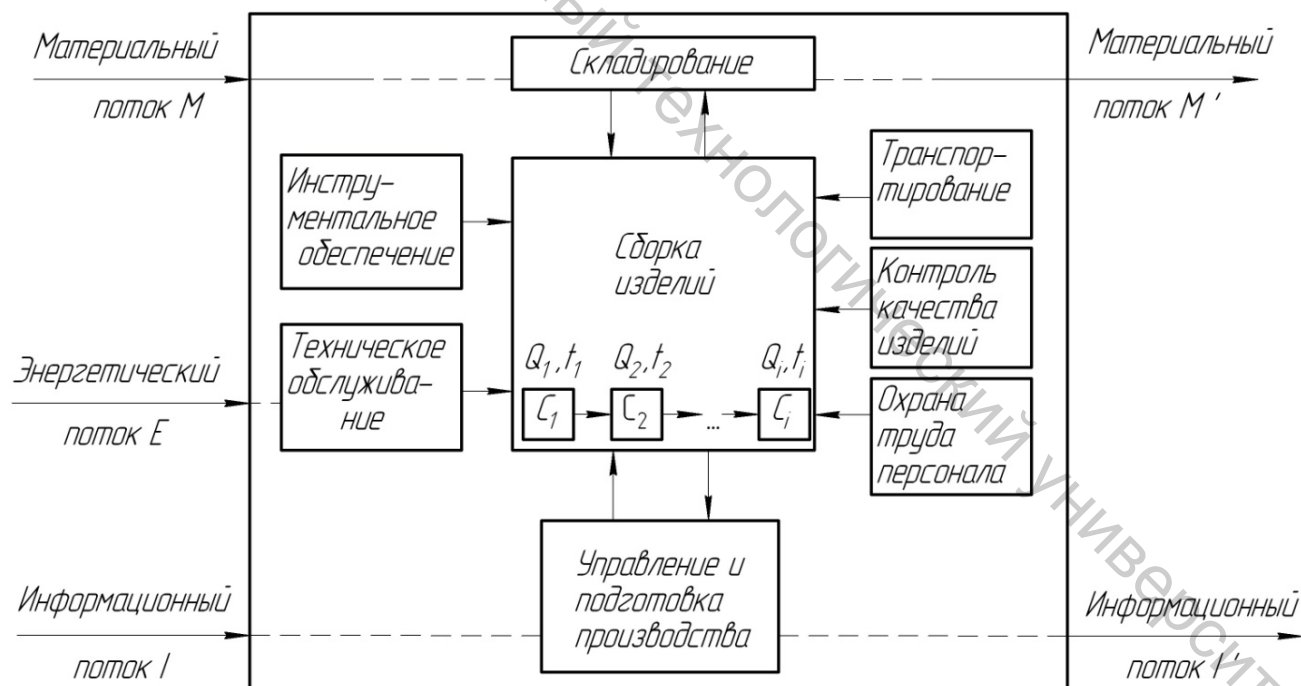


Рисунок 1.1 – Схема функционирования производственной системы

Системные уровни иерархии производственной системы можно представить в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Элементы структур функциональных подсистем на различных уровнях иерархии производственной системы

Функциональные подсистемы	Системные уровни иерархии			
	Рабочая позиция	Участок	Цех	Завод
Основная	Основное оборудование (ОО)	Комплекс основного оборудования	Комплекс производственных участков (ПУ)	Производственные цеха
Вспомогательные				
Инструментально-обеспечения	Средства инструментальной оснастки	Средства доставки и хранения инструмента на участке	Секция доставки инструмента, инструментально-раздаточная кладовая, секция сборки и настройки инструмента, отделение ремонта оснастки, отделение восстановления инструмента, секция разборки инструмента	Инструментальное хозяйство завода
Контроля качества изделий	Контрольно-измерительные средства на ОО	Контрольные пункты	Контрольные и испытательные отделения, контрольно-поверочные пункты	Отдел технического контроля
Складская	Накопители	Межоперационный склад на участке, система накопителей	Цеховой склад, приемно-сдаточные секции, отделение мойки и сушки, отделение по подготовке транспортных партий	Заводские склады
Охраны труда персонала	Средства охраны труда на ОО	Средства охраны труда на ПУ	Средства охраны труда в цехе	Средства охраны труда на заводе
Транспортная	Устройства ориентации, загрузки и разгрузки ОО	Межоперационный транспорт	Внутрицеховой транспорт	Межцеховой и внешний транспорт
Технического обслуживания	Средства технического обслуживания на ОО	Средства технического обслуживания на ПУ	Секция энергообеспечения, участок приготовления и раздачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и масел, отделение по удалению и переработке стружки, отделение очистки и регенерации СОЖ, вентиляционная секция, кладовая вспомогательных материалов	Вспомогательные цеха, энергетические устройства и др.
Управления и подготовки производства	Средства управления ОО	Средства управления ПУ	Отделения по управлению и подготовке производства	Заводуправление, конструкторское бюро, техотдел и т. д.

1.2.2 Производственное деление машиностроительного предприятия

В состав машиностроительного предприятия в самом общем случае можно включить основные типовые цехи и устройства, необходимые для выполнения полного производственного цикла изготовления различной машиностроительной продукции. Этот состав можно условно разделить на следующие группы: заготовительные цехи; обрабатывающие и сборочные цехи; вспомогательные цехи; складские, энергетические, транспортные, санитарно-технические, обще-

заводские устройства [3].

К заготовительным цехам относятся:

1. *Чугунолитейный цех*, имеющий отделения: землеприготовительное (для приготовления формовочной земли), стержневое, формовочное, сушила, ваграночное, заливочное, термическое; помещения – для воздухоудвнного устройства, для обрубки и очистки отливок; склады – для отливок металла, лома, формовочных материалов и топлива. В состав цеха входят также цеховая контора и бытовые помещения (гардеробная, умывальная, душевая, уборная и проч.), которые устраиваются и при всех других нижеописанных цехах.

На скрапном или на шихтовом дворе литейных цехов предусматривается установка копра для разбивания лома металла. Чугунолитейные цехи разделяются на цехи для отливок из серого чугуна и для отливок из ковкого чугуна.

2. *Сталелитейный цех* (для фасонного литья), имеющий отделения: формовочное, заливочное, стержневое, землеприготовительное, сушила, электропечи или конверторы и вагранки, отжигательные печи, отделение обрубки и очистки отливок, склады отливок и опок. На небольших средних заводах сталелитейный цех часто располагается в одном здании с чугунолитейным. Склады металла, формовочных материалов и топлива обычно являются общими для всех литейных цехов.

Сталелитейный цех проектируется в составе машиностроительного завода только в том случае, если потребность в стальном литье, вызываемая характером машиностроения, оправдывает его целесообразность. Большой же частью стальное фасонное литье средние машиностроительные заводы получают от других крупных заводов, располагающих большими сталелитейными цехами.

3. *Литейный цех цветных металлов* имеет формовочное, стержневое, обрубное и плавильное отделения, склады опоки и отливки. Если выпуск цветного литья небольшой, то литейный цех цветных металлов располагается в одном здании с чугунолитейным и является его отделением, вследствие чего получается значительная экономия во вспомогательных и обслуживающих площадях.

4. *Кузнечный, кузнечно-прессовой и кузнечно-штамповочный цехи* (выбор одной из этих организационных форм зависит от характера продукции) имеют собственно кузницу (и прессовое отделение), где установлено кузнечное и прессовое оборудование (молоты, прессы, ковочные машины, печи и пр.) и производятся кузнечные работы, а также термическое, травильное и заготовительное (для разрезки металла) отделения, склады металла и готовые поковки. На автомобильных заводах прессовые цехи очень крупные и обычно устраиваются отдельно от кузнечных.

5. *Заготовительный цех* – для изготовления заготовок из сортового материала; его назначение – выполнение предварительных операций по разрезке, правке, центровке и обдирке сортового материала для всех механических цехов завода. Если механический цех, потребляющий такие заготовки, один, то в составе механического цеха устраивается заготовительное отделение. Оно располагается в этом случае при складе материалов и заготовок механического цеха.

Обрабатывающие цехи:

1. *Механический цех*, в который входят станочное отделение, склад мате-

риалов и заготовок (при котором иногда имеется заготовительное отделение), контрольное отделение, промежуточный склад, инструментально-раздаточный склад, отделение для заточки инструмента, отделение для эмульсионной установки (в крупных цехах), отделение по утилизации масла и стружки и другие вспомогательные отделения.

2. *Сборочный цех* с отделениями для слесарной обработки деталей (в единичном и мелкосерийном производстве), для узловой и общей сборки и регулирования машин. Верстаки для слесарной обработки и узловой сборки часто располагаются там же, где производится общая сборка машин.

3. *Цех металлических конструкций и котельный цех* для изготовления различных металлических конструкций и котельных изделий: котлов, баков, резервуаров, кожухов, корыт и т. п. Эти цехи в составе машиностроительных заводов устраиваются в том случае, когда они требуются по характеру выпускаемой продукции, например при изготовлении мостовых кранов, химического и холодильного оборудования, пищевой аппаратуры и машин, прачечного оборудования, машин для приготовления консервов и переработки плодоовощной массы и т. д.; эти цехи могут быть отдельными или объединенными в один общий цех (корпус).

В состав этих цехов входят сборочное отделение с оборудованием (клепальными дугами, сверлильными станками и т. п.), сварочное отделение, заготовительное для разрезки металла, правки листов, пробивки отверстий, обрезки кромок и т. д., склад металла. Сборочно-сварочный цех иногда в зависимости от объема сварочных работ проектируется самостоятельным.

4. *Термический цех* – для термической обработки деталей машин, со складами.

5. *Цех холодной штамповки* – для изготовления деталей из листового материала, со складами.

6. *Окрасочный цех* – для окраски деталей и готовых изделий, с сушильными камерами; этот цех часто устраивается в одном здании со смежным с ним сборочным цехом. В массовом производстве самостоятельные окрасочные цехи часто не устраивают; окрасочное оборудование располагается в отделениях или на участках сборочного цеха или же включается в технологический поток сборочного цеха.

7. *Цех металлопокрытий* – для покрытия деталей металлами с декоративной целью и для предохранения деталей от коррозии, а также для защиты от науглероживания отдельных поверхностей при цементации и для других подобных целей.

8. *Деревообрабатывающий цех* с отделениями для станочной обработки и для верстачной работы; этот цех служит для изготовления деталей из дерева и иногда для изготовления тары (если нет отдельного тарного цеха).

Деревообделочный цех устраивается иногда совместно с модельным цехом (в зависимости от размеров этих цехов). При совместном устройстве этих цехов станочное отделение делается общим, чем достигается лучшее использование станочного оборудования.

9. *Тарный цех* – для изготовления тары, служащей для упаковки выпускае-

мой продукции при достаточном объеме выпускаемой продукции.

10. *Сушила* для древесины; их целесообразно устраивать общими для деревообрабатывающего и модельного цехов.

Вспомогательные цехи:

1. *Инструментальный цех* с термическим отделением; для небольших заводов термическое отделение инструментального цеха иногда объединяется с термическим цехом завода.

В состав инструментального цеха входят отделения для изготовления режущего и измерительного инструмента, приспособлений, штампов, металлических моделей, кокилей, подмодельных плит, прессформ. В крупных заводах некоторые из этих отделений являются иногда самостоятельными цехами.

2. *Модельный цех* (с отделениями для станочной обработки и для верстачной работы); этот цех служит для изготовления деревянных моделей.

3. *Ремонтно-механический цех* – для ремонта оборудования всех цехов завода, со станочным отделением, отделением для слесарных работ, разборки и сборки машин и др.

4. *Электроремонтный цех* – для ремонта электрооборудования; на средних и небольших заводах вместо этого цеха устраивается электротехническое отделение при ремонтно-механическом цехе.

5. *Ремонтно-строительный цех* – для ремонта зданий и санитарно-технических устройств; на небольших и средних заводах самостоятельный ремонтно-строительный цех часто не устраивают; в этом случае ремонт санитарно-технических устройств производят в ремонтно-механическом цехе, а ремонт зданий выполняет хозяйственная часть завода, имеющая для этой цели бригады строительных рабочих.

6. *Испытательный отдел*, или станция для испытания готовых машин, выпускаемых заводом; иногда он является отделением сборочного цеха.

7. *Экспериментальный цех* – для проведения экспериментальных работ по созданию опытных конструкций машин и их отдельных узлов, модернизации объектов производства. Экспериментальные работы в области технологии производятся в технологической лаборатории завода, в бюро наладки и т. д.

Складские устройства:

1. Склад металла.

2. Склад полуфабрикатов, изделий смежных производств, принадлежностей и различных материалов, иногда называемый главным магазином.

3. Центральный инструментальный склад (ЦИС) для хранения инструментов и выдачи его для пополнения цеховых инструментальных складов.

4. Склад шихтовых и формовочных материалов.

5. Склад готовых изделий с упаковочной и экспедицией; при производстве крупных изделий такой склад не создается, упаковочная и экспедиция в этом случае устраиваются при сборочном цехе.

6. Склад топлива.

7. Склад горючих, смазочных и химических материалов.

8. Склад древесины (круглого леса и пиломатериалов).

9. Склад моделей; этот склад устраивается в отапливаемом здании, в кото-

ром поддерживается температура 10–15°.

Энергетические устройства:

1. Электростанция, теплоэлектроцентраль – для крупных заводов, отопительная станция (котельная). В случае получения электрической энергии от районной станции или другого предприятия вместо силовой станции устраиваются понизительная подстанция и трансформаторные киоски при цехах.

2. Компрессорные установки – для получения сжатого воздуха, потребителями которого являются почти все цехи: в механических и сборочных цехах сжатый воздух используется для пневматического зажимного инструмента, испытания обрабатываемых или собираемых деталей, удаления стружки в процессе обработки, для пневматических подъемников; в литейных цехах – для работы литейных машин, дробеструйных аппаратов, для пневматических зубил и обдувки форм; в кузнечных цехах – для пневматических молотов и удаления окалины; в окрасочных цехах – для окраски распиливанием и т. д.

3. Газогенераторная установка – для получения из различных видов топлива газа, необходимого для отопления производственных печей (кузнечных, термических и др.). В качестве топлива, генерируемого в газ, могут применяться каменный уголь (преимущественно малой теплотворной способности), торф, дрова, древесные отходы в зависимости от наличия их в данной местности. Применение газа для производственных печей весьма рационально благодаря техническим и экономическим его преимуществам.

4. Электросеть, паропроводы, газопроводы, воздухопроводы, нефтепроводы.

Транспортные устройства:

1. Рельсовая сеть, путевые устройства, подвижной состав, депо для тепловозов, мотовозов, электровозов.

2. Гаражи для моторных тележек и для электрических аккумуляторных тележек с зарядными станциями.

3. Гараж для автомобильного транспорта.

4. Подвесные пути, подъемно-транспортные устройства на открытых дворах, железнодорожные и крановые эстакады, благоустроенные дороги для безрельсового транспорта.

Санитарно-технические устройства:

Отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, сооружения для них, насосные и очистные станции, водохранилища, водонапорные башни.

Общезаводские устройства:

1. Центральная лаборатория с отделениями для механического испытания, химического анализа, металлографического и рентгеновского исследований, отделениями пирометрическим и коррозионным. Филиалы лаборатории устраиваются при литейных, термических и других цехах.

2. Технологическая лаборатория для исследования в области резания металлов и других видов обработки.

3. Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) с измерительными пунктами в цехах.

4. Главная контора (заводоуправление), где размещаются дирекция, техни-

ческая, административно-финансовая, снабженческая и хозяйственная части.

5. Проходная контора с отделениями для табельной, бюро выдачи пропусков, отдела найма рабочей силы (он может быть и при главной конторе, а также отдельно), для охраны и т. п.

6. Пожарное депо с помещениями для пожарного персонала.

7. Заводские учебные учреждения (школа, курсы, техникум, филиал ВУЗа).

8. Медицинский пункт, амбулатория, поликлиника.

9. Здание общественных организаций (помещения для общественных организаций и главная контора могут находиться в одном здании).

10. Столовая. Помещения для общественных организаций и столовая не должны иметь непосредственных выходов на территорию завода; проход в эти помещения с заводской территории должен быть предусмотрен через проходную контору. Столовая должна иметь отдельный от заводского двор.

11. Связь – телефонная станция, радиоузел, телевизионные установки и т. д.

12. Сторожевые пункты.

Цехи и устройства современного машиностроительного предприятия в зависимости от их назначения и характера можно подразделить на несколько групп. Состав цехов и устройства предприятия зависит также от специализации производства и кооперации предприятия с другими предприятиями и смежными производствами. Состав специализированных заводов определяют особенности производства этих изделий и требования, предъявляемые к ним. Если предприятие в порядке кооперации будет получать отливки со стороны, то в составе его не должно быть литейных цехов. Если предприятие не будет изготавливать у себя крупные поковки, то в этом случае кузнечный цех проектируется только для производства мелких поковок для основной продукции и для ремонтных целей. Состав энергетических и санитарно-технических сооружений предприятия может изменяться в зависимости от возможности кооперирования с другими предприятиями в части снабжения электроэнергией, газом, паром, сжатым воздухом, устройства транспорта, водопровода, канализации и т. д.

Во многих случаях машиностроительные предприятия не будут иметь в своем составе литейных, кузнечных, кузнечно-штамповочных цехов и др., а заготовки, метизы и тому подобные изделия будут поставляться со специализированных заводов. Многие заводы массового производства в порядке кооперирования со специализированными заводами снабжаются готовыми узлами и агрегатами (механизмами) для выпускаемых машин.

В зависимости от состава завода и этапов производственного цикла машиностроительные заводы можно разделить на три группы.

К первой группе можно отнести предприятия с полным производственным циклом, включающим все этапы изготовления машины. Они имеют все основные цехи – заготовительные, обрабатывающие, сборочные.

Ко второй группе можно отнести предприятия, выпускающие только заготовки для изготовления деталей машин, то есть отливки, поковки, штамповки, которыми они снабжают другие машиностроительные заводы. Основными цехами этих заводов являются крупные литейные или кузнечные цехи. На этих

заводах иногда производится предварительная, частичная механическая обработка заготовок (обдирка), предусматривающая снятие поверхностного слоя в целях обнаружения дефектов, а также во избежание транспортирования излишнего металла – отходов.

К третьей группе можно отнести предприятия, производящие механическую обработку заготовок, полученных с других предприятий, и сборку машин, а также заводы, производящие только сборку машин из деталей, узлов и агрегатов, полученных с других заводов. В первом случае в составе завода имеются основные обрабатывающие и сборочные цехи, во втором – только сборочные.

1.3 Вопросы для самоконтроля

1. Какие Вы знаете стадии проектирования промышленных предприятий?
2. Какие вопросы отражаются в проектном задании промышленного предприятия?
3. Дайте определение понятию «производственная система».
4. Опишите концептуальную модель производственной системы.
5. Для чего служит система управления и подготовки производства?
6. Изобразите схему функционирования производственной системы.
7. Какие Вы знаете системные уровни иерархии производственной системы.
8. Какие основные типовые цехи и устройства в общем случае входят в состав машиностроительного предприятия?
9. Какие цехи относятся к заготовительным?
10. Для чего служит заготовительный цех машиностроительного завода?
11. Какие цехи относятся к вспомогательным?
12. Для чего используются инструментальный, модельный, ремонтно-механический, электроремонтный цеха?
13. Перечислите складские устройства машиностроительных заводов.
14. Что относится к транспортным устройствам машиностроительных заводов?
15. Перечислите общезаводские устройства машиностроительных заводов.
16. Классифицируйте машиностроительные заводы в зависимости от состава и этапов производственного цикла.

2 ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

2.1 Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий

Схема производства – схема, устанавливающая последовательный ход технологического процесса изготовления продукции. Схема производства определяет схему движения материалов, полуфабрикатов и изделий в процессе производства (рисунок 2.1).

Существует несколько вариантов движения материалов, полуфабрикатов и изделий, применяемых в зависимости от характера и размера производства и формы участка. Ниже приведены наиболее часто встречающиеся из них [3, 9].

Прямолинейное движение, при котором здания расположены последова-

тельно одно за другим в один, два или более рядов, параллельно железнодорожным путям. Оно применяется для крупных заводов с большим грузооборотом, когда участок имеет форму длинного (вытянутого) прямоугольника (рисунок 2.2 а).

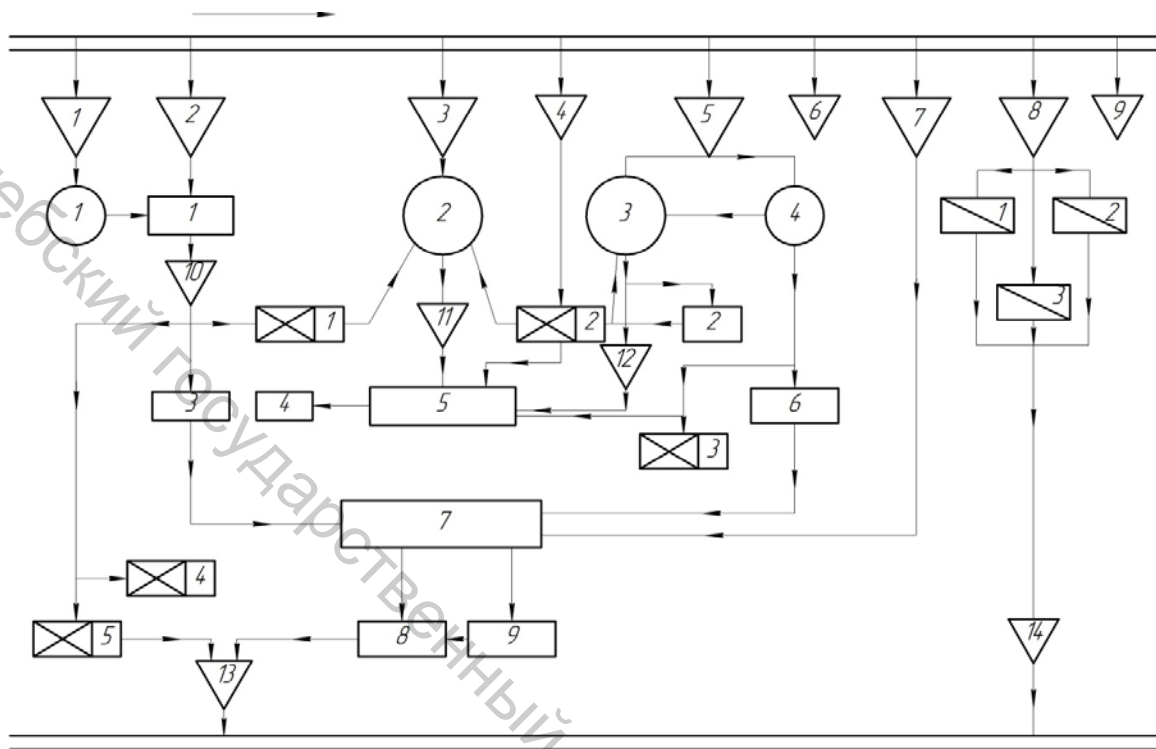


Рисунок 2.1 – Технологическая схема машиностроительного завода:

▽ – склады: 1 – круглых лесоматериалов; 2 – пиломатериалов; 3 – шихтовых и формовочных материалов; 4 – инструментальной стали; 5 – металлов; 6 – химических материалов; 7 – полуфабрикатов и других материалов; 8 – топлива; 9 – горючих материалов; 10 – сухих пиломатериалов; 11 – отливки; 12 – поковок; 13 – готовой продукции с экспедицией; 14 – отвал; — заготовительные цехи: 1 – лесопильные; 2 – литейные; 3 – кузнечные; 4 – железозаготовительные; — обрабатывающие и сборочные цехи: 1 – лесосушильный; 2 – первый термический; 3 – деревообрабатывающий; 4 – второй термический; 5 – механический; 6 – котельно-сварочный, холодной штамповки; 7 – сборочный; 8 – окрасочный; — вспомогательные цехи: 1 – модельный; 2 – инструментальный; 3 – ремонтно-механический; 4 – ремонтно-строительный; 5 – тарный; — энергетические устройства: 1 – ТЭЦ; 2 – газогенераторная станция; 3 – центральная котельная

Движение под прямым углом, обусловленное формой участка (в виде прямого угла); соответственно этой форме и располагаются здания (рисунок 2.2 б).

Кольцевое движение, соответствующее такому же расположению зданий. Оно применяется при ограниченном размере участка в длину и при его форме, близкой к квадрату; здания размещаются соответственно контуру участка по его периферии, что дает возможность получить необходимую длину для произ-

водственного потока (рисунок 2.2 в).

Движение в виде простой вилки, являющееся незамкнутым кольцевым, когда здания расположены в виде буквы П. Поступающий материал в процессе обработки может иметь направление движения в трех вариантах (рисунок 2.2 г): по схеме а он поступает в обработку и выходит в виде готовой продукции с одной и той же стороны. При этом обрабатываемый материал два раза изменяет направление под прямым углом. По схеме б материал поступает с одной стороны двумя параллельными потоками и выходит с другой одним потоком готовой продукции. По схеме в материал поступает с одной стороны одним общим потоком и затем в процессе обработки идет двумя параллельными потоками; готовая продукция выходит с другой стороны также двумя потоками.

Цехи могут размещаться или в отдельных зданиях, расположенных, как изображено на схемах (рисунок 2.2 г), или в одном общем здании, имеющем форму буквы П. Однако следует отметить, что одноэтажные производственные здания сложного периметра не рекомендуется применять вследствие большой их стоимости. Рекомендуется применять здания простой прямоугольной формы.

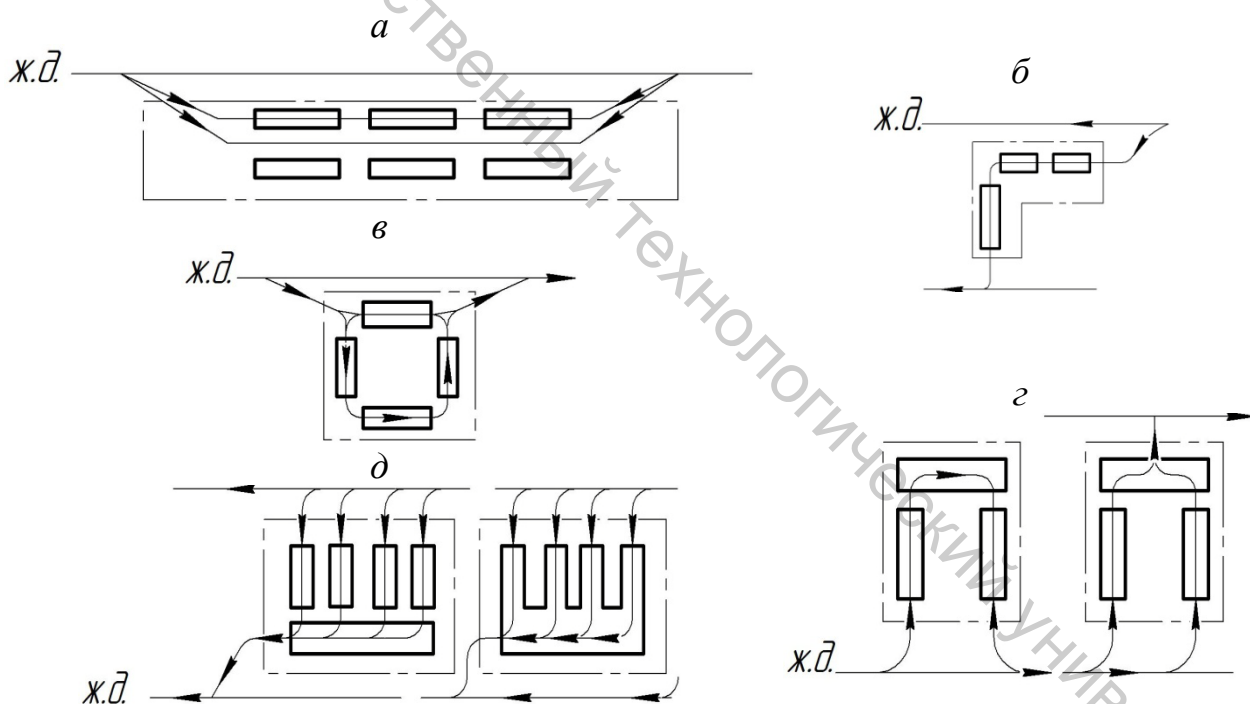


Рисунок 2.2 – Схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий:
а – прямолинейного; б – под прямым углом; в – кольцевого; г – по форме простой вилки; д – по форме сложной вилки

Движение в виде сложной вилки (рисунок 2.2 д), при котором потоки изделий из обрабатывающих цехов, расположенных параллельно, поступают в общий поток в сборочном цехе, расположенном перпендикулярно к первым; при этом заготовительные цехи располагаются перед обрабатывающими по тому же направлению. В этом случае сборочный и обрабатывающие цехи могут размещаться в отдельных зданиях, расположенных, как указано на схеме или чаще

всего в одном общем здании; в последнем случае наружное очертание здания имеет форму вилки или буквы Ш, гребня (такие здания дороги и применяются редко).

При этом виде движения здание может иметь также форму прямоугольника, в котором обрабатывающие цехи, разделенные только рядами колонн, расположены параллельно, и перпендикулярно к ним, в этом же здании – сборочный цех. По этой наиболее распространенной и удобной схеме строят современные механосборочные цехи, так как в этом случае достигается наиболее рациональное движение материалов и полуфабрикатов в процессе их обработки.

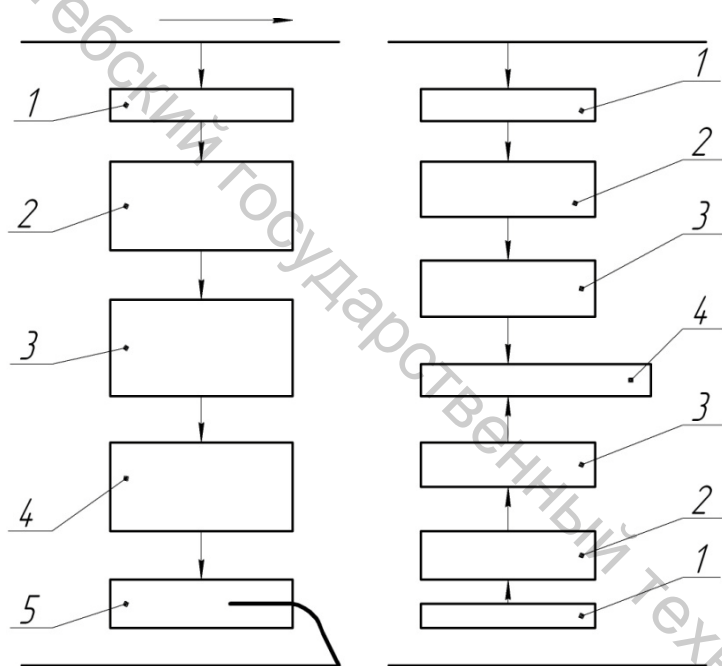


Рисунок 2.3 – Поперечная схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий:

1 – склады сырья, 2 – заготовительные цехи; 3 – обрабатывающие цехи; 4 – сборочные цехи; 5 – склад готовой продукции

оси здания и основным железнодорожным путям.

При комбинированном виде происходит движение материалов, полуфабрикатов и изделий в продольном и поперечном направлениях.

2.2 Основные принципы разработки генерального плана

Инженер-технолог при разработке проектов участков и цехов должен иметь общее представление о генеральном плане предприятия. Технологические решения должны приниматься исходя из концепции генерального планирования.

Под *генеральным планом* понимается план расположения на участке всех зданий предприятия, сооружений и устройств (складских, транспортных, энергетических, инженерно- и санитарно-технических), зеленых насаждений и ограждений с изображением рельефа участка горизонталями и указанием верти-

Описанные виды движения применяются для участков, имеющих примерно или прямоугольную, или квадратную форму. В первом случае движение материалов, полуфабрикатов и изделий идет параллельно основным заводским железнодорожным путям; во втором случае часть зданий (или все) своей длинной осью располагаются перпендикулярно к питающему железнодорожному пути, и поступательное движение материалов идет по ломаной линии.

При коротких участках большой глубины движение материалов, полуфабрикатов и изделий может происходить в поперечном виде (рисунок 2.3), при котором материалы направляются перпендикулярно к длинной

кальных отметок изображенных объектов.

Генеральный план разрабатывается в стадии проектного задания и в стадии рабочих чертежей. В стадии проектного задания составляется совмещенный генеральный план предприятия, на котором указывается расположение проектируемых, существующих, реконструируемых и подлежащих сносу зданий и сооружений, наносятся все транспортные пути и коммуникации, а также отмечается вертикальная привязка основных зданий и сооружений. В стадии выполнения рабочих чертежей генеральный план, разработанный в проектном задании, уточняется и детализируется в той мере, в какой это необходимо для выполнения строительно-монтажных работ. Основные положения по разработке генерального плана отражены в СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий».

Определение площадей для цехов и зданий можно произвести: 1) по технико-экономическим показателям аналогичных производств; 2) на основании плана расположения требующегося оборудования, количество которого и последовательность расположения определены по технологическому процессу, а также на основании расчета и планировки вспомогательных отделений.

Для учебных целей площадь механосборочного цеха определяется на основе компоновки и планировки, а площади прочих цехов и устройств заданы в процентном отношении к площади механосборочного цеха.

При расположении зданий на плане участка прежде всего *выбирается схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий*, обусловленная последовательным ходом технологического процесса, формой и размерами участка и направлением железнодорожной линии, проходящей поблизости от участка (см. раздел 3.1). Генеральный план должен удовлетворять сочетанию общих и частных требований, вытекающих из условий производственного характера, специфики отдельных участков. Наиболее удачное согласование этих требований определяет рациональное расположение производственных и вспомогательных зданий, сооружений и устройств. Эти требования обусловлены характером производства, технологического процесса, местных условий и стремлением получить наилучший экономический эффект.

При проектировании рекомендуется разрабатывать несколько вариантов генеральных планов. В результате сопоставления вариантов выбирают наиболее рациональный и эффективный план в техническом и экономическом отношении.

Положения по разработке генерального плана машиностроительного предприятия сводятся к следующему:

1. Планировку и застройку территории предприятия, предусмотренные генеральным планом, необходимо увязывать с проектами планировки прилегающих жилых районов населенных пунктов и соседних предприятий, а также ближайшими магистралями, железнодорожными, автомобильными, шоссейными и водными путями.

2. Генеральный план предприятия должен разрабатываться на основе наиболее рациональной организации производственного процесса и применения прогрессивных видов транспорта исходя из лучшего использования площади

территории.

3. Здания производственных цехов и складов должны располагаться в соответствии с последовательным ходом производственного процесса, что дает возможность получить постоянное общее направление грузов.

4. Необходимо обеспечить наименьший путь движения материалов, полуфабрикатов и изделий по территории завода для достижения наименьших расходов на внутризаводской транспорт.

5. Необходимо предусмотреть блокирование производственных и вспомогательных цехов, складов, административно-конторских и бытовых помещений в одном или нескольких крупных зданиях.

Основные склады сгораемых сырья и готовой продукции должны быть сблокированы отдельно на допускаемом противопожарными нормами расстоянии от блока производственных и вспомогательных помещений или отделяемом от блока производственных и вспомогательных помещений противопожарной стеной.

Вспомогательные помещения и устройства, трансформаторные киоски и подстанции, распределительные пункты, вентиляционные установки, насосные, промежуточные и расходные склады рекомендуется по возможности встраивать в производственные здания.

Блокированию подлежат основные производственные цехи, вспомогательные и обслуживающие цехи, общезаводские и цеховые склады, заводоуправления, цеховые конторы, конструкторские бюро, бытовые помещения, пункты питания, здравпункты, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и т. д.

В одном здании целесообразно объединять следующие группы цехов (каждая группа образует блок цехов):

а) механические и сборочные цехи по производству разных типов машин или агрегатов, цехи и отделения металлопокрытий и окрасочные, термические цехи, цехи холодной штамповки, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения;

б) механический, сборочный и другие цехи холодной обработки, изготавливающие детали или изделия, идущие на общую сборку машин; вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения;

в) инструментальный, ремонтно-механический, электроремонтный, экспериментальный, заготовительный цехи, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения;

г) механический, сборочный, заготовительный, инструментальный, ремонтно-механический, экспериментальный цехи, вспомогательные отделения, склады, бытовые помещения.

В зависимости от условий производства, помимо перечисленных, могут быть и другие варианты компоновки цехов в одном блоке.

6. Необходимо, чтобы взаимное расположение зданий и разрывы между ними удовлетворяли правилам и нормам, установленным законодательными и планировочными органами в отношении пожарной безопасности, санитарно-технических, светотехнических и других требований; при этом разрывы между

зданиями должны быть минимальными, исходя из условий расположения инженерных сетей, проезжих дорог и тротуаров.

7. Здания располагать так, чтобы обеспечить возможность дальнейшего расширения цехов и всего завода без нарушения генерального плана, без сноса построенных зданий и с наименьшими затратами, если такое расширение предусматривается по заданию при условии технико-экономического обоснования его целесообразности.

8. Наиболее полно использовать местные пути сообщения – железнодорожные, водные, шоссейные и автомобильные.

9. При перевозке грузов большого веса, а также при доставке сырья, топлива, полуфабрикатов и т. п. из дальних районов необходимо предусматривать ввод железнодорожной ветки на территорию завода; при этом следует стремиться во избежание потери площади к наиболее рациональному расположению железнодорожных путей, соответствующему размеру грузооборота и особенностям участка.

10. Ввод железнодорожной ветки на территорию завода должен быть со стороны, противоположной предзаводской площадке (направление движения транспорта не должно пересекать направление движения движения больших людских потоков).

11. Здания и сооружения располагать по отношению к странам света и направлению преобладающих ветров таким образом, чтобы были обеспечены наиболее благоприятные условия для естественного освещения и их проветривания.

12. Предприятия и здания для производства, выделяющего газ, дым, пыль, неприятный запах, располагать по отношению к другим зданиям и жилым районам с подветренной стороны, учитывая направление господствующих ветров.

13. Здания, однородные по производственному характеру и санитарно-гигиеническим условиям, по возможности необходимо сосредоточивать отдельными группами, разделив территорию завода на зоны, не нарушая, однако, технологической схемы их расположения.

14. Предусмотреть озеленение не используемой под застройку территории предприятия с посадкой деревьев и кустарников и устройством газонов. На магистральных проездах, используемых для массового прохода работающих на предприятии, применять рядовую посадку деревьев и кустарников.

15. На территории завода устраивать автомобильные дороги и тротуары городского типа – с бордюрным камнем и гладким беспыльным покрытием.

16. Необходимо соблюдение основного, руководящего принципа – кратчайший прямолинейный путь движения материалов и полуфабрикатов без обратных и встречных движений; правильность и простота контуров зданий и последовательная технологическая схема следующего порядка: сырьевые склады – ввоз сырья; заготовительные цехи – литейные, кузнечные и др.; обрабатывающие цехи – механические, сборочные и др.; склады готовой продукции – вывоз готовой продукции; межцеховые потоки грузов (материалы, полуфабрикаты, детали) – в процессе обработки их направляют по возможности кратчайшими и прямыми путями, связывающими цехи и склады; вспомогательные це-

хи, здания и сооружения располагаются вблизи от основных обслуживаемых ими цехов, не стесняя технологического потока грузов: административно-общественная группа зданий (главная контора, проходная контора, заводская школа, амбулатория и др.) располагается по фасадной линии завода.

2.3 Зоны расположения подразделений и расстояния между зданиями

При определении взаимного расположения зданий необходимо учитывать их назначение и специфический характер выполняемых в них производственных процессов. Объединение цехов и устройств в одном здании целесообразно производить по признаку однородности технологических процессов и производственной связи. Часто производят такое объединение цехов в группу – литейную, кузнечную, прессовую, деревообделочную, механосборочную и т. п.

При входе на завод должна располагаться административно-общественная группа зданий, ориентированная к населенному пункту.

Зонирование особенно важно для цехов горячей обработки металла, цехов вредных производств и энергетических сооружений, выделяющих в атмосферу газы, дым, пыль, искры. Эти цехи следует размещать в наибольшем удалении от главного входа на заводскую территорию. Для избегания переноса огня в случае пожара необходимо при расположении зданий и сооружений на участке учитывать розу ветров.

В соответствии с технологической схемой производства можно установить основные зоны цехов.

Зона горячих цехов (или зона заготовительных цехов), в которой размещаются чугунолитейные, сталелитейные, литейные цветных металлов, кузнечные, кузнечно-прессовые, термические цехи со складскими помещениями при них для сырьевых материалов. Эта зона должна быть расположена ближе к вводу железнодорожной линии на территории завода и должна иметь наиболее развитую сеть железнодорожных путей для доставки металла, топлива и формовочных материалов.

Зона обрабатывающих цехов, в которой сосредотачиваются цехи холодной обработки металлов и сборочные (механосборочные цехи). В этой зоне располагаются также экспедиция и склады готовой продукции с подведенными к ним железнодорожными путями.

Зона вспомогательных цехов, в которой группируются инструментальные, ремонтно-механические, электроремонтные и другие вспомогательные цехи. Их следует располагать, как указывалось, по возможности ближе к обслуживаемым ими производственным цехам, имеющим наибольшее количество оборудования.

Зона деревообрабатывающих цехов, в которой размещаются деревообрабатывающие, лесопильный, тарный цехи, сушилка для древесины, склады древесины (круглого леса и пиломатериалов). Так как эти цехи являются огнеопасными, их располагают возможно дальше от горячих цехов.

Зона энергетических устройств, в которой размещаются центральные электростанции, теплоэлектроцентрали, котельные, газогенераторные станции;

здесь же располагаются обслуживающие их склады топлива. Так как при работе этих установок выделяется много газов, дыма, гари, пыли, представляющих повышенную пожарную опасность, их следует располагать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям (учитывая господствующие ветры).

Зона общезаводских устройств предназначается для размещения административных, общественных, учебных, культурно-бытовых и хозяйственных зданий. Эта зона располагается у главного входа завода, где создается предзаводская площадка. Здания главной конторы, амбулатории (или поликлиники), столовой, пожарного депо должны быть расположены вне ограды заводской территории и иметь входы с улицы.

На предзаводской площадке предусматривают стоянки для автомобилей и мотоциклов, а также устройства для хранения велосипедов.

Противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями и закрытыми складами, а также между производственными и вспомогательными зданиями, размещаемыми на территории предприятия, назначаются в зависимости от степени огнестойкости зданий и сооружений (СНиП 21.01–97 и СНиП 31–03–2001) согласно таблице 2.1.

К I, II и III степеням огнестойкости относятся здания с несгораемыми конструкциями стен, колонн, междуэтажных и чердачных перекрытий и перегородок с пределом огнестойкости от 0,25 до 3 ч. Совмещенные покрытия для III степени огнестойкости могут быть сгораемые.

Таблица 2.1 – Противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями, закрытыми складами и вспомогательными зданиями, размещаемыми на территории предприятия

Степень огнестойкости зданий или сооружений	Разрывы между зданиями и сооружениями при степенях огнестойкости, м		
	I и II	III	IV и V
I и II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

К IV степени огнестойкости относятся здания с трудносгораемыми основными элементами с пределом огнестойкости от 0,25 до 0,40 ч.

К V степени огнестойкости относятся здания со сгораемыми конструкциями стен, покрытий, перекрытий и перегородок.

Противопожарные разрывы между произ-

водственными зданиями и сооружениями не нормируются в случаях, если:

а) площадь пола двух и более зданий или сооружений, а также площадь навесов не превышает величин, допускаемых между противопожарными стенами, считая по наиболее пожароопасному производству и низшей степени огнестойкости зданий и сооружений;

б) одна стена более высокого здания или сооружения является противопожарной;

в) здания или сооружения I и II степеней огнестойкости имеют несгораемые кровли или сгораемые кровли по несгораемому основанию, и в этих здани-

ях в целом или в их взаимно противостоящих частях размещены производства, относящиеся по пожарной опасности к категориям Г и Д (НПБ 105–03).

Противопожарные разрывы между зданиями, сооружениями и открытыми наземными расходными складами материалов назначаются в соответствии с СНиП II –89–80 (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Противопожарные разрывы между зданиями или сооружениями и открытыми наземными складами

Открытый наземный расходный склад	Ёмкость склада	Разрывы от мест хранения и складских сооружений до зданий или сооружений при степени огнестойкости, м		
		I и II	III	IV и V
Склад каменного угля	Менее 500 т	6	8	12
	От 500 до 5000 т	8	10	14
	От 5000 до 100000 т	12	14	16
Склад торфа: а) кускового б) фрезерного	Менее 1000 т	20	24	30
	От 1000 до 10000 т	24	30	36
	Менее 1000 т	30	36	40
	От 1000 до 10000 т	36	40	50
Склад лесоматериалов и дров	Менее 1000 м ³	12	16	20
	От 1000 до 10000 м ³	18	24	30
Склад легковозгорающихся материалов (щепы, опилок и т. п.)	Менее 1000 м ³	24	30	36
	От 1000 до 10000 м ³	30	36	40
Склад легковоспламеняющихся жидкостей	Менее 10 м ³	16	20	24
	От 10 до 250 м ³	20	24	30
	От 250 до 500 м ³	24	30	40
	От 500 до 1000 м ³	30	40	50

Разрывы от наземных резервуаров до зданий, сооружений, складов, железнодорожных путей и автомобильных дорог установлены также противопожарными нормами строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест.

В разрывах между зданиями и особенно между цехами и сооружениями, выделяющими газы, дым, копоть, пыль, и административно-общественными зданиями следует устраивать зеленые насаждения.

Внутризаводские улицы (проезды) должны обеспечить наиболее короткое и удобное сообщение между производственными цехами и складами; ширину их проезжей части, которую покрывают асфальтом, принимают равной 6 или 9 м; при этом общая ширина улицы вместе с тротуарами и полосами зеленых насаждений делается равной 18–24 м, а на крупных предприятиях – 30–42 м и более.

2.4 Расположение железнодорожных путей на территории предприятия

Размеры площади, занимаемой железнодорожными путями на территории завода, и её протяженность зависят от расположения предприятия относительно магистрального железнодорожного пути. Территория предприятия может располагаться относительно подъездного железнодорожного пути под прямым углом, под некоторым углом (отличным от прямого) или параллельно этому пути. Наиболее благоприятно расположение площадки параллельно железнодорож-

ному пути. Расположение железнодорожных путей на территории участка зависит от размеров и направления грузооборота, а также от формы, размеров и условий эксплуатации участка.

Наиболее часто применяется для машиностроительных заводов четыре основные схемы расположения железнодорожных путей на заводской территории [3].

Тупиковая схема (рисунок 2.4 а), при которой все пути, подводимые к цехам и складам, заканчиваются тупиками; возврат вагонов осуществляется по тем же путям. Эта схема применяется для небольших и средних заводов с малым грузооборотом, имеющих сравнительно небольшую территорию.

Прямолинейная, или сквозная, схема (рисунок 2.4 б), при которой все пути, проходящие по территории завода, являются сквозными и имеют общее прямолинейное направление; вагоны отправляются в сторону, противоположную прибытию. Эта схема применяется для крупных заводов, имеющих форму участка в виде длинного прямоугольника, при наличии достаточного грузооборота, оправдывающего сквозное движение подвижного состава.

Кольцевая схема (рисунок 2.4 в), при которой все пути, подходящие к цехам или складам, представляют собой замкнутые кольца, дающие возможность кругового движения вагонов. Эта схема применяется для крупных заводов с большим грузооборотом и большой территорией.

Кольцевая схема с внешним кольцевым путем и внутренними тупиковыми ветками к цехам и складам (рисунок 2.4 г) представляет собой комбинацию тупиковой и кольцевой схем; она применяется для средних и крупных заводов, когда из-за ограниченности площадки внутри заводского двора невозможно закругление путей.

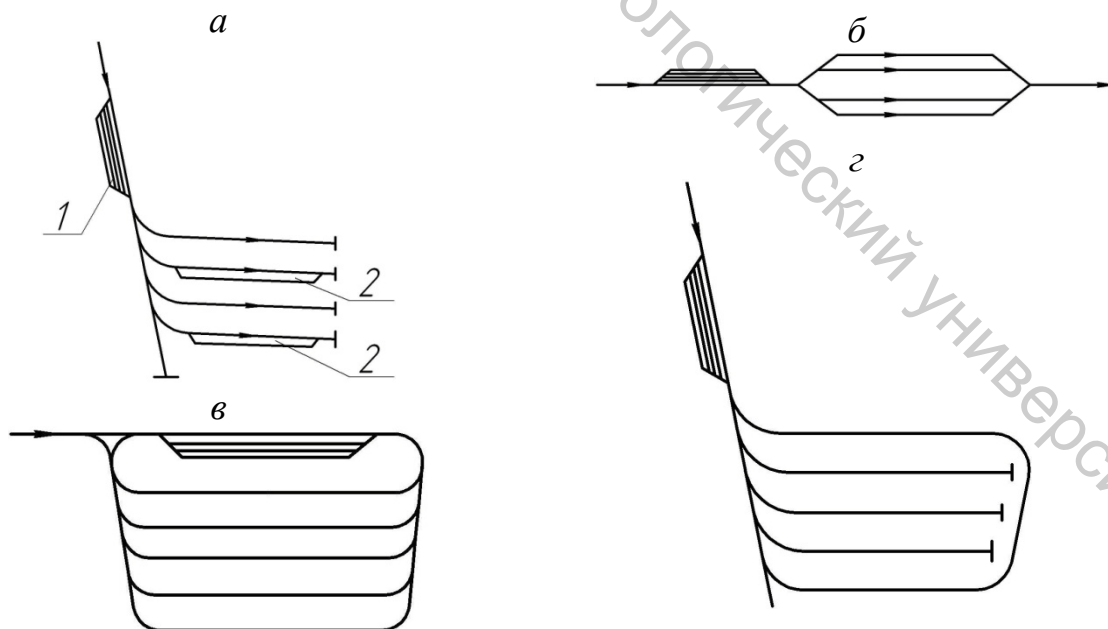


Рисунок 2.4 – Схемы железнодорожных путей: а – тупиковая (1 – сортировочные пути, 2 – обгонные пути); б – прямолинейная (сквозная); в – кольцевая; г – кольцевая с внутренними тупиками

У тупиковых и сквозных путей, подводимых одновременно к нескольким производственным зданиям или складам, целесообразно устраивать обгонные пути. Сортировочные пути могут устраиваться в разных местах в зависимости от местных условий.

В зависимости от типа средств тяги и годового грузооборота определяются радиусы закругления железнодорожных путей. Для магистральных электровозов и тепловозов радиус закругления путей требуется больше, чем для промышленных. Так, для магистральных электровозов радиус закругления должен быть не менее 230 м (в трудных условиях) и для нормальных условий – не менее 400 м для промышленных электровозов и тепловозов с вагонами общей сети радиус закругления может снижаться до 140 м. При уменьшении радиуса закругления можно значительно лучше использовать площадь участка, так как на закруглениях теряется меньшая площадь.

Подвод железнодорожного пути, обслуживающего цехи и склады, может осуществляться или снаружи, или внутри здания. *Внутри здания* железнодорожный путь вводится в том случае, когда вес и количество грузов, а также вес отдельных изделий значительны. В этом случае погрузку и разгрузку целесообразно вести непосредственно в вагоны или из вагонов при помощи механизированного оборудования, кранов и т. д. Железнодорожные пути, обслуживающие склады или цехи, наиболее рационально вводить внутрь или подводить снаружи вдоль линии фронта склада или цеха. Это дает возможность одновременной разгрузки или погрузки нескольких вагонов и обслуживания наибольшей длины помещения. Пути, вводимые в здания, могут быть сквозными и тупиковыми. Сквозные пути применяются в тех случаях, когда цех имеет значительный грузооборот, грузы доставляются в цех одновременно несколькими вагонами и освобождаемые от материалов вагоны могут немедленно нагружаться. Применяют различные решения в зависимости от местных производственных условий и характера транспортируемых грузов. В том случае, если пол вагона предполагается размещать на уровне пола цеха, то подвод пути к цеху следует стремиться осуществлять в выемке, что осложняет водоотвод, вызывает необходимость перед входом в цех делать уклон пути и приводит к другим затруднениям в эксплуатации. Если головка рельса пути должна находиться на уровне отметки пола цеха, необходимо устройство погрузочной платформы в цехе.

При укладке железнодорожных путей внутри или снаружи здания необходимо соблюдать габариты приближения частей сооружения или оборудования к железнодорожному пути согласно нормативно-правовым документам. Ось пути должна располагаться (СНиП II –89–80) не ближе 3100 мм от вновь строящихся зданий, заборов, опор и не ближе 2250 мм от отдельно стоящих колонн, стоек проемов ворот и выступающих частей зданий (пилястр, контрфорсов, тамбуров, лестниц и др.) при их длине вдоль пути не более 1000 мм [3].

Расположение путей относительно зданий (в плане) может быть различное (рисунок 2.5).

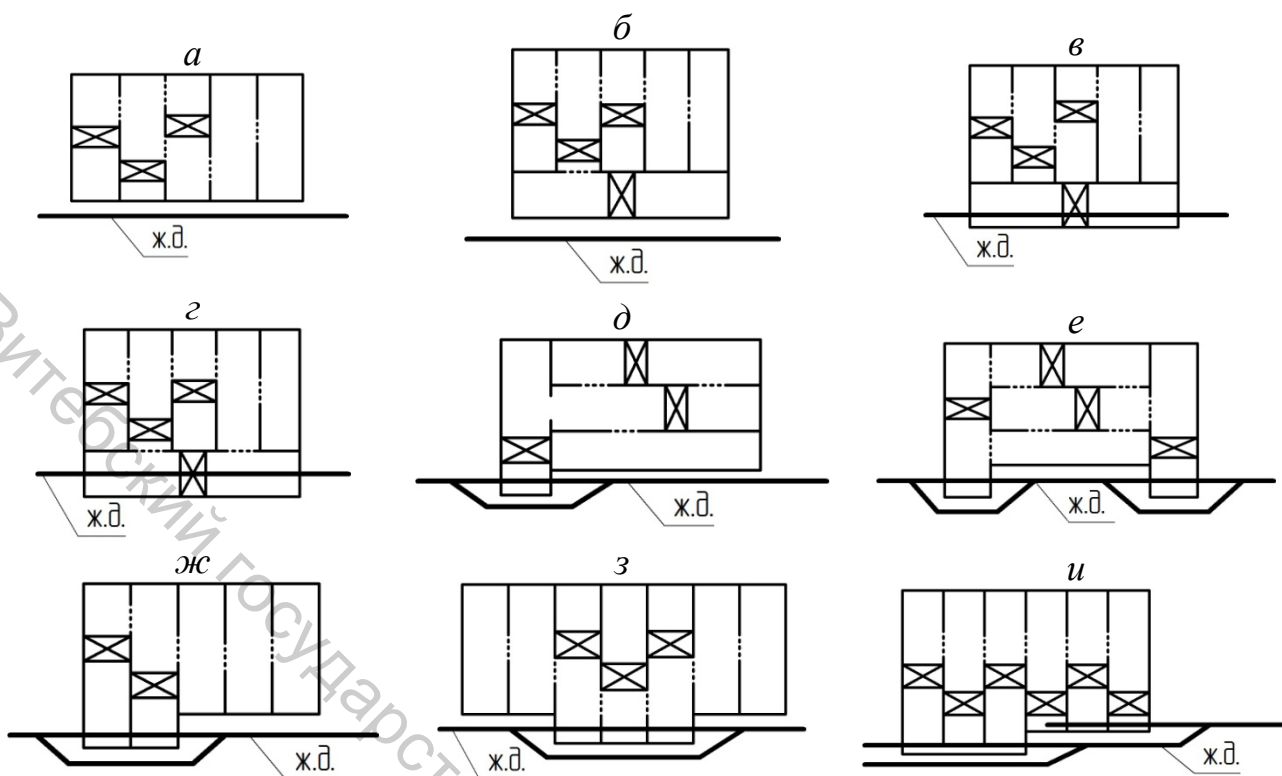


Рисунок 2.5 – Схемы расположения железнодорожного пути: а – снаружи здания перпендикулярно к продольной оси пролётов; б – снаружи здания параллельно к продольной оси пролёта; в – внутри здания параллельно продольной оси пролёта вдоль внутренней стены; г – внутри здания параллельно продольной оси пролёта посередине пролёта; д – внутри здания перпендикулярно к продольной оси одного пролёта; е – внутри здания перпендикулярно к продольным осям двух крайних пролётов; ж – внутри здания перпендикулярно к продольным осям двух смежных пролётов; з – внутри здания перпендикулярно к продольным осям трёх пролётов; и – внутри здания перпендикулярно к продольным осям всех пролётов

Для отвода атмосферных вод с поверхности участка необходимо при планировке предусматривать уклоны от зданий к водоотводам, равные 0,001–0,002. Для проработки участка в вертикальной плоскости разрабатывается проект вертикальной планировки, который имеет целью определить вертикальные отметки полов, зданий, сооружений, внутризаводских железнодорожных путей. Эти отметки назначают в соответствии с допускаемыми уклонами железнодорожных путей и увязывают с глубиной заложения подземных сооружений, профилем безрельсовых дорог и возможностью отвода атмосферных вод. По проекту вертикальной планировки определяют объем земляных работ на территории завода.

2.5 Инженерные коммуникационные сети. Технико-экономические показатели генерального плана. Пример плана

Инженерные коммуникационные сети обычно размещают под землей (подземные сети) параллельно линиям расположения зданий на определенных рас-

стояниях и глубинах в соответствии с нормами проектирования (СНиП II–89–80). Наземные и надземные сети на опорах устраиваются сравнительно редко.

При наземном размещении сетей необходимо предусматривать защиту их от механических повреждений и неблагоприятного атмосферного воздействия. Наземные сети следует размещать на шпалах, уложенных в открытых лотках, на отметках ниже планировочных отметок площадок (территории). Допускаются другие виды наземного размещения сетей (в каналах и тоннелях, укладываемых на поверхность территории или на сплошную подсыпку, в каналах и тоннелях полузаглубленного типа, в открытых траншеях и др.). Трубопроводы для горючих газов, токсичных продуктов, трубопроводы, по которым транспортируются кислоты и щелочи, а также трубопроводы бытовой канализации не допускается размещать в открытых траншеях и лотках. Наземные сети не допускается размещать в пределах полосы, отведенной для укладки подземных сетей в траншеях и каналах, требующих периодического доступа к ним при эксплуатации.

Надземные инженерные сети следует размещать на опорах, эстакадах, в галереях или на стенах зданий и сооружений. Пересечение кабельных эстакад и галерей с воздушными линиями электропередачи, внутризаводскими железными и автомобильными дорогами, канатными дорогами, воздушными линиями связи и радиотелефонии и трубопроводами следует выполнять под углом не менее 30° . Не допускается размещение надземных сетей: транзитных внутриплощадочных трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами по эстакадам, отдельно стоящим колоннам и опорам из сгораемых материалов, а также по стенам и кровлям здания за исключением зданий I, II, IIIа степеней огнестойкости с производствами категорий В, Г и Д; трубопроводов с горючими жидкими и газообразными продуктами в галереях, если смешение продуктов может вызвать взрыв или пожар; трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами, по сгораемым покрытиям и стенам; покрытиям и стенам зданий, в которых размещаются взрывоопасные материалы; газопроводов горючих газов по территории складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и материалов.

При расположении подземных сетей последовательность в порядке расположения сетей по направлению от зданий к проезжей части улицы обычно принимается следующая: *кабели слабого тока, линии связи и тока высокого напряжения, теплопроводы, газопроводы, водопровод, канализация.*

При неудовлетворительном качестве грунта и большом количестве инженерных сетей следует размещать сети в общем подземном, проходном тоннеле. Это создает лучшие условия для эксплуатации и ремонта. Расположение подземных сетей коммуникаций необходимо увязывать с расположением надземных зданий, сооружений, транспортных путей и устройств.

Кроме общего генерального плана, разрабатывают отдельные и сводный генеральные планы инженерных сетей: водопроводной, канализационной, энергетической, теплофикационной, газопроводной и др., а также по транспортным путям.

Для суждения о том, как использована площадь участка, служат два техни-

ко-экономических показателя: а) коэффициент плотности застройки участка и б) коэффициент использования площади участка.

Коэффициентом плотности застройки участка называется отношение площади, занимаемой зданиями и крытыми сооружениями, к площади всего участка; для новых заводов его величина равна примерно 0,35–0,45.

Коэффициентом использования площади участка называется отношение площади, занимаемой зданиями, сооружениями и всеми устройствами, к площади всего участка; для новых заводов величина коэффициента использования площади равна примерно 0,45–0,55.

Величины этих коэффициентов для заводов, расположенных в городской черте, а также для заводов с многоэтажными зданиями значительно выше приведенных. Малые величины этих показателей указывают на недостаточное использование площади участка, что вызывает, особенно при разбросанности

зданий, излишние затраты на устройство и эксплуатацию внутризаводских путей, коммуникационных линий, ограждений и на благоустройство территории. Большие величины этих показателей указывают на чрезмерную плотность расположения зданий и сооружений. В таких случаях следует произвести анализ полученных величин показателей, сравнить их с показателями других аналогичных предприятий и убедиться в достаточном и правильном использовании площади участка.

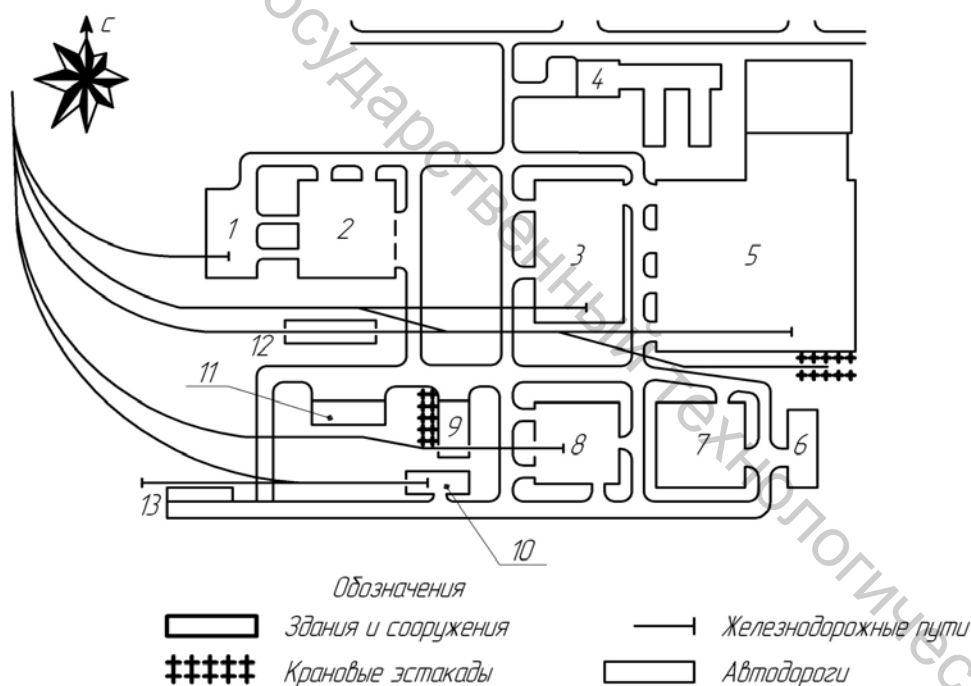


Рисунок 2.6 – Схема генерального плана станкостроительного завода: 1 – склад лесопиломатериалов; 2 – деревообрабатывающий корпус (с тарным цехом); 3 – корпус тяжелых станков; 4 – инженерно-лабораторный корпус; 5 – главный корпус (с термоконстантным цехом); 6 – склад узлов и запчастей; 7 – корпус вспомогательных цехов; 8 – корпус заготовительных цехов; 9 – склад металла и заготовок; 10 – склад отливок и поковок; 11 – главный магазина; 12 – склад готовой продукции; 13 – склад горючесмазочных материалов

Особенно сложна задача, когда приходится разрабатывать генеральный план завода не на вновь отведенном участке, а на старом, то есть при реконструкции и расширении действующего завода. Особенность задачи состоит в том, что при условии максимального сохранения и использования малоизношенных старых зданий необходимо разработать рациональный генеральный

план, в наибольшей степени удовлетворяющий современным требованиям.

На рисунке 2.6 показан пример схемы генерального плана станкостроительного завода, а на рисунке 2.7 приведен вариант генерального плана машиностроительного завода [3, 4].

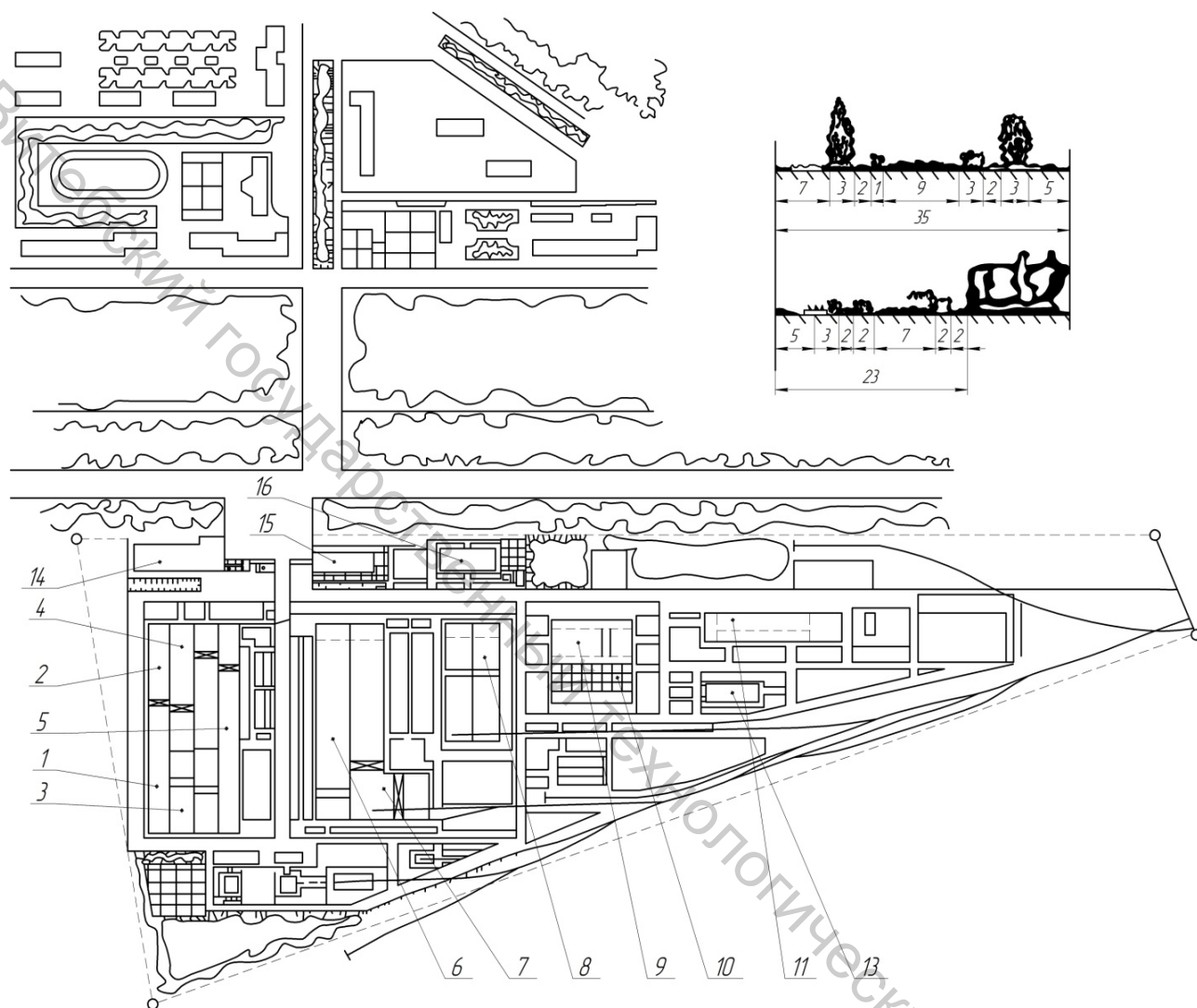


Рисунок 2.7 – Генеральный план машиностроительного завода: 1 – инструментальный цех; 2 – ремонтно-механический цех; 3 – сборочный цех; 4 – механический цех; 5 – трубонарезной цех; 6 – кузнечный цех; 7 – склад металла; 8 – цех металлических конструкций; 9 – литейный цех; 10 – склад шихты; 11 – деревообрабатывающий цех; 12 – модельно-столярный цех; 13 – склад моделей; 14 – главная контора; 15 – охрана и медицинский пункт; 16 – лаборатория; 17 – спортивная площадка; 18 – жилые дома

2.6 Вопросы для самоконтроля

1. Изобразите фрагмент схемы движения материалов, полуфабрикатов и изделий в процессе производства.
2. Какие Вы знаете варианты движения материалов, полуфабрикатов и изделий в зависимости от характера и размера производства и формы участка?
3. Когда применяется движение материалов, полуфабрикатов и изделий в

виде простой и сложной вилки?

4. Дайте определение понятию «генеральный план».

5. Перечислите основные положения по разработке генерального плана машиностроительного предприятия.

6. Какие группы цехов целесообразно объединять в одном здании?

7. Перечислите основные зоны цехов в соответствии с технологической схемой производства?

8. От чего зависят противопожарные разрывы между производственными зданиями, сооружениями и закрытыми складами, размещаемыми на территории предприятия?

9. От чего зависит расположение железнодорожных путей на территории участка предприятия?

10. Изобразите и охарактеризуйте схемы расположения железнодорожных путей на заводской территории.

11. Как осуществляется подвод железнодорожного пути, обслуживающего цехи и склады.

12. Изобразите варианты расположения железнодорожных путей относительно зданий (в плане).

13. Для чего при планировке участка под предприятие предусматриваются уклоны от зданий?

14. Как на территории участка машиностроительного предприятия размещаются инженерные коммуникативные сети?

15. Какова последовательность расположения подземных сетей в порядке их расположения по направлению от зданий к проезжей части улицы?

16. Дайте определение понятию «коэффициент плотности застройки».

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

3.1 Классификация грузов и транспортных систем

В машиностроительном производстве подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные работы являются важными и трудоемкими элементами производственных процессов. От методов их организации и оснащения в значительной степени зависит общий уровень производительности труда на предприятии, объем издержек производства и условия труда работающих.

Грузы классифицируют по транспортно-технологическим характеристикам: массе, размеру, форме, способу загрузки, виду и свойствам:

–по форме деталей – типа валы, дискообразные, корпусные, плоские, рычаги;

–по способу транспортирования – в таре (навалом, ориентированные), без тары;

–по виду груза – однопредметные и многопредметные;

–по массе – легкие (от 0,01 до 0,5 кг,), средние (от 0,5 до 16 кг) и тяжелые (свыше 16 кг);

–по габаритам – мелкие, средние, крупные;

- по свойствам – твердые, хрупкие, пластичные, магнитные;
- по способу загрузки – вручную, автоматически.

В свою очередь, *транспортные системы классифицируют:*

- по способу перемещения – грузы в таре и без тары; ориентированные и навалом;
- по назначению – внешние и внутрицеховые;
- по принципу движения – периодические и непрерывные;
- по направлению движения – прямоточные и возвратные;
- по уровню расположения рабочей ветви – напольные, эстакадные и подвесные;
- по принципу маршрутослежения – механические (по направляющим), на приборах с зарядной связью, индуктивные, гироскопические, оптоэлектронные и радиоуправляемые.
- по принципу работы – несущие, толкающие и тянущие;
- по схеме движения – линейные и замкнутые, ветвящиеся и неветвящиеся;
- по конструктивному исполнению – рельсовые и безрельсовые.

3.2 Выбор производственной тары

Одним из *первых этапов* проектирования транспортной и складской систем является выбор типа и параметров *производственной тары* [ГОСТ 19822], так как посредством тары увязывается между собой номенклатура перерабатываемых грузов, определяются интенсивность грузопотоков, условия транспортирования и изготовления изделий, а также основные параметры складской системы.

К производственной таре относят *поддоны, кассеты, спутники и специальную тару*. При выборе или конструировании производственной тары следует стремиться к ее унификации (по габаритным размерам и направляющим элементам, используемым при транспортировании).

Поддоны классифицируют следующим образом:

- по назначению: *универсальные* (для грузов широкой номенклатуры) и *специальные* (для определенного наименования грузов);
- по конструкции: *ящичные, стоечные и плоские*;
- по материалу: *металлические* и *пластмассовые*.

В зависимости от типов и размеров изготавливаемых изделий, а также условий транспортирования и складирования размеры тары в плане выбирают по ГОСТ 21140.

На рисунках 3.1 – 3.3 приведены схемы поддонов, а параметры ящичных поддонов указаны в приложении 1 (таблицы П.1.1 и П.1.2).

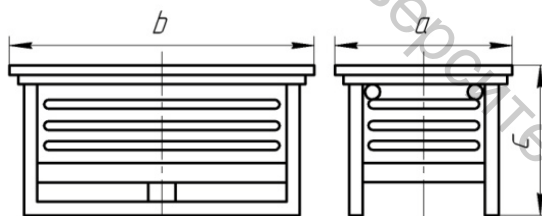


Рисунок 3.1 – Ящичный металлический поддон

Поддоны чаще всего имеют специальные ножки, позволяющие не только устойчиво стоять на полу, но и перемещаться по транспортной системе. Высота и конструкция ножек позволяют подхватывать поддон вильчатым погрузчиком.

В таре подобного типа груз может перемещаться на транспортных системах большинства конструкций, в том числе и на подвесных конвейерах с автоматической погрузкой и выгрузкой. Помимо представленных поддонов, используют тару со съемными и открывающимися стенками, каркасную, ящичную и др.

В ряде случаев для транспортирования крупногабаритных изделий применяют платформу, установленную на ножках,

или полеты (сменные столы станков). Мелкие изделия хранят и транспортируют в таре без ножек, но с окном в передней стенке, через которое вынимают изделия (рисунки 3.3 а).

Мелкие полуфабрикаты, а также скомплектованные изделия доставляются для сборки и механической обработки с помощью магазинов типа кассет. Перемещение в поддонах и кассетах в основном используют для деталей типа тел вращения (валов, втулок, фланцев и т. п.), для которых характерно наличие однотипных и концентрично расположенных поверхностей, позволяющих точно сориентировать и зажать различные заготовки на оборудовании без дополнительных приспособлений.

Корпусные, коробчатые детали,

детали типа кронштейнов и т. д. (в автоматизированном производстве) перемещаются на спутниках, так как они позволяют осуществить автоматизацию смены заготовок благодаря единству основных баз спутника и вспомогательных баз приспособлений, устанавливаемых на рабочих столах станков, и оборудования транспортной системы.

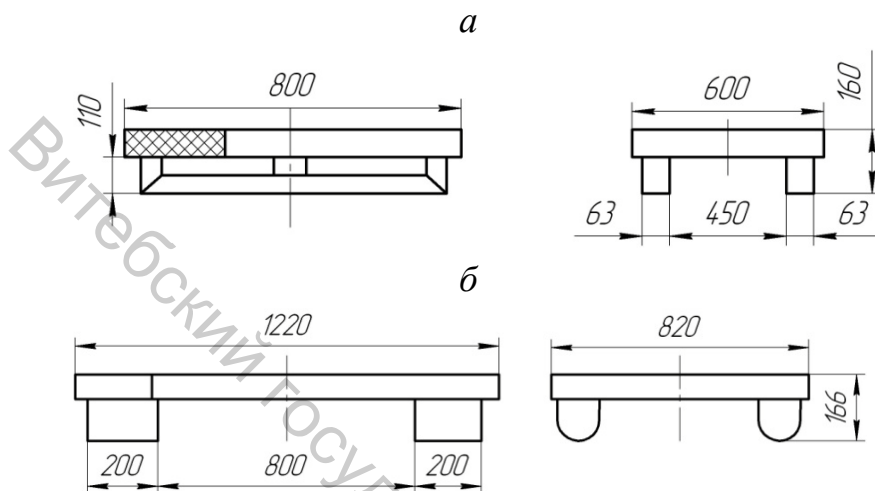


Рисунок 3.2 – Плоские металлические поддоны грузоподъемностью 500 (а) и 1000 кг (б)

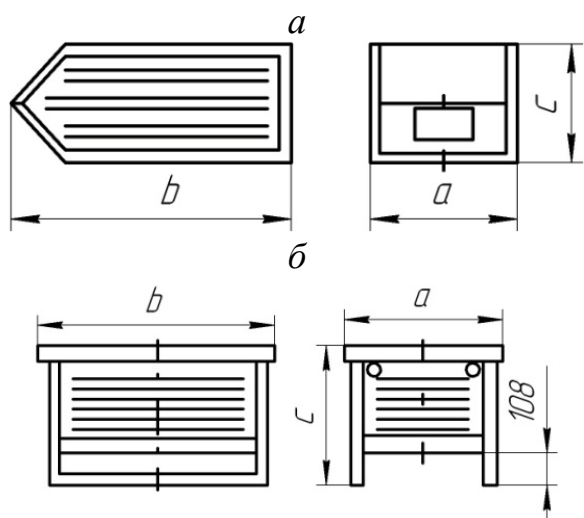


Рисунок 3.3 – Ящичные металлические поддоны малой грузоподъемности: а – с передней скошенной стенкой; б – прямые

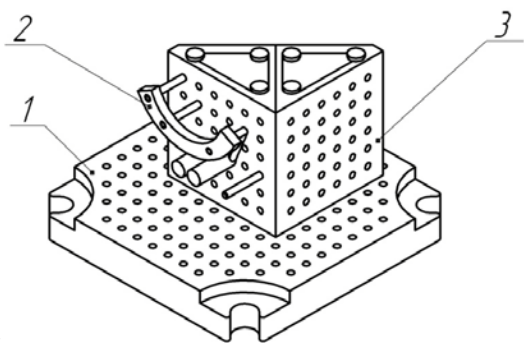


Рисунок 3.4 – Спутник с закрепленной на нем заготовкой:

1 – спутник; 2 – заготовка;
3 – технологическая оснастка

На рисунке 3.4 изображена заготовка 2, которая установлена и закреплена в технологической оснастке 3, смонтированной на спутнике 1. Однако применение спутников значительно увеличивает затраты на создание транспортно-складской системы.

Иногда заготовки устанавливаются на сменные столы станков. Такой способ установки чаще всего используют в гибких производственных системах при изготовлении крупногабаритных деталей.

3.3 Классификация заводского транспорта по назначению перевозок.

Грузовые потоки

По назначению перевозок заводской транспорт подразделяют на *внешний и внутризаводской*.

Внешний транспорт служит для связи завода с ближайшими магистралями и другими промышленными и хозяйственными предприятиями. Пути сообщения могут быть автомобильные, железнодорожные (ширококолейные и узкоколейные) и водные.

В качестве транспортных средств на железнодорожных путях применяются тепловоз, электровоз, мотовоз, на шоссейных – автомобиль, автотягач, трактор с прицепами и др.

Внутризаводской транспорт, в свою очередь, делят на *межцеховой и внутрицеховой*.

Межцеховой транспорт служит для перевозки грузов между цехами и складами.

При проектировании внутризаводского транспорта целесообразно предусматривать единый транспортный процесс с перемещением материалов, заготовок и изделий из складов к местам обработки и сборки одним видом транспорта, исключая перегрузку с межцехового транспорта на внутрицеховой.

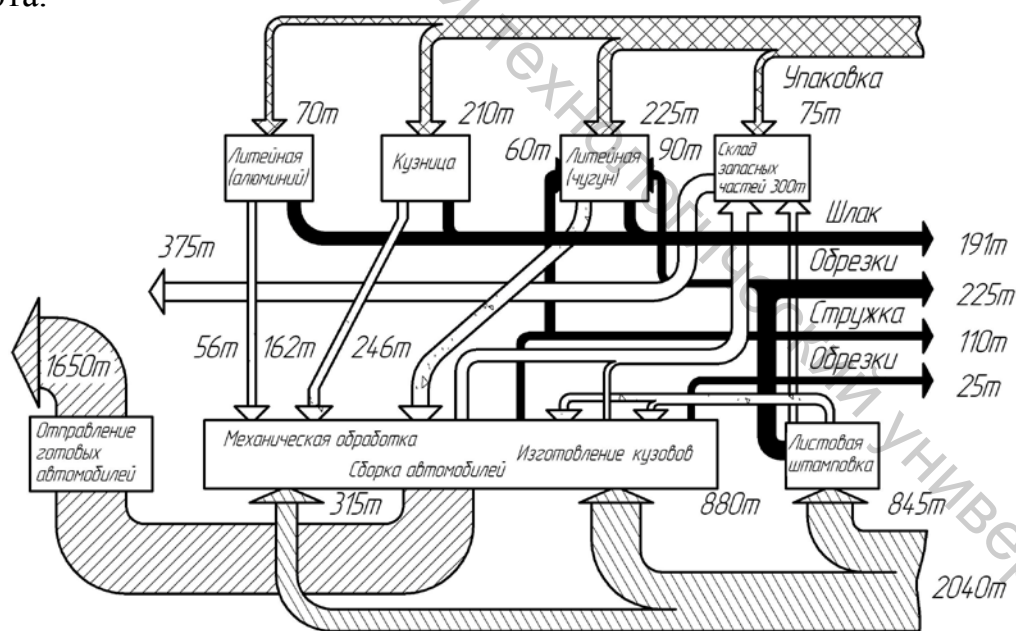
При поточной форме организации работы следует использовать непрерывный транспорт в виде подвесных конвейеров с автоматическим адресованием, конвейеров. Выбор типа и расчет количества единиц межцехового транспорта производится в зависимости от величины грузооборота, расстояния между цехами и вида перемещаемых грузов.

Величина грузооборота определяется количеством грузов, перемещаемых за определенный период времени – год, месяц, сутки, смену. Она подсчитывается на основании «шахматной» ведомости или таблицы, отражающей все перевозки между отдельными цехами и складами, а также внешний грузооборот завода. Простейший пример шахматной ведомости грузооборота завода показан в таблице 3.1 (числовые значения в таблице условные, на практике они могут даваться в массе, штуках или даже в объеме перемещаемых грузов).

Таблица 3.1 – Шахматная ведомость грузооборота завода

Пункты отправления	Пункты прибытия						Всего
	на сторону	склад проката	склад заготовок	механический цех	сборочный цех	склад отходов	
Со стороны	●	150	50	90	10	–	300
Склад проката	–	●	–	140		10	150
Склад заготовок	–	–	●	–	50	–	50
Механический цех	–	–	–	●	180	50	230
Сборочный цех	235	–	–	–		5	240
Склад отходов	65	–	–	–		●	65
Всего	300	150	50	230	240	65	1035

Грузопотоки завода можно представить в виде схемы, показывающей направление и количество перемещаемых грузов. В качестве примера на рисунке 3.5 показана упрощенная схема грузопотоков крупного завода. Схема грузопотоков позволяет разработать схему организации межцехового перемещения грузов. Для этого определяются виды транспортных средств и в зависимости от грузооборота их количество. Таким образом, формируется принципиальная транспортно-технологическая схема, на которой кроме направления и количества перемещаемых грузов, указываются условными обозначениями виды транспорта.



Обозначение:

- Материалы, поступающие со стороны
- Детали, отправляемые в запчасти
- Заготовки, собственного изготовления
- Собранные автомобили
- Материалы и детали, поступающие со стороны
- Отходы (стружка, обрезки, шлак)

Рисунок 3.5 – Схема грузопотоков завода

Цеховой транспорт предназначен для перемещения грузов внутри цеха; он

обслуживает станки, сборочные стенды, рабочие места, цеховые и складские помещения.

Конкретные формы механизации и автоматизации транспорта и виды применяемого на данном заводе специального оборудования зависят от особенностей изготавливаемой продукции, ее веса и размеров, от типа производства, характера подъемно-транспортных операций, размера грузооборота и др.

Ряд элементов подъемно-транспортного оборудования типизирован, а на некоторые из них имеются ГОСТы (мостовые и подвесные краны, тали). По другим устройствам разработаны типовые проекты.

Основными видами подъемно-транспортного оборудования для межкорпусного, межцехового и внутрицехового транспортирования и перемещения грузов являются следующие: железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, напольно-тележечный транспорт, крановое оборудование, подвесной транспорт, конвейеры и транспортеры (напольные), подъемно-транспортные средства автоматического действия для серийного и единичного производства и складов. Ниже более подробно рассматриваются их состав и область применения.

3.4 Выбор железнодорожного, автомобильного и напольно-тележечного транспорта

Железнодорожный транспорт целесообразно применять для межкорпусных перевозок металла, крупных и тяжелых заготовок деталей и изделий.

Автомобильный транспорт также применяют для межкорпусных перевозок металла, заготовок, комплектующих изделий, готовой продукции и металлоотходов. Основным видом автомобильного транспорта служат бортовые автомобили и самосвалы. Применяют также укороченные (с целью повышения маневренности), а также специально оборудованные автомобили.

Машины напольного тележечного транспорта современной конструкции с подъемной платформой и снабженные различными грузозахватывающими устройствами находят широкое применение для работы внутри цехов и складов, а также в качестве межцехового транспорта. Для работы внутри зданий используют машины с электрическим приводом; машины с двигателями внутреннего сгорания применяют в основном для работы на открытых площадках.

Применение отдельных машин напольного транспорта является целесообразным при следующем пробеге с грузом: электротележек с подъемной платформой и электроштабелеров, управляемых с пола, – 50–150 м; электротележек, управляемых с площадки, – 300–500 м; электропогрузчиков – до 140 м; электротягачей – до 450 м; автопогрузчиков – до 450 м; автотягачей – 500–2000 м.

Применение авто- и электрокаров с неподъемной платформой часто оказывается нерентабельным ввиду больших простоев их под грузовыми операциями.

Ручные тележки грузоподъемностью 0,25 и 0,5 т применяют для перевозки мелких грузов на расстоянии до 50 м.

В механических цехах массового и крупносерийного производства в качестве межоперационного транспорта для перевозки мелких однотипных деталей

применяют специальные тележки, оборудованные стеллажами разнообразной формы, – в виде елочек, пирамид, столиков, ящиков и т. п.

В типажах машин напольно-тележечного транспорта предусмотрены следующие их виды [3, 7].

Для межкорпусного транспортирования грузов:

а) автопогрузчики (грузоподъемностью 1–5 т) со скоростью передвижения от 15 до 40 км/ч;

б) электропогрузчики (0,25–3 т) на массивных и пневматических шинах при скорости передвижения 6–10 км/ч;

в) электротележки (электрокары) грузоподъемностью 0,5–5 т, с подъемной и неподъемной платформой, с подъемными вилами; электротележки с краном (0,75 т); электротележки-самосвалы (1т); специальные электротележки грузоподъемностью 10 т; скорость различных передвижений электротележек составляет 7–15 км/ч;

г) электротягачи с тяговым усилием 2–8 кН и скоростью передвижения 7–12 км/ч;

д) тракторы с прицепными тележками (2–5 т) со скоростью передвижения до 20 км/ч.

Для внутрикорпусного межцехового и внутрицехового транспортирования:

а) электропогрузчики и электротележки, рекомендованные выше для межкорпусных перевозок, при этом для использования в окрасочных цехах и цехах металлопокрытий применяют электропогрузчики во взрывобезопасном исполнении; электротележки с подъемной платформой или с подъемными вилами (0,5 т), управляемые с пола, со скоростью передвижения 3,5 км/ч;

б) электроштабелеры напольные (0,1–2 т), в том числе с выдвигаемыми вилами и поворотным грузоподъемником с высотой подъема грузов до 3–4,5 м, со скоростью передвижения 3–7 км/ч;

в) ручные тележки с подъемной платформой и вилочные с гидropодъемником (0,3–1,25 т) с высотой подъема грузов до 1500 мм.

В механических и сборочных цехах тяжелого машиностроения для передачи тяжелых деталей из пролета в пролет, со склада заготовок в цех и для других перевозок применяют *специальные тележки с электрическим приводом*, перемещающиеся по ширококолейному рельсовому пути. Грузоподъемность применяемых тележек от 5 до 120 т, скорость перемещения 30–40 м/мин.

В автоматизированном машиностроительном производстве часто используют *самоходные транспортные тележки (робокары)*. В них используют оптоэлектронную связь для отработки маршрута движения. Обмен информацией между тележкой и системой управления осуществляется путем либо передачи-приема радиоволн или инфракрасного излучения, либо с помощью электропровода, смонтированного в полу, и пунктов диалога (последний снижает гибкость транспортных средств). Ввиду ограниченной энергии питания от аккумуляторных батарей (они не должны быть громоздкими), а также значительных потерь мощности, связанных с передачей движения посредством пневматических шин, их грузоподъемность не превышает 200 кг. Использование пневматических шин, необходимых для получения достаточного сцепления с полом, предьявля-

ет повышенные требования к чистоте и ровности пола в цехе. Точность позиционирования при максимальной скорости движения 30 м/мин составляет 10 мм [7, 8].

Сокращение интенсивности грузопотоков может быть достигнуто путем увеличения транспортной партии за счет использования *электропоездов без водителя*. Схема такого поезда показана на рисунке 3.6. Тягач поезда имеет впереди рамку, которая при соприкосновении с препятствием останавливает электропоезд.

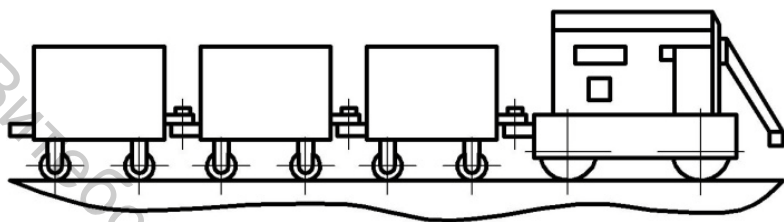


Рисунок 3.6 – Электропоезд без водителя

Для обеспечения заданного направления под полом на глубине 20 мм прокладывают проводник, по которому протекает переменный ток частотой 5...32 кГц. Индуктивное управление поездом позволяет обойтись без рельсов и троллейных проводов. Достоинством является и то, что не нужны электрокартики. При движении электропоезда со скоростью 80 м/мин длина пути торможения равна 0,6 м.

3.5 Выбор кранового оборудования

3.5.1 Классификация

Грузоподъемным краном называют грузоподъемную машину циклического действия, предназначенную для подъема и перемещения грузов (удерживаемых грузозахватным органом) из одной точки площадки, обслуживаемой машиной, в другую.

Цикл работ состоит из захвата (строповки) груза, подъема его на необходимую высоту, перемещения в нужную точку обслуживаемой площадки, опускания, расстроповки груза и возвращения крана в исходное положение. Грузоподъемный кран работает кратковременно, в повторяющемся циклическом режиме в отличие от машин непрерывного (постоянного) действия, например, конвейеров.

Современные грузоподъемные краны разделяют по назначению, области применения, конструктивным признакам, эксплуатационным параметрам и другим особенностям. Грузоподъемные краны машиностроительных предприятий разделяют [1]:

- по конструктивному исполнению – на краны мостового типа (мостовые, козловые, полукозловые и мостовые перегружатели), стрелового типа (консольные) и краны-штабелеры;

- по возможности передвижения – на передвижные (все типы кранов) и стационарные (консольные поворотные) краны, управляемые с пола основными производственными рабочими (в учебнике не рассматриваются);

- по способу передвижения – с приводными ходовыми колесами (механизм передвижения первого типа) и с не приводными ходовыми колесами (механизм

передвижения второго типа – с тяговым канатом);

–по конструкции ходового устройства – рельсовые (все краны передвигаются по рельсовому крановому пути);

–по способу установки – на опорные (опирающиеся сверху на рельсовый крабовый путь) и подвесные (прикрепленные к крановому пути снизу);

–по роду привода механизмов – на ручные и машинные. К ручному приводу относят подвесные мостовые краны и кран-балки малой грузоподъемности, механизмом подъема груза в которых служит ручная таль. Передвижение моста крана вдоль пролета цеха и грузовой тележки крана по мосту также осуществляют вручную. Указанные краны применяют преимущественно при производстве работ по ремонту и монтажу технологического оборудования цехов. Выпускают также ручные стационарные консольные поворотные краны. Все остальные краны оснащены электрическим (машинным) приводом;

–по возможности и степени поворота стрелы (консоли или колонны) – неповоротные и неполповоротные (угол поворота стрелы в плане менее 90°), консольные передвижные краны или полноповоротные краны-штабелеры;

–по конструкции грузозахватного органа – на крюковые, предназначенные для работы с различными штучными грузами, магнитные – для транспортирования стальных и чугунных грузов, грейферные – для работы с сыпучими материалами, клещевые – для работы с затаренными в ящики, бочки или мешки грузами, траверсные – оснащенные траверсами со съёмными грузозахватными устройствами, например вакуумные захваты, вилочные, штыревые, торцовые и другие автоматические захваты (спредеры для транспортирования контейнеров, захваты у манипуляторов и роботов);

–по способу управления – на управляемые из кабины, с пола (посредством подвесной кнопочной станции или ручного привода), дистанционно (для кранов, работающих в среде, содержащей пары кислот, щелочи, пыль и другие вредные для человека вещества) и автоматически (по заданной программе или при помощи компьютера, например краны-штабелеры);

–по назначению – на краны общего назначения, оснащенные преимущественно грузовым крюком и применяемые в основных производствах, и специального назначения (краны металлургические, строительно-монтажные, для обслуживания гидротехнических сооружений и др., а также краны, работающие во взрыво- и пожароопасных средах, в условиях повышенного агрессивного воздействия среды).

Независимо от конструкции все рассмотренные краны состоят из аналогичных сборочных единиц и деталей. Основной из них является металлоконструкция, служащая опорой для всех механизмов крана. Мост крана снабжен механизмом передвижения, при помощи которого он передвигается по пролету цеха. По рельсам, закрепленным на мосту крана, с помощью механизма передвижения перемещается грузовая крановая тележка. На крановой тележке размещены механизмы основного и вспомогательного подъема.

Независимо от типа кран снабжен приборами и устройствами безопасности. Кроме того, имеется отопительное, осветительное оборудование и монтажная оснастка.

3.5.2 Конструктивные схемы, общее устройство и применение кранов

Мостовой кран – грузоподъемная машина, предназначенная для подъема, опускания и горизонтального перемещения различных грузов. Мостовые краны состоят из двух основных узлов: моста, передвигающегося вдоль цеха, и грузовой тележки или тали, передвигающихся по мосту. В зависимости от конструкции моста мостовые краны бывают однобалочные и двухбалочные. Однобалочный мост состоит из главной балки, соединенной с двумя концевыми балками. Двухбалочный мост имеет две главные балки, соединенные с двумя концевыми балками. Наибольшее распространение получили двухбалочные мостовые краны.

По способу опирания на крановый путь различают мостовые краны *опорного и подвесного* типов. К мостовым кранам *опорного типа* относят краны, опирающиеся ходовыми колесами на крановый рельс, закрепленный на подкрановой балке, установленной на колоннах цеха (эстакадах).

Мостовые краны *подвесного типа* ходовыми колесами опираются на нижние полки двутавровых балок, подвешенных к перекрытиям цеха.

Мостовые краны подвесные однобалочные с электрическим приводом по ГОСТ 7890–84 изготавливают двух-, трех- и четырехопорными грузоподъемностью 0,25...5 т.; длина двухопорных кранов 3,6... 18,0 м, трехопорных 16,2...27,0 м, четырехопорных 28,2...34,5 м, скорость подъема груза 0,133 м/с, скорость передвижения электрической тали 0,33 м/с, скорость передвижения крана 0,53 м/с. Управление краном осуществляют с пола. Для подъема и передвижения груза используются электрические тали.

На рисунке 3.7 показан подвесной двухопорный однобалочный кран. Главная балка 1 к левой концевой балке 3 прикреплена жестко с помощью болтов, а к правой балке 2 – подвижно.

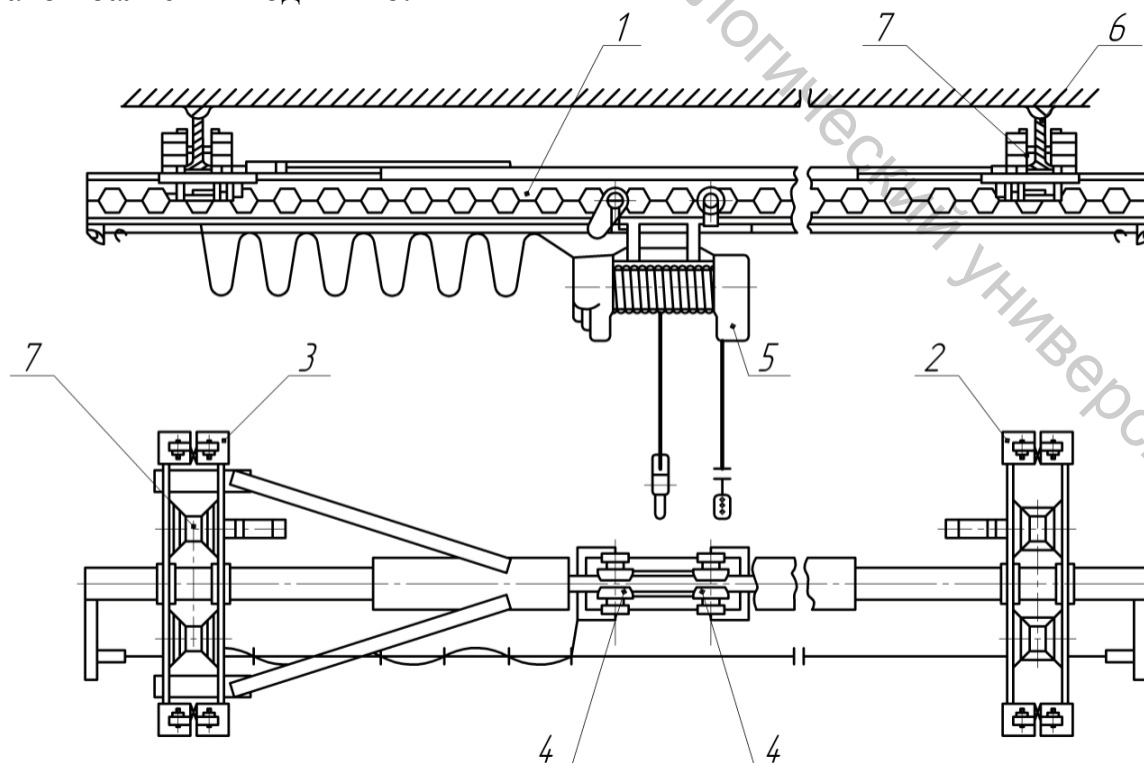


Рисунок 3.7 – Однобалочный мостовой кран подвесного типа

По главной балке на ходовых колесах 4 перемещается электрическая таль 5. Перемещение главной балки по подвешенному к перекрытию цеху двутавру 6 осуществляется с помощью ходовых колес 7.

Мостовые краны опорные однобалочные с электрическим приводом по ГОСТ 22045–82 имеют грузоподъемность 1,5 т, пролет 4,5...25,5 м, высоту подъема груза 6, 12, 18 м, скорость подъема груза 0,133 м/с, скорость передвижения электрической тали 0,33 и 0,53 м/с, скорость передвижения крана 0,40; 0,63; 1,0 м/с.

Мостовые опорные и подвесные однобалочные краны грузоподъемностью до 5 т применяют в качестве технологического транспорта, а также для погрузочно-разгрузочных работ внутри цеха и складов. Подвесные кран-балки по сравнению с кран-балками опорного типа имеют ряд преимуществ: они не требуют установки колонн для подкрановых путей, что увеличивает полезную площадь цеха; имеют малые габариты по вертикали, что позволяет получить большую высоту подъема груза; позволяют осуществлять стыковку с монорельсовыми путями и переход тали с кран-балки на монорельсы и обратно, а также с кран-балки одного пролета на кран-балку другого пролета, что очень важно в *поточном производстве*. Мостовые однобалочные краны рекомендуются использовать при такте выпуска изделий более 8–10 мин. Рекомендуемые расстояния рабочих перемещений таких кранов составляют 30–50 м.

На рисунке 3.8 представлен двухбалочный мостовой кран опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза.

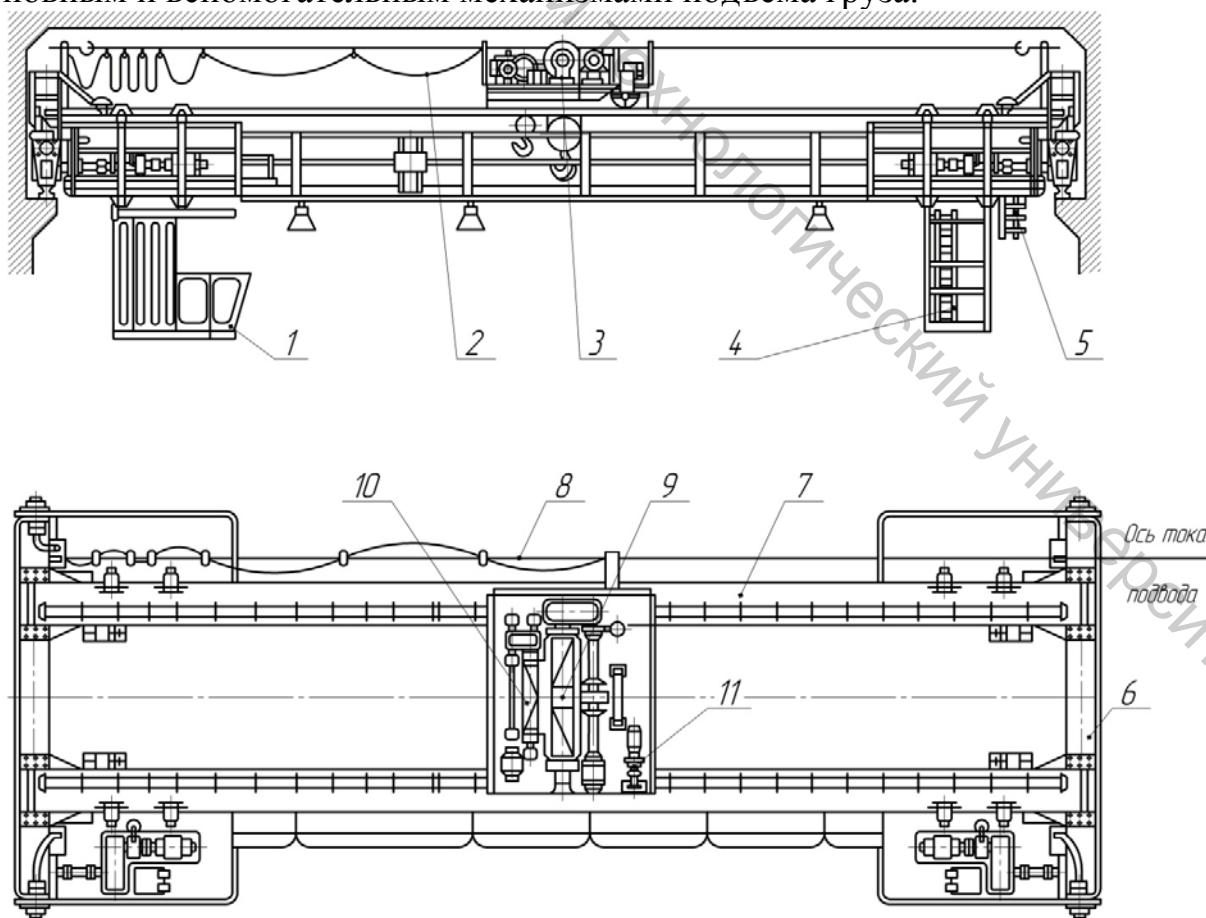


Рисунок 3.8 – Двухбалочный мостовой кран опорного типа

Главные 7 и концевые 6 балки составляют мост крана. На грузовой тележке 3 установлены основной 9 и вспомогательный 10 механизмы подъема груза и механизм передвижения тележки 11. К мосту крана прикреплена кабина управления 1. Электроэнергия к механизмам крана подается с помощью специальных токоведущих шин (троллеев) 5, установленных вдоль стен цеха. Для осмотра троллеев предназначена кабина 4. Энергия к механизмам подъема груза и передвижения тележки подается с помощью гибкого кабеля 2, перемещающегося на катках по натянутой проволоке.

Мостовые краны общего назначения опорные двухбалочные с электрическим приводом по ГОСТ 25711–83 предусматриваются однокрюковые (5–15 т) и двухкрюковые (15/3, 20/5, 30/5, 50/10 и 75/20 т). Имеют скорость подъема груза 0,05...0,32 м/с, скорость передвижения тележки 0,02...0,63 м/с, скорость передвижения крана 0,40...2,5 м/с, высоту подъема груза 12,5 м, пролет 10,5...34,5 м.

Мостовые опорные краны, перемещающиеся по подкрановым путям, уложенным на консолях колонн, допускается применять только в цехах крупных и тяжелых деталей и узлов (более 5 т). В этих случаях их используют для установки, перестановки и кантования деталей и их межоперационного транспортирования. Рекомендуемые расстояния перемещений до 50 м.

Козловой кран – грузоподъемная машина пролетного типа с передвижным мостом 1 (пролетным строением) на высоких опорах 2, каждая из которых через ходовые колеса 3 или колесные тележки опирается на наземный крановый рельс 4 (рисунок 3.9). Мост имеет одну или две консоли, которые выходят за опоры, что увеличивает обслуживаемую краном зону. Мост выполняют одно- или двухбалочным. По рельсам, уложенным на двухбалочном мосте, перемещается тележка, аналогичная тележке мостового крана. Если мост выполнен однобалочным, подъем, опускание и перемещение груза вдоль моста осуществляется электроталью, установленной на монорельсе. Механизмы передвижения крана размещены на каждой опоре.

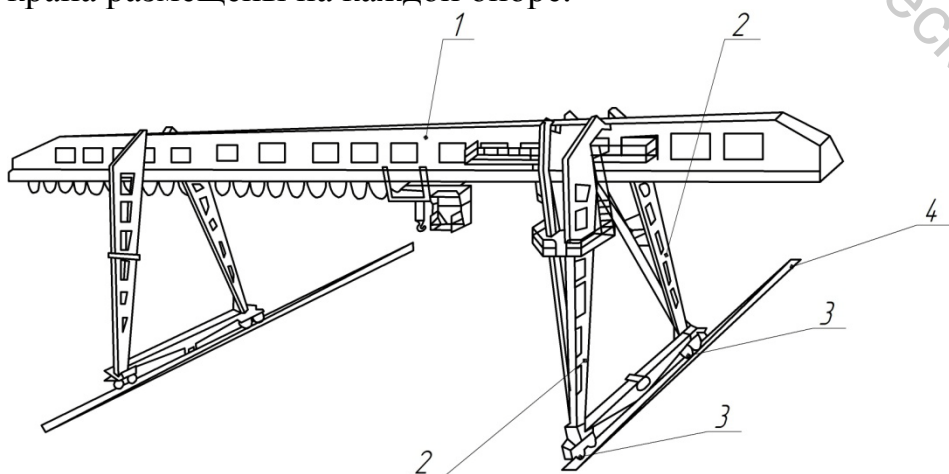


Рисунок 3.9 – Однбалочный козловой кран

В зависимости от профиля обслуживаемой площадки ходовые тележки опор могут быть расположены на одинаковых или разных уровнях. В некоторых случаях одна из ходовых тележек может быть установлена на уровне пролетного строения.

Такие краны называют полукозловыми (рисунок 3.10).

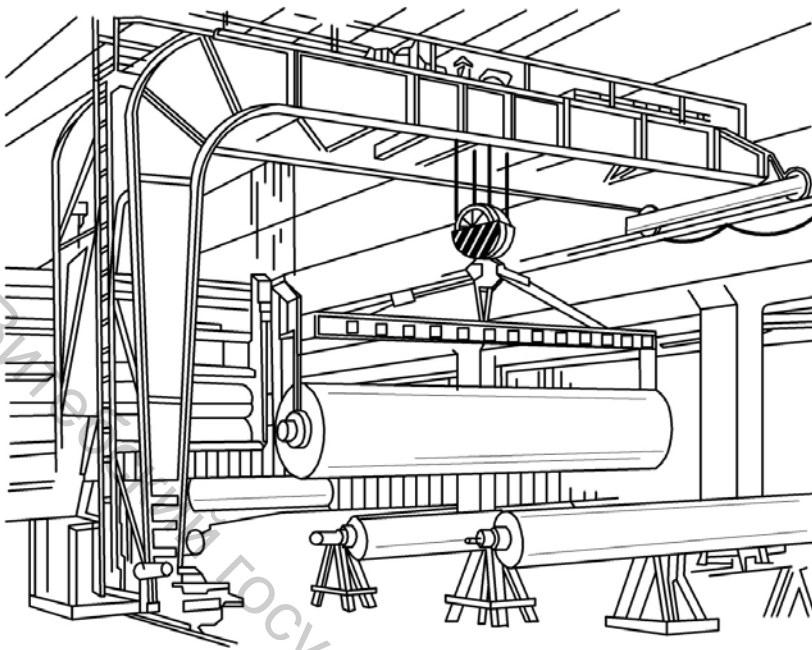


Рисунок 3.10 – Полукозловой кран
предварительной его сборке.

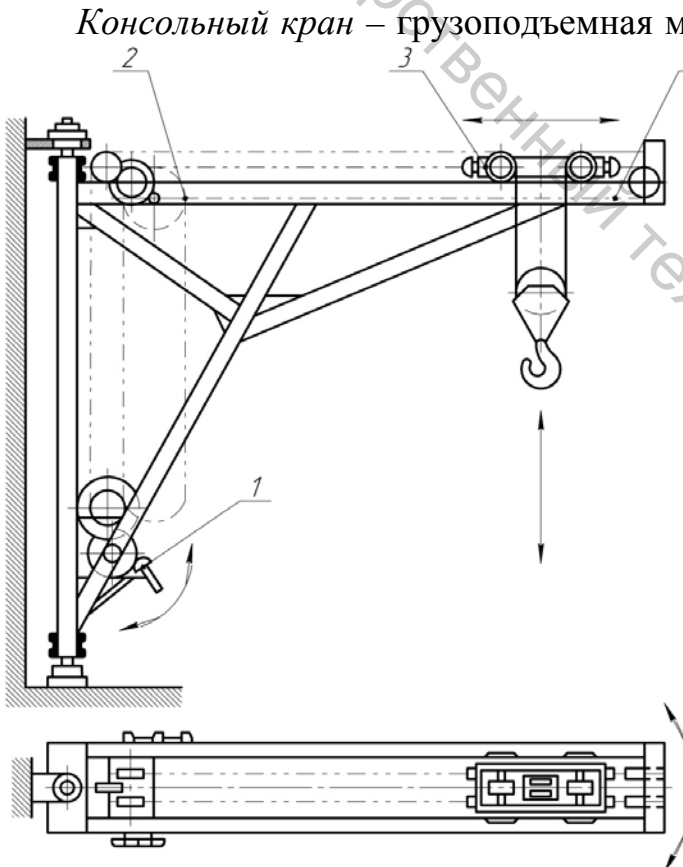


Рисунок 3.11 – Консольный настенный поворотный кран с переменным вылетом и ручным приводом: 1 – лебедка; 2 – цепное колесо; 3 – тележка; 4 – канат

Козловые крюковые электрические двухконсольные краны общего назначения грузоподъемностью 3,2...32 т, пролетом 10...32 м, высотой подъема груза 7,1...10 м с гибкой подвеской грузового крюка изготавливают по ГОСТ 7352–81.

Конструкция кранов грузоподъемностью до 12,5 т включительно должна обеспечивать возможность самоподъема собранного моста на монтаже при

отличие от кранов мостового типа стрела консольного крана не опирается обоими концами на металлоконструкцию крана, а закреплена на ней консольно (рисунок 3.11). По горизонтальной стреле балочного типа передвигается грузовая тележка (таль). Устойчивость крана против опрокидывания обеспечивают горизонтальные ролики. Консольные краны, передвигающиеся по одному рельсу, уложенному на полу цеха, называют *велосипедными*.

Консольные краны (поворотные) с электротальями и подъемниками применяют для непосредственного обслуживания рабочих мест с часто повторяющимися операциями подъема и перемещения грузов на близкое расстояние.

Устанавливают такие краны на отдельных стойках или на колоннах;

они могут встраиваться в станок или быть подвесными; их грузоподъемность равна 0,25–3 т; вылет стрелы 3–6 м.

Краны-штабелеры сочетают в себе качества кранов и электропогрузчиков.

Они могут быть опорными и подвесными (рисунок 3.12). Кран передвигается по подвесному подкрановому пути.

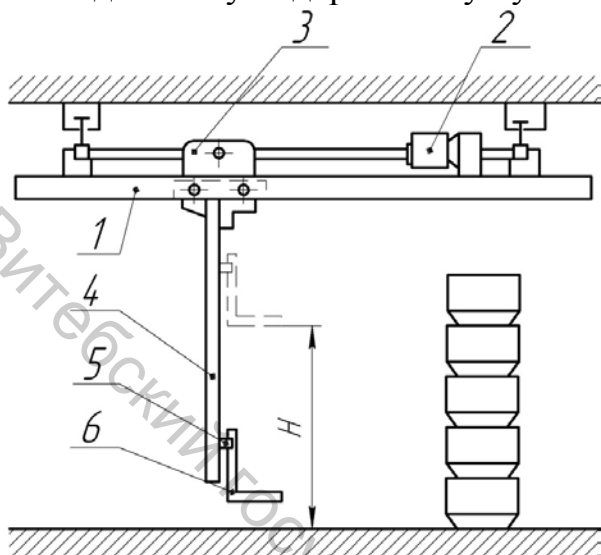


Рисунок 3.12 – Схема подвесного крана-штабелера:

1 – мост; 2 – механизм передвижения; 3 – тележка; 4 – колонна; 5 – грузовая каретка; 6 – вилы

Основное применение кранов-штабелеров – обслуживание складов со штабельным и стеллажным хранением грузов в таре. Однако они могут быть применены и в производственных цехах для внутрицеховых и межоперационных подъемно-транспортных работ. Преимущества кранов-штабелеров: высокая производительность, простота управления, возможность обслуживания помещений с различными уровнями пола, высокая маневренность и возможность уменьшения площади складов за счет лучшего использования объема складских зданий.

Возможность перехода тележки подвесного крана-штабелера со своего моста на мост другого крана, расположенного в соседнем пролете, позволяет обслуживать одной тележкой несколько крановых мостов в различных пролетах и лучше использовать краны или одновременно работать на одном мосту несколькими тележками, что необходимо при наличии длинномерных грузов и т. д. Применение подвесных кранов-штабелеров позволяет передавать тележку также с моста крана по специальным рельсовым путям, расположенным перпендикулярно основным подкрановым путям, в результате чего можно, например, бесперегрузочно транспортировать готовые изделия из механосборочного цеха в склад готовой продукции. Область применения кранов-штабелеров может быть еще более расширена, если применить поворотные круги для изменения направления движения тележки крана по рельсовым путям.

Типаж серийно изготавливаемых и типовых конструкций кранов-штабелеров предусматривает их грузоподъемность от 125 кг до 5 т, высоту подъема груза до 12,4 м, скорости передвижения моста до 60 м/мин и поперечного передвижения тележки до 12,5 м/мин.

Монорельсы применяют совместно с электроталями, ручными талями, тельферами, пневматическими или гидравлическими подъемниками для обслуживания отдельных рабочих мест и при транспортировке на значительные расстояния и межпролетной передаче грузов.

Грузоподъемность электроталей для монорельсов 0,1–10 т, высота подъема до 6 м, скорость подъема 8 м/мин, скорость передвижения 20 м/мин. Грузоподъемность подъемников до 2 т.

В зависимости от конструкции приводного механизма различают червячные, шестеренчатые и рычажные тали.

Таль с червячным приводом (рисунок 3.13 а) устроена следующим образом.

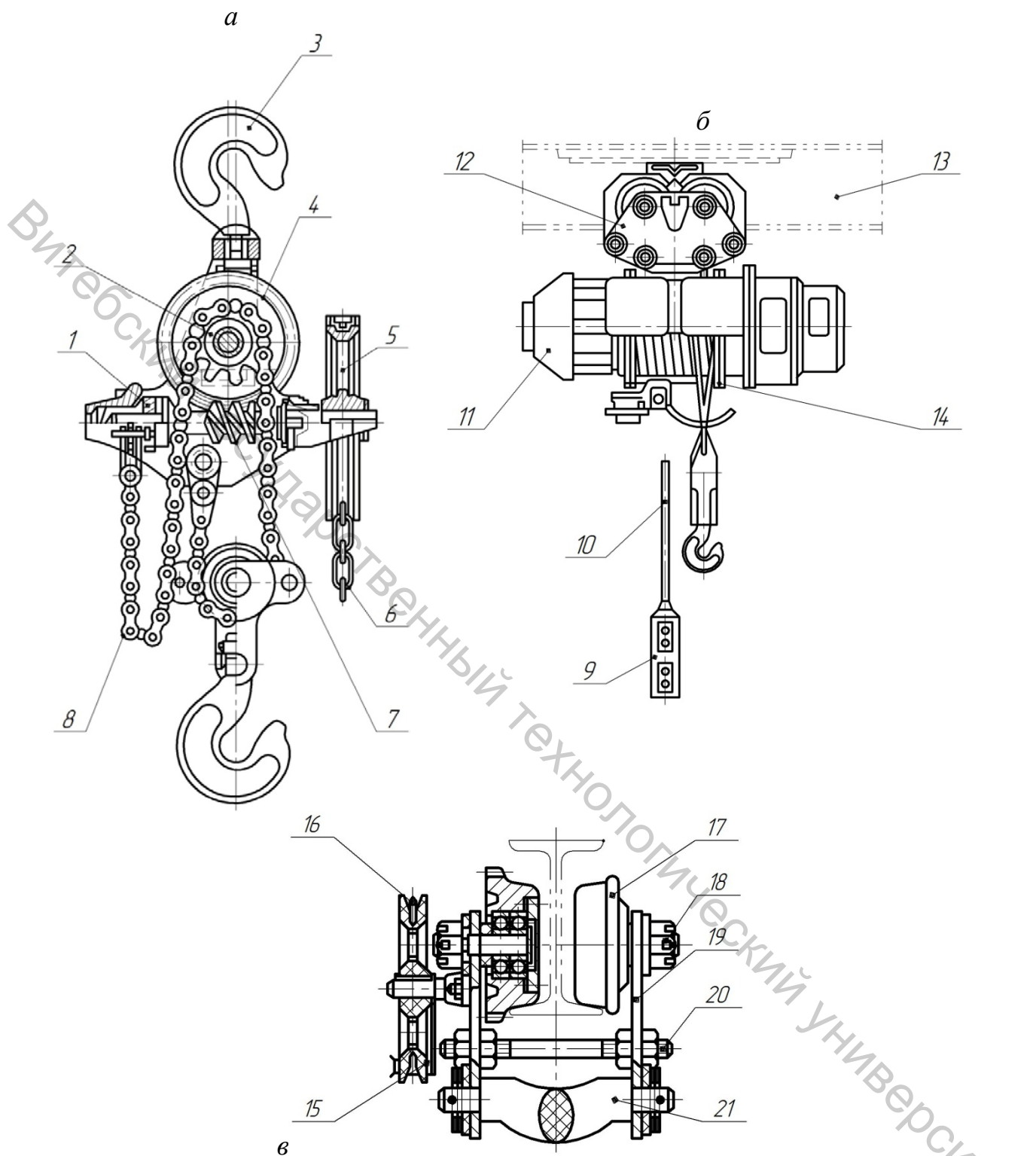


Рисунок 3.13 – Таль (а), тельфер (б) и монорельсовая тележка (в) с ручным механизмом передвижения для подвешивания тали и тельфера: 1 – тормоз; 2 – звездочка; 3 – крюк; 4 – червячное колесо; 5, 15 – приводные колеса; 6 – приводная цепь; 7 – червяк; 8, 16 – грузовые пластинчатые цепи; 9 – пульт управления; 10 – гибкий кабель; 11 – электрический двигатель; 12 – тельфер; 13 – монорельсовый путь; 14 – канатный барабан; 17 – колесо; 18 – ось; 19 – боковая накладка; 20 – шпилька; 21 – траверса

Грузовая пластинчатая цепь 8 установлена на звездочке 2 червячного колеса 4. Таль снабжена дисковым или коническим тормозом 1, который срабатывает от осевого усилия червяка 7. Вращение червяка, а следовательно, и червячного колеса со звездочкой осуществляется приводной цепью 6 через цепное приводное колесо 5. Тали на месте работы подвешивают при помощи крюка 3.

При необходимости перемещения груза в горизонтальном направлении ручную таль подвешивают за крюк 3 (рисунок 3.13 а) к траверсе 21 на монорельсовой тележке (рисунок 3.13 в), которая перемещается по рельсу. Тележка снабжена колесами 17, установленными на осях 18, которые крепятся в боковых накладках 19, стянутых шпильками 20.

Тельферы (рисунок 3.13 б) изготавливают с электрическим приводом. Тельфер состоит из грузового канатного барабана 14, редуктора и фланцевого электрического двигателя 11. Грузоподъемность тельфера обычно не превышает 5 т. Передвижные тельферы крепятся к механизированной тележке 12, которая имеет отдельный электрический привод. Тележка перемещается вдоль монорельсового пути 13. Управление осуществляется с дистанционного пульта 9, который подвешивают на кабеле 10 к корпусу тельфера.

Недостатком монорельсов является малая ширина зоны обслуживания. Для ее увеличения применяют гибкую подвеску монорельсов на тягах длиной 800–1500 мм, что дает возможность отвести электротали на 700–800 мм от номинальной оси подвески и обслуживать площадь шириной 1400–1600 мм. Для облегчения движения тали по монорельсу его полки делают прямыми, то есть без уклона.

3.6 Выбор конвейеров и транспортеров

Подвесной транспорт в виде конвейеров, однорельсовых дорог, самоходных тележек и тягачей имеет следующие положительные особенности: гибкость трассы в горизонтальной и вертикальной плоскостях и легкая приспособляемость ее к возможным изменениям технологического и производственного процессов; возможность подачи грузов непосредственно к рабочим местам; бесперегрузочное перемещение грузов как внутри, так между цехами и корпусами; возможность создания на конвейерах подвижных запасов деталей вместо занимающих производственную площадь промежуточных складов; возможность применения автоматического и дистанционного управления. Подвесной транспорт находит широкое применение для межкорпусного и внутрикорпусного транспортирования грузов на расстояния до 1000 м, а также для внутрицеховых и межоперационных передач деталей и изделий.

Наиболее распространенными видами подвесного транспорта являются *подвесные конвейеры*, которые подразделяются на *грузонесущие* (рисунок 3.14 а), *толкающие* (рисунок 3.14 б) и *грузотянущие* (грузоведущие) (рисунок 3.14 в). Имеются также комбинированные конструкции конвейеров – несущетолкающие и несущетянущие [4].

У *грузонесущего конвейера* каретки с подвесками для грузов прикреплены к тяговому элементу (цепи) и перемещаются по постоянной трассе подвесных путей, вдоль которых тянется цепь. Основные параметры стандартных грузоне-

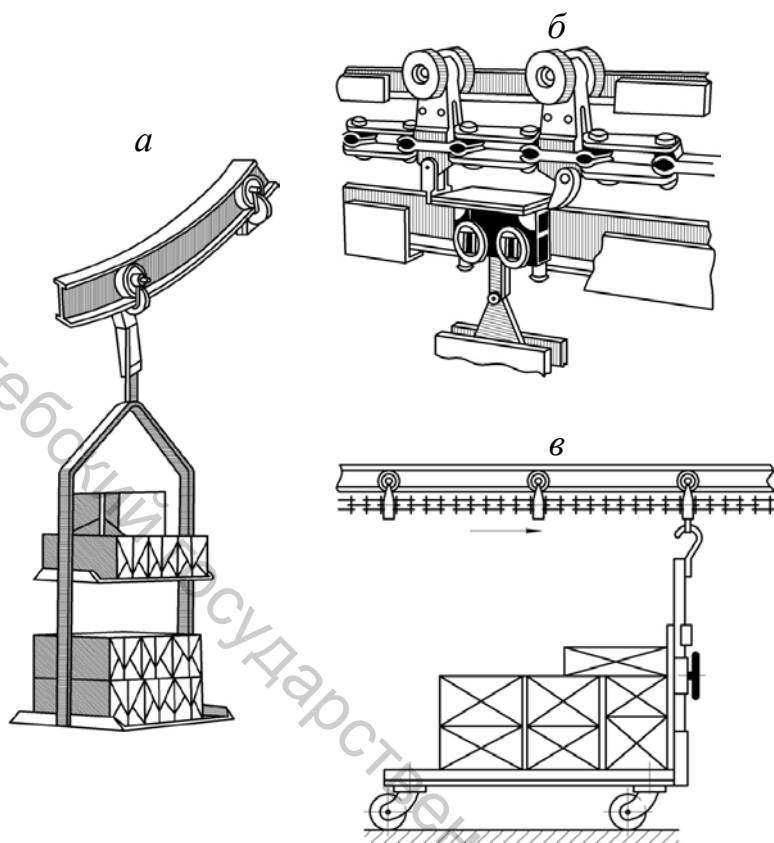


Рисунок 3.14 – Типы подвесных конвейеров:
а – грузонесущие; *б* – толкающие, *в* – грузотянущие

подвесок конвейера может производиться вручную, полуавтоматически и автоматически. На рисунке 3.15 *а* показана примерная схема автоматической загрузки, а на рисунке 3.15 *б* – автоматической разгрузки конвейера.

Конвейер может быть оснащен такой системой автоматического адресования подвесок с грузом, управление которым может быть децентрализованным (то есть местным), централизованным (с общего пульта) и смешанным.

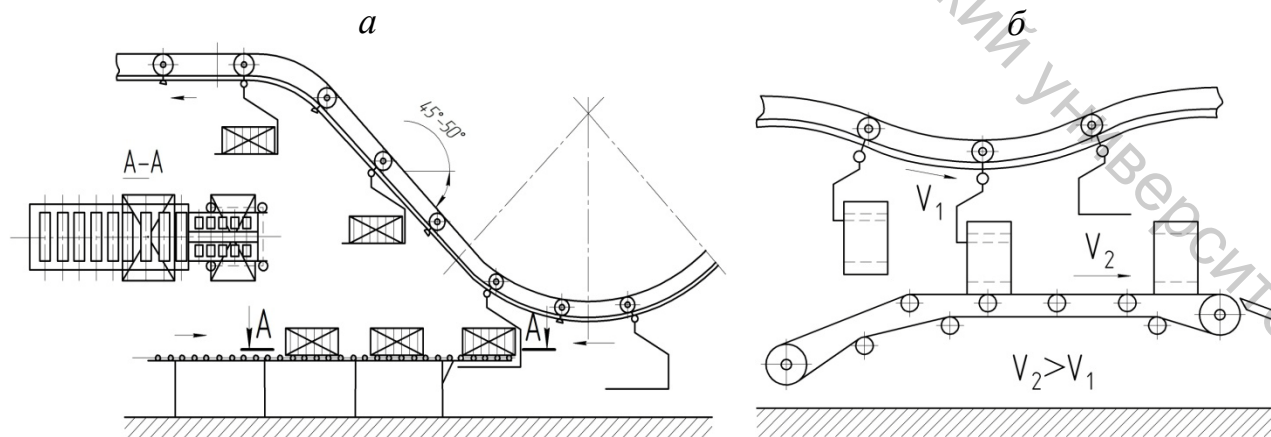


Рисунок 3.15 – Схемы автоматической загрузки и разгрузки подвесного конвейера

сущих конвейеров: грузоподъемность кареток 250, 500 и 800 кг, что позволяет транспортировать грузы массой до 2000 кг (при подвеске на четыре каретки); диапазон скоростей 0,3–31,5 м/мин. Подвесные ходовые пути изготовляют из прокатных или гнутых профилей и крепят к строительным конструкциям на тягах, кронштейнах или же на специальных стойках. Рабочие элементы конвейера – подвески – выполняют в зависимости от формы, габаритов и массы грузов, а также от применяемых способов загрузки и разгрузки конвейера.

Загрузка и разгрузка

Толкающие конвейеры применяют на машиностроительных и других предприятиях как с массовым, так и с серийным выпуском изделий. Особенно эффективно используются толкающие конвейеры на таком производстве, где на технологических линиях имеются операции с резко отличными от всех остальных режимами времени (исправление брака, охлаждение изделий и т. п.), а также для создания висячих комплектующих складов и заделов. Применять толкающие конвейеры только для транспортных целей менее целесообразно, так как они сложнее и дороже грузонесущих конвейеров.

В *подвесных толкающих конвейерах* тяговый элемент не прикреплен к грузовой тележке, которая движется по отдельному (нижнему грузовому) ходовому пути при помощи кулака-толкателя, прикрепленного к тяговой цепи, движущейся на каретках по своему (верхнему тяговому) пути. Наличие тягового и грузового путей и отсутствие крепления тяговой цепи к тележкам с грузами дают возможность свободного включения и отключения грузовых тележек от тяговой цепи и переход их на другие пути, что и является важнейшей конструктивной особенностью этого типа конвейера. Толкающие конвейеры можно объединить в одну полностью автоматизированную систему отдельные различные по такту транспортные и технологические линии. Грузовая трасса конвейера, по которой движутся подвески с грузами, может быть единой, несмотря на наличие многочисленных разветвлений, объединяемых одной или несколькими тяговыми трассами. При этом отпадает необходимость в перегрузках при передаче грузов с одной линии на другую.

Толкающий подвесной конвейер с автоматическим распределением грузов позволяет в одной единой транспортно-технологической системе осуществлять без перегрузок следующие операции [4]:

а) автоматический перевод тележек с грузами с основного пути 1 на вспомогательный 2 и обратно (рисунок 3.16 *а, б*) при помощи входных 3 и выходных 4 стрелок, чем достигается возможность обеспечения грузами различных по такту технологических операций (рисунок 3.16 *а*), разделение или комплектация различных грузов в необходимом технологическом порядке, а также организация подвижных промежуточных складов (рисунок 3.16 *з*) на подвесках;

б) автоматическая передача тележек с грузами с одного приводного пути $K-1$ на другие $K-2$ и $K-3$, имеющие другие скорости движения v_1 и v_2 и другие расстояния T_2 и T_3 между грузами (рисунок 3.16 *б*);

в) передача тележек с грузами на различные отметки по высоте при помощи подъемных и опускных секций грузового пути (рисунок 3.16 *е, ж*);

г) автоматическое взвешивание грузов на конвейере при помощи встроенных в грузовой путь весовых секций;

д) механизированный учет количества грузов, подаваемых конвейером, при помощи импульсных счетчиков или систем автоматического адресования.

а

б

в

г

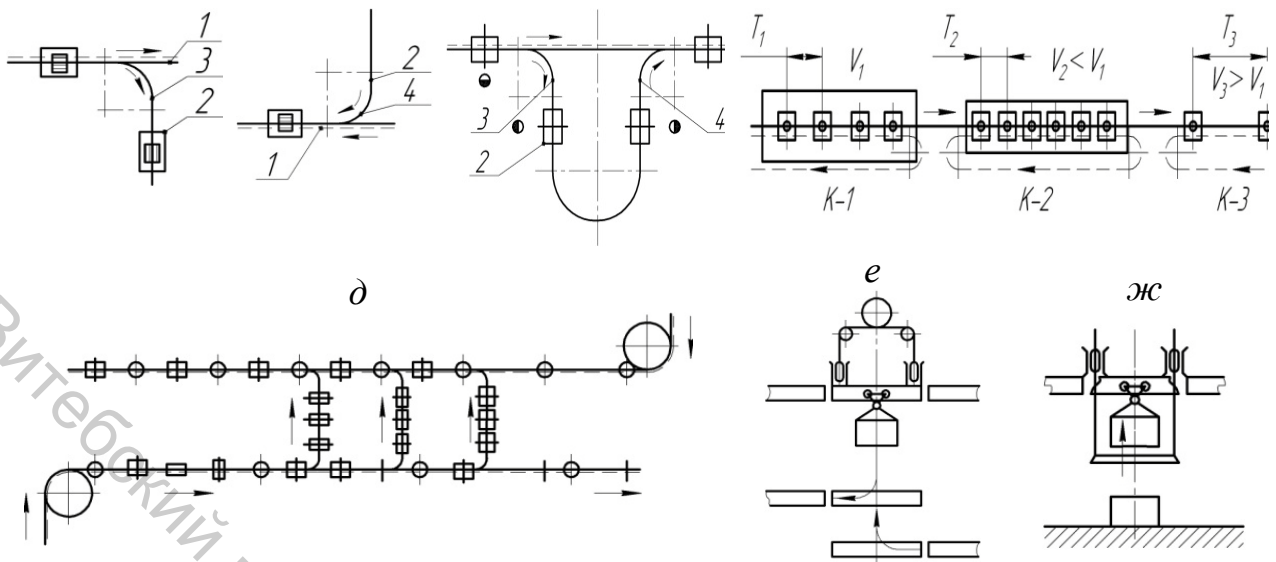


Рисунок 3.16 – Схемы возможных транспортных операций на толкающем конвейере

Типаж толкающих конвейеров предусматривает четыре типоразмера конвейеров с тележками грузоподъемностью 32, 125, 500 и 1250 кг. Диапазон скоростей конвейеров 0,8–24 м/мин. Данный типаж предусматривает максимальную унификацию элементов подвесных грузонесущих и толкающих конвейеров.

К специфичным элементам толкающих конвейеров относятся толкатели, каретки, тележки, ходовые пути, стрелки, элементы путевой автоматики (датчики), остановки и опускные секции.

На рисунке 3.17 показаны схемы толкателей, обеспечивающие перемещение тележек, предохранение от самопроизвольного движения на спусках и отключение тележки от цепи.

Стрелки (стрелочные переводы) бывают встречные (выходные) и попутные (входные).

Подвесные грузотянущие конвейеры служат для транспортирования груза на напольной тележке, перемещаемой по полу при помощи захвата или толкателя, укрепленного на каретке, которая перемещается по подвесному пути. На ведущей стойке тележки может быть установлен адресоноситель любой системы (рисунок 3.18). Преимуществами грузотянущих конвейеров являются: свободный ввод и вывод тележек из сферы действия движущейся цепи; возможность транспортирования более тяжелых грузов (2,5 т и более), чем на грузонесущих и толкающих конвейерах; возможность взаимодействия с напольно-тележечным транспортом при использовании тары.

а

б

в

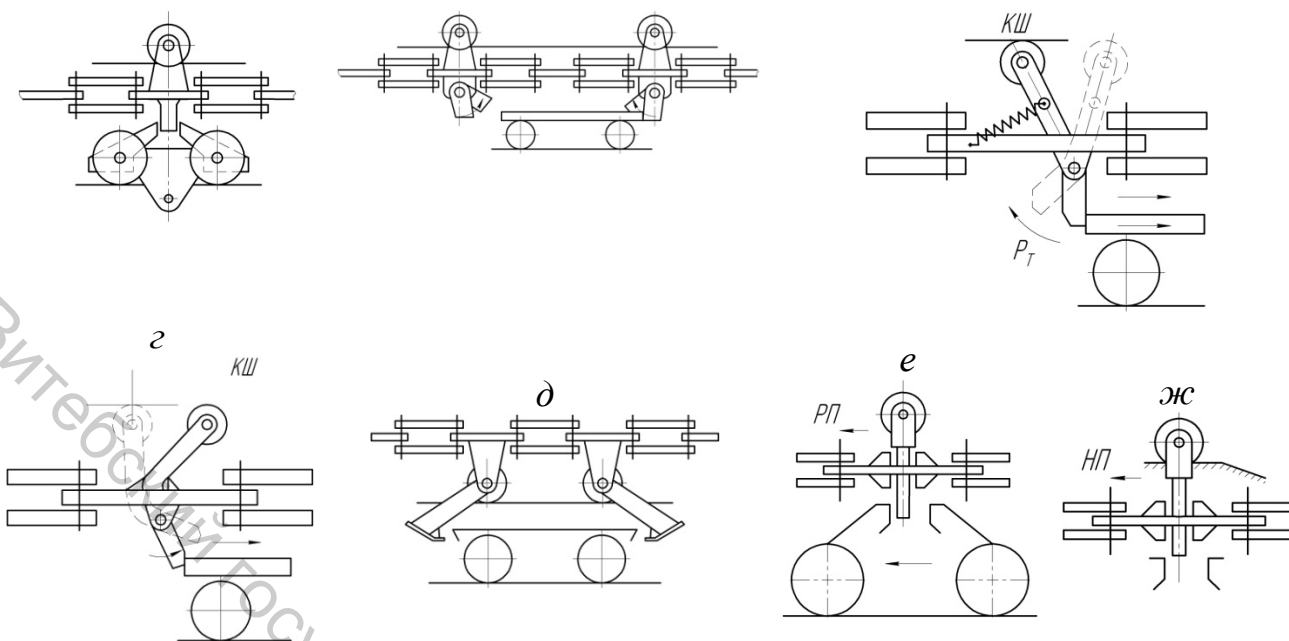


Рисунок 3.17 – Схемы толкателей: а, б, в – неуправляемые толкатели; г, д – поворотные управляемые толкатели; е, ж – выдвижные управляемые толкатели; РП – рабочее положение; НП – нерабочее положение; КШ – контршпин

Подвесные дороги состоят из электротягача и прицепных тележек, переме-

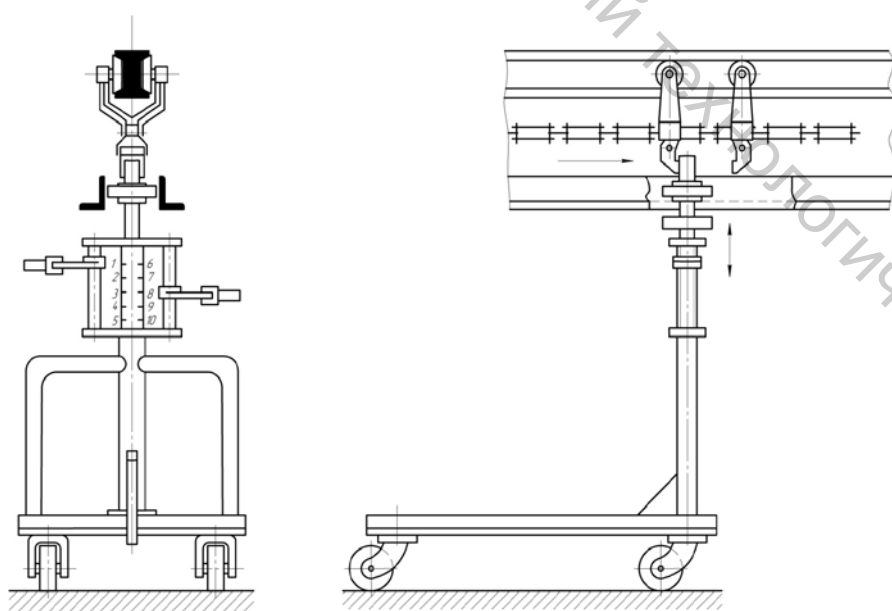


Рисунок 3.18 – Подвесной грузотянущий конвейер с автоматическим адресованием

щающихся по горизонтальным и наклонным монорельсовым путям. Электроэнергию тягач получает через троллеи, закрепляемые на подвесном пути. Подвесные дороги и самоходные тележки также могут быть оборудованы системами автоматического адресования грузов. Грузоподъемность подвесных дорог и тележек до 500 кг.

Напольные конвейеры и транспортеры

находят широкое применение в условиях поточно-массового и поточно-серийного производства (см. ниже) для межоперационного транспортирования в сборочных и механических цехах, а также для складирования готовых деталей и узлов. В серийном производстве конвейеры должны быть достаточно универсальными по габаритам, грузоподъемности и пропускной способности. В зависимости от размеров, веса и формы обрабатываемых деталей и изделий, а

также характера технологического процесса и объема производственной программы применяются несколько типов напольных конвейеров: *роликовые (рольганги), скаты и склизы, ленточные, пластинчатые, тележечные, цепные, шагающие* и др. [4, 7, 8].

Роликовые конвейеры представляют собой универсальный и конструктивно простой тип конвейера, получивший широкое применение в механических и сборочных цехах. Такие конвейеры используются для транспортирования корпусных деталей массой 25–100 кг с плоской опорной поверхностью, а также для мелких деталей в таре. Их достоинство состоит в том, что они допускают, пробуксовывание грузов и являются как транспортными, так и накопительными устройствами.

Роликовые конвейеры могут быть приводными и не приводными, горизонтальными и наклонными. Уклон полотна таких конвейеров составляет 1–3 % в зависимости от вида и массы груза. Роликовые конвейеры подразделяются на *стационарные* (рисунок 3.19 а) или *переносные и передвижные*, монтируемые на колесах (рисунок 3.19 б). Применяются также шариковые конвейеры.

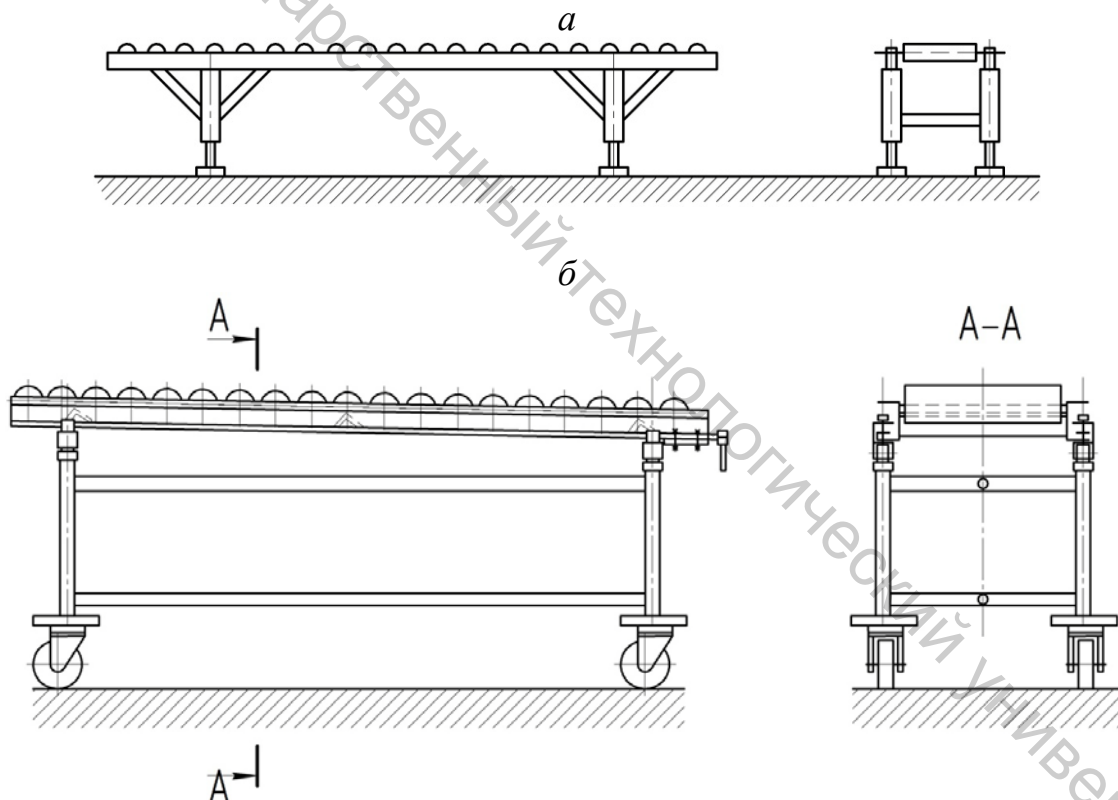


Рисунок 3.19 – Секции не приводных роликовых конвейеров

Не приводные роликовые конвейеры допускают возможность разветвления путей с помощью переходных секций, которые монтируются на поворотном круге (рисунок 3.20 а). Применяют также дисковые ролики, смонтированные на поворотных головках и устанавливающиеся по ходу грузов (рисунок 3.20 б, узел I), и шаровые опоры, допускающие движение грузов в любую сторону (рисунок 3.20 б, узел I').

В *приводных роликовых конвейерах* вращение передается от двигателя на все рабочие ролики. Скорость передвижения на таком конвейере до 9 м/мин.

Приводные конвейеры применяют главным образом для внутрикорпусного и внутрицехового транспортирования готовых деталей, узлов и комплектующих изделий на расстояния до 30 м. Приводные и неприводные конвейеры могут применяться для грузов массой до 1200 кг.

Тяжелые детали снимают с конвейера на рабочем месте с помощью роликовых или плоских наклонных лотков от полотна конвейера к столу станка. Для обслуживания станков токарной группы вместе с роликовым конвейером используют монорельсы с электротележками или другое подъемно-загрузочное устройство.

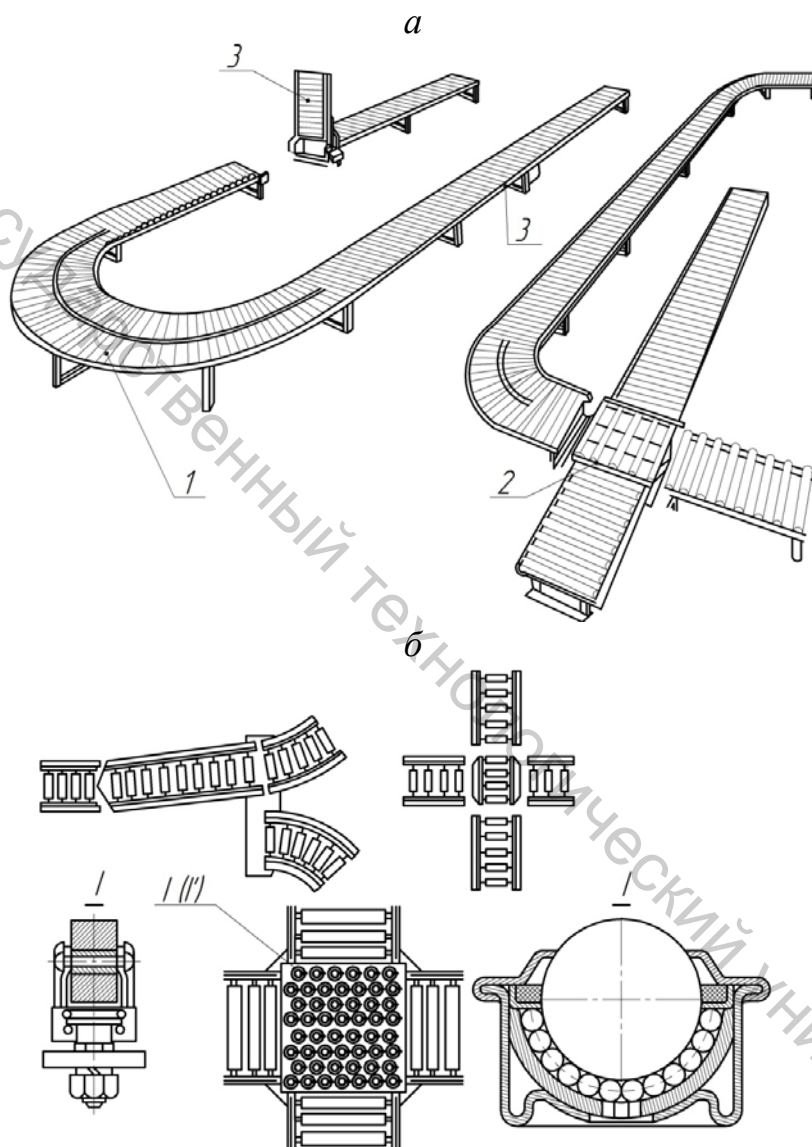


Рисунок 3.20 – Неприводные роликовые конвейеры:

а – конвейеры с криволинейными секциями; *б* – стрелка и узлы пересечения: 1 – криволинейные участки; 2 – поворотный круг; 3 – подъемная секция на проходе

Скаты выполняют в виде желобов длиной до 13 м с уклоном 1:10–1:15 и служат для перемещения тел вращения.

Склизы выполняют с уклоном 1:1–1:5 и применяют для перемещения плоских деталей либо деталей в таре.

Ленточные конвейеры в машиностроительном производстве применяют относительно редко в основном для транспортирования мелких деталей в поточно-массовом производстве с большой степенью расчленения технологического процесса и с малым тактом выпуска, а также в качестве подвижных складов. Такие конвейеры имеют текстильную прорезиненную ленту шириной 230–300 мм, движущуюся по настилу или роликовым опорам. Привод конвейеров обеспечивает широкий диапазон изменения скорости ленты в соответствии с тактом выпуска изделий. Ленточные конвейеры выпускают стационарными, переносными или катучими на роликах. Их грузоподъемность составляет до 300 кг, скорость рабочего конвейера 5–25 м/мин, транспортного – 30–50 м/мин и более.

Пластинчатые конвейеры применяют в основном в сборочных поточных линиях в качестве технологического транспорта для сборки мелких, средних, а также сравнительно тяжелых изделий (например, общей сборки автомобилей). В механических цехах такие конвейеры применяются для межоперационного транспортирования средних по размерам плоских деталей. Пластинчатый конвейер состоит из станины, по концам которой установлены две звездочки – приводная и натяжная. Бесконечный настил, состоящий из отдельных металлических пластин, прикреплен к одной или двум тяговым цепям. Настил конвейеров, применяемых для сборки крупногабаритных изделий, располагают на уровне пола. Конвейеры могут иметь длину до 250 м, ширину настила от 400 до 1800 мм. Скорость рабочего конвейера 1–5 м/мин, транспортного 7–25 м/мин.

Тележечные конвейеры находят широкое применение в сборочных, испытательных и, реже, в механических цехах поточного производства. В механических цехах такие конвейеры применяют для межоперационного транспортирования, а в сборочных – в качестве технологического транспорта. Тележечный конвейер состоит из замкнутого контура тяговой цепи с постоянно прикрепленными к ней тележками, движущимися по направляющим путям. Различают конвейеры вертикально-замкнутые и горизонтально-замкнутые, а также с непрерывным и пульсирующим движением.

Вертикально-замкнутые тележечные конвейеры могут быть с опрокидывающимися (рисунок 3.21) и неопрокидывающимися тележками. Вертикально-замкнутые конвейеры более компактны, занимают меньшую площадь, но при опрокидывающихся тележках полезно используется только верхняя ветвь. При использовании обеих ветвей (при неопрокидывающихся тележках) конструкция конвейера усложняется.

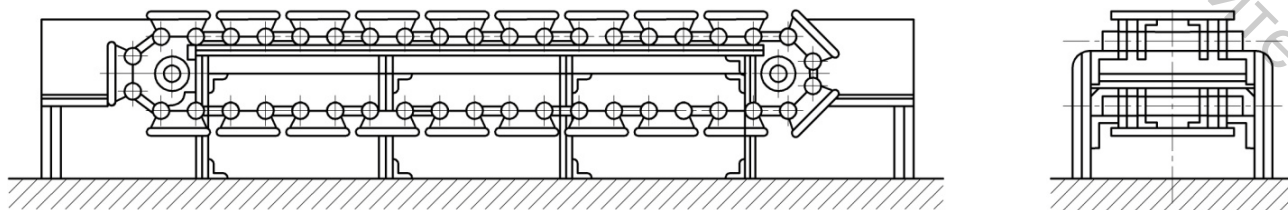


Рисунок 3.21 – Вертикально-замкнутый тележечный конвейер с опрокидывающимися тележками для сборки автомобильных двигателей
Горизонтально-замкнутые тележечные конвейеры (рисунок 3.22) позволя-

ют использовать для работы всю свою трассу, но требуют большей площади.

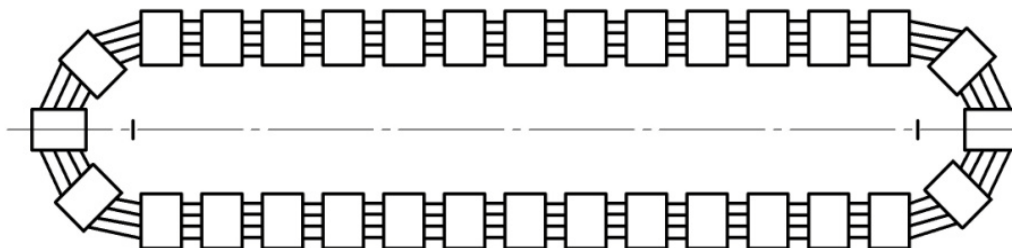


Рисунок 3.22 – Горизонтально-замкнутый тележечный конвейер

Для сборки сравнительно тяжелых и крупногабаритных изделий чаще всего применяют вертикально-замкнутые, а для сравнительно легких изделий, а также для процессов с длительными и различными – горизонтально-замкнутые конвейеры. Тележки конвейеров проектируются в соответствии с конструкцией изделия. Типаж тележечных конвейеров предусматривает грузоподъемности тележек от 10 до 8000 кг; ширину тележек 200–160 мм; скорости непрерывно действующих конвейеров определяется тактом сборки и шагом рабочих мест и составляет обычно 0,2–6 м/мин; пульсирующих 6–8 м/мин, транспортных – до 12 м/мин.

Грузоведущими называются конвейеры, у которых тяговый элемент при помощи тяг, крюков, штырей или кулаков-толкателей перемещает (ведет, тянет) грузы на тележках или на собственном колесном ходу, движущихся по полу, или направляющим путям. Такие конвейеры применяют для внутрикорпусного, внутрицехового и межоперационного транспортирования деталей и перемещения изделий при сборке и на других транспортно-технологических линиях механосборочных цехов, ремонтных баз, а также – на распределительных линиях складов.

Шагающие конвейеры – это конвейеры, у которых пульсирующее перемещение грузов происходит при помощи попеременно возвратных горизонтальных и вертикальных движений подвижной рамы, на которую укладываются грузы. Такие конвейеры применяются для сборки станков, двигателей и т. п. изделий.

Шагающий конвейер (рисунок 3.23) состоит из неподвижной рамы I с направляющими роликами 2, подвижной рамы 3, нескольких домкратов-подъемников 4 с опорными каретками 5, на которых лежит подвижная рама и привод 6, осуществляющий перемещение подвижной рамы. Объект сборки (например, станина станка) устанавливается на позицию I неподвижной рамы; подвижная рама в это время опущена. Для передачи объекта сборки на следующую позицию (II) подвижная рама поднимается домкратами на 10–15 мм выше уровня неподвижной рамы и приподнимает объекты сборки, после чего включается привод, и рама подвигается вперед на один шаг (III), то есть на расстояние между позициями. Затем рама опускается и устанавливает объект сборки на неподвижную раму (IV). После этого привод возвращает раму в исходное положение.

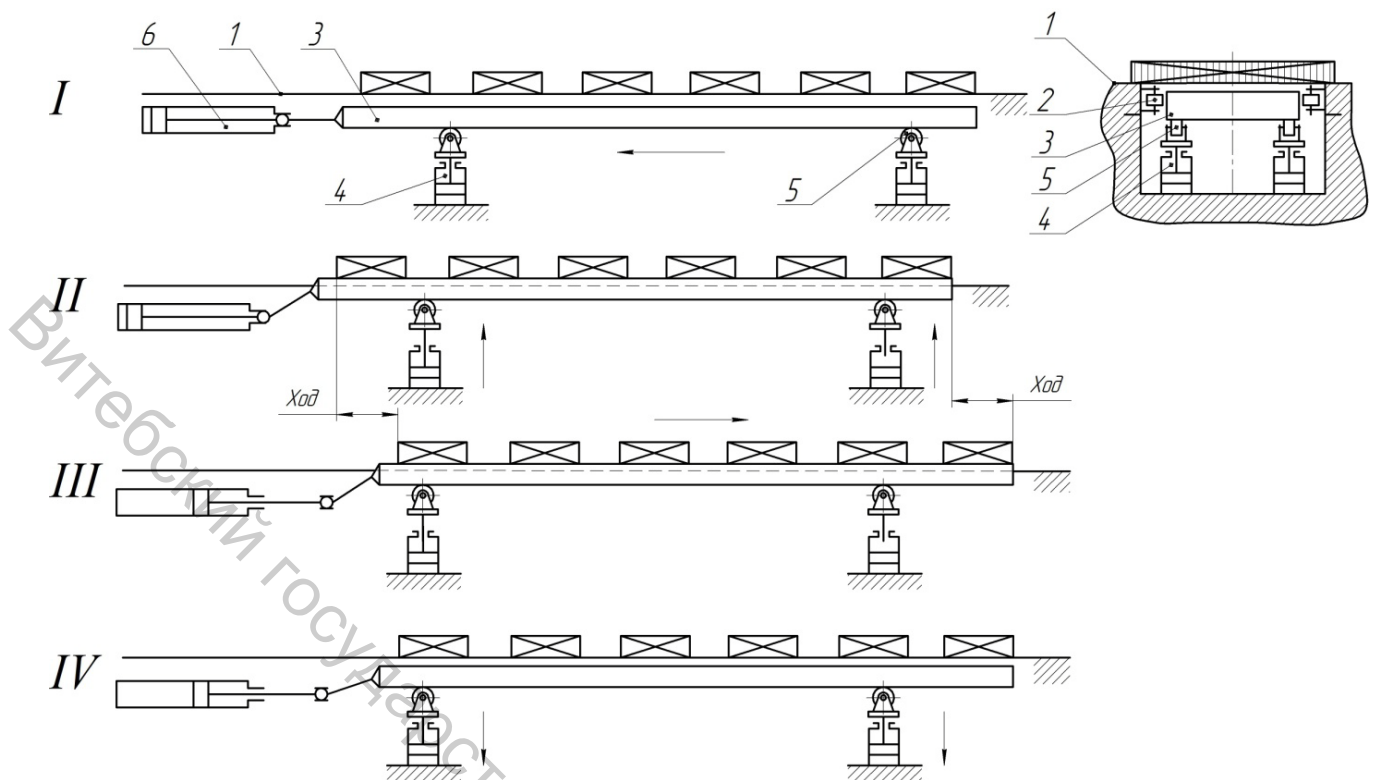


Рисунок 3.23 – Схема шагающего конвейера

При полностью заполненном конвейере рама перемещает объекты сборки на всех позициях на один шаг вперед через равные промежутки времени, соответствующие такту сборки. Таким образом, весь цикл работы конвейера осуществляется автоматически за четыре последовательных хода рамы: подъем, рабочий ход, опускание и обратный ход. Шагающие конвейеры имеют длину 25–60 м, скорость передвижения рамы 5–10 м/мин; масса перемещаемого груза на одном рабочем месте 1–7 т; время одного цикла перемещения конвейера 2–6 мин; такт сборки 20–120 мин и более.

Основные преимущества шагающего конвейера: малые габариты по высоте, доступность к объекту сборки, сочетание достоинств стационарной и подвижной сборки, сравнительная простота конструкции.

Конвейер на воздушной подушке (рисунок 3.24) является современной разновидностью шагающего конвейера. Конвейер состоит из ряда платформ, установленных на воздушной подушке и перемещаемых вручную по бетонным или металлическим направляющим.

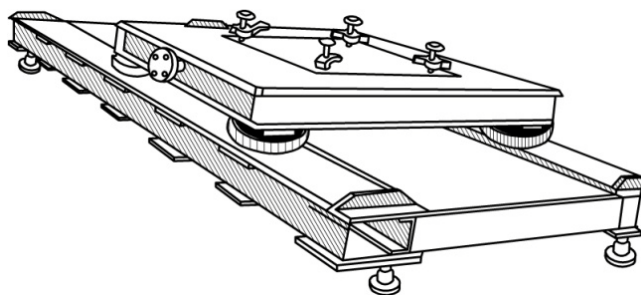


Рисунок 3.24 – Конвейер на воздушной подушке.

Сборка станков производится при отключенной системе воздухообеспечения. Грузоподъемность платформ конвейера до 5 т; рабочее давление воздуха 4 кгс/см^2 (40 Н/см^2); расход воздуха на одну платформу $120 \text{ м}^3/\text{ч}$. Главными достоинствами такого конвейера являются простота в изготовлении и обслуживании и возможность работать без жесткого такта.

3.7 Выбор подъемно-транспортных средств автоматического действия

Каретки-операторы используют для перемещения грузов в гибких производственных системах (рисунок 3.25). Шасси тележки представляет собой сварную силовую раму 11, на кронштейнах которой смонтированы две оси с четырьмя ходовыми колесами 12. С одной стороны рамы установлен подвижный бампер 13, который в

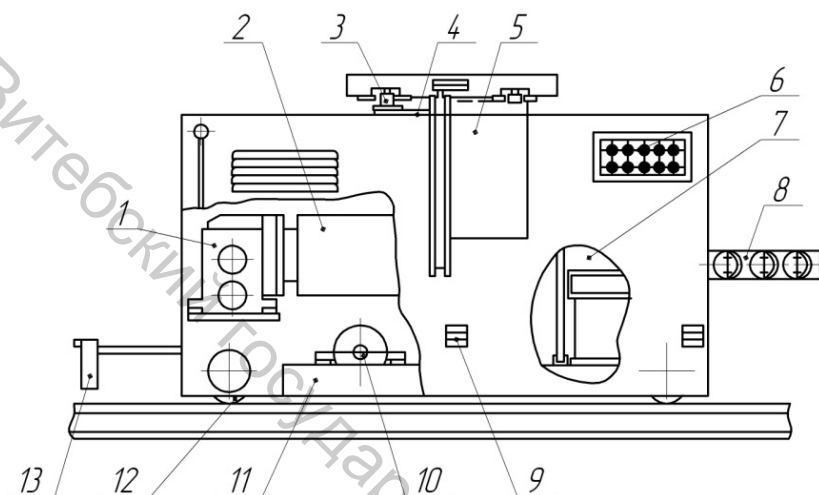


Рисунок 3.25– Каретка-оператор

случае наезда тележки на посторонние предметы включает систему торможения и останова. Привод перемещения каретки-оператора состоит из электродвигателя постоянного тока 2, редуктора 1, на выходном валу которого установлено зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с шестерней, расположенной на веду-

щей оси ходовых колес. Платформа установки спутников представляет собой плиту, на которой установлены направляющие планки с роликами 4 для базирования спутника и защелка, предохраняющая спутник от смещения при движении тележки. Привод подачи спутника 5 обеспечивает его перемещение с платформы тележки по направляющим планкам к агрегату загрузки спутников либо к ячейке оперативного накопителя. Блок электроавтоматики установлен на стойке 6 шасси тележки, к нему относятся чувствительные элементы 9 систем торможения и точного останова каретки-оператора. Механизм 10 фиксации каретки-оператора состоит из электропривода и фиксатора, который входит в отверстия в колодках, расположенных в пунктах останова тележки. Подвод электропитания к электрооборудованию обеспечивает кабеленесущая цепь 8. От наладочного пульта 7 возможно выполнение отдельных элементов цикла работы каретки-оператора. Работа тележки осуществляется в автоматическом (управление от ЭВМ) и полуавтоматическом (управление от пульта, расположенного рядом с рабочим местом оператора) режимах. При автоматическом режиме работы тележки по команде, поступающей от управляющей ЭВМ, включается электродвигатель привода перемещения каретки-оператора и датчик позиционирования, расположенный в пункте ее требуемого останова. Крутящий момент от электродвигателя с помощью редуктора передается на ведущую ось, на которой закреплены ходовые колеса, и тележка начинает перемещаться по рельсам. При подходе тележки к заданной позиции во взаимодействие с устройством позиционирования вступает вначале датчик системы торможения (происходит снижение скорости каретки-оператора), а затем датчик системы точного останова (в следящем режиме осуществляется позиционирование и останов тележки в заданном пункте). Затем каретка-оператор фиксируется. После этого включается привод подачи спутника, и движение цепи привода вперед и назад вызывает

либо перемещение спутника с платформы тележки на оборудование комплекса, либо наоборот – перемещение спутника на платформу каретки-оператора. На этом цикл работы тележки заканчивается. После поступления от ЭВМ новой информации каретка-оператор перемещается к пункту, указанному в следующем адресе [7, 8].

Каретки-операторы целесообразно применять при грузопотоках до 25 тыс. т/год и максимальной длине перемещений до 400 м. Каретки позволяют упростить систему управления, но при этом обладают рядом недостатков: значительными затратами на монтаж путей, сложностью изменения трассы движения и являются препятствиями для движения других транспортных средств и обслуживающего персонала

Самоходные транспортные тележки (робокары) используются в автоматизированном машиностроительном производстве. В тележках используют оптоэлектронную связь для отработки маршрута движения. Обмен информацией между тележкой и системой управления осуществляется путем либо передачи-приема радиоволн или инфракрасного излучения, либо с помощью электропровода, смонтированного в полу, и пунктов диалога (последний снижает гибкость транспортных средств). Тележки могут оснащаться роботом для перемещения грузов на спутниках.

Транспортные роботы используются в качестве транспортно-загрузочных устройств. В автоматизированном производстве широкое распространение получили промышленные роботы и манипуляторы. Промышленный робот – это перепрограммируемый автоматический манипулятор промышленного применения. Характерными признаками промышленного робота являются: автоматическое управление; способность к быстрому и относительно легкому перепрограммированию (изменению последовательности, системы и содержания команд), способность к выполнению трудовых действий. С помощью роботов можно объединять оборудование в производственные комплексы, обеспечивающие гибкую структуру производственных процессов в широком диапазоне серийности производства. Промышленные роботы зарекомендовали себя как гибкие автоматизированные средства реализации внутрицеховых и межоперационных материальных связей, обладающие целым рядом преимуществ по сравнению с другими устройствами: малые габаритные размеры подвижного органа, большой диапазон регулирования скорости перемещения, автоматические перемещения, полное высвобождение проездов после прохождения транспортного робота для транспорта других видов, автономность.

На рисунке 3.26 представлена классификация промышленных роботов [8].

Промышленные роботы оснащаются микрокомпьютерами, сенсорными устройствами, позволяющими поддерживать постоянную силу захвата, и устройствами технического зрения, предназначенными для идентификации, определения месторасположения и ориентации объектов, а также контроля отдельных размеров. Роботы используют как стыкующее устройство транспортной системы с основным оборудованием, в этом случае оно превращается в гибкие производственные модули. Гибкие производственные модули на базе токарного станка с передним (фронтальным) расположением рабочего органа

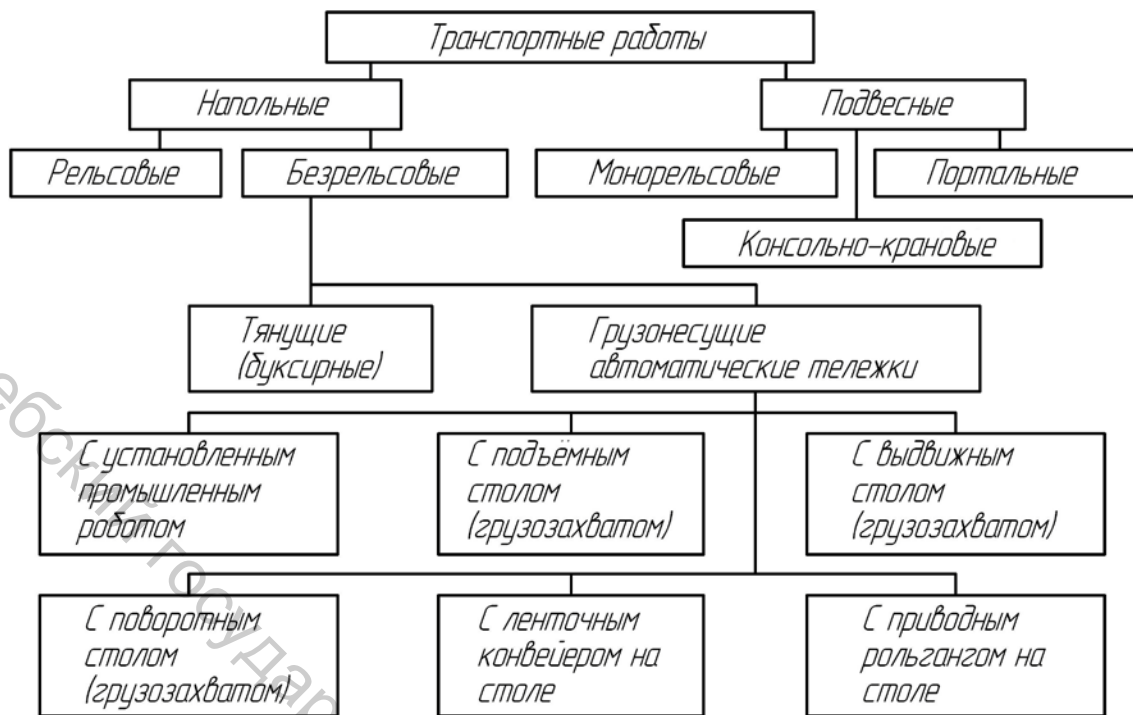


Рисунок 3.26 – Классификация транспортных роботов

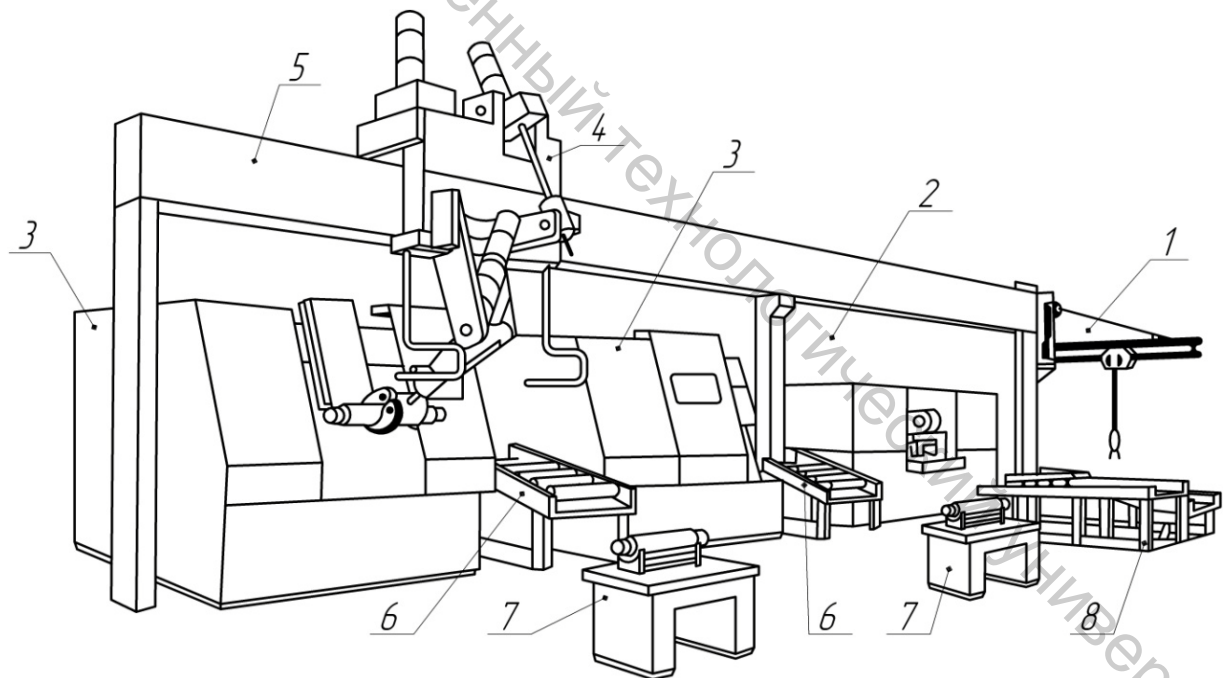


Рисунок 3.27 – Автоматизированный участок обработки деталей типа тел вращения массой до 40 кг: 1 – поворотный кран; 2 – фрезерно-центровальный станок; 3 – токарные патронно-центровые станки с ЧПУ; 4 – подвижная каретка с рукой робота SM40Φ2.80.01; 5 – монорельс; 6 – промежуточные накопители, перестраиваемые для хранения валов и фланцев; 7 – контрольные позиции; 8 – двухручьевого рольганг

робота применяют при изготовлении сравнительно коротких деталей. При изготовлении деталей типа валов, когда необходимо захватывать заготовки одно-

временно двумя захватами, применяют гибкие производственные модули на базе токарного станка с верхним порталным расположением робота. Пример использования промышленного робота в качестве стыкующего устройства показан на рисунке 3.27. Представленный на рисунке автоматизированный участок укомплектован фрезерно-центровальным 2 и двумя токарными 3 станками, обслуживаемыми промышленным роботом СМ40Ф2.80.01. Заготовка (резаный прокат) укладывается на двухручевой роликовый конвейер 8 с помощью поворотного крана 1. На участке производится подготовка баз, фрезерование торцов и полная токарная обработка валов. Между станками расположены промежуточные накопители 6. По управляющей программе каждую заготовку после обработки на станке робот подает на позицию 7, где деталь проверяет оператор. Готовые детали робот укладывает на второй ручей роликового конвейера 8, откуда он забирается внутрицеховым транспортом [7, 8].

Наряду с основным транспортным оборудованием автоматизированного производства используется *вспомогательное оборудование*.

Устройства для поворота изделий разделяются на три основные группы: столы для поворота на 90 и 180° вокруг вертикальной оси; кантователи для поворота вокруг наклонной оси.

Загрузку на рабочий стол станка полуфабриката, установленного на спутник, и выгрузку его после обработки *осуществляет агрегат загрузки спутников*. Благодаря агрегату загрузки спутников обеспечиваются: автоматизация процесса загрузки и выгрузки; повышение производительности работы станка за счет уменьшения его простоев при загрузке и выгрузке; сокращение времени переналадки станка на изготовление другой детали, связанного с заменой на станке приспособления. Агрегат загрузки спутников показан на рисунке 3.28.

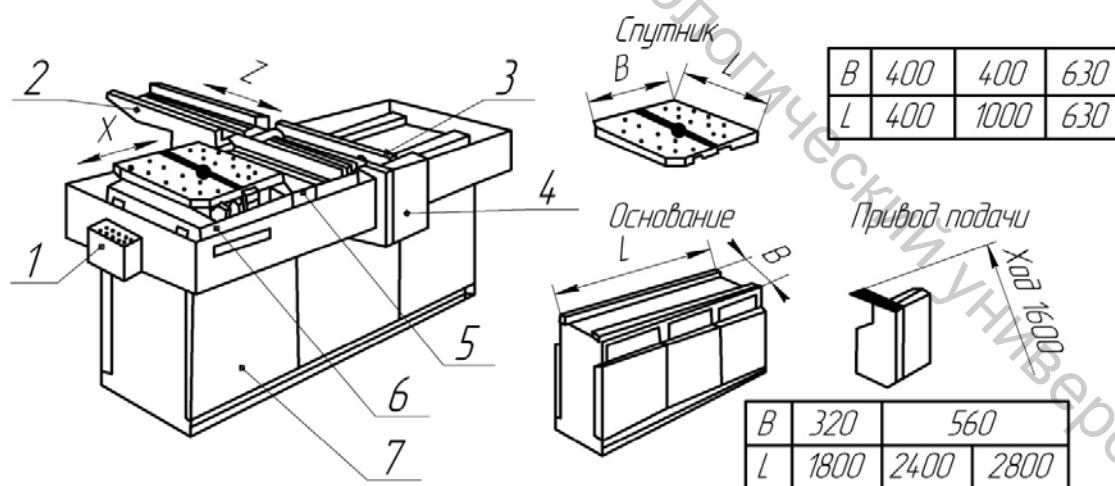


Рисунок 3.28 – Агрегат загрузки спутников и конструктивные элементы

В верхней части основания 7 установлены направляющие, по которым перемещается каретка 6, состоящая из двух секций и проставки 5. Две пары направляющих роликовых планок 3 установлены на поверхности каретки для размещения двух спутников. На агрегате имеются два привода подачи: привод 4 расположен на боковой стенке агрегата и обеспечивает подачу спутника на рабочий стол станка, второй находится на торцевой стенке и служит для пере-

мещения каретки. На агрегате имеется пульт управления 1, кронштейн с промежуточными направляющими планками 2.

В начале работы агрегата загрузки на каретке расположен один спутник с полуфабрикатом, вторая пара направляющих планок на каретке свободна. По окончании обработки заготовки подается команда на включение электродвигателя привода подачи, обеспечивающего перемещение цепи к рабочему столу станка (направление Z). В конце хода захват, расположенный на конце цепи, захватывает спутник с готовой деталью, после чего цепь перемещается в обратном направлении, транспортируя и устанавливая спутник в направляющие планки каретки. Затем каретка перемещается из одного крайнего (исходного) положения в другое (направление X), включается привод подачи, и цепь, выдвигаясь, транспортирует спутник с заготовкой на рабочий стол станка. После фиксации и зажима спутника на рабочем столе станка цепь возвращается в исходное положение. Продолжительность смены спутников 30 с. Конструкция агрегатов для загрузки на агрегатные станки с ЧПУ полуфабрикатов различных размеров выполнена по модульному принципу.

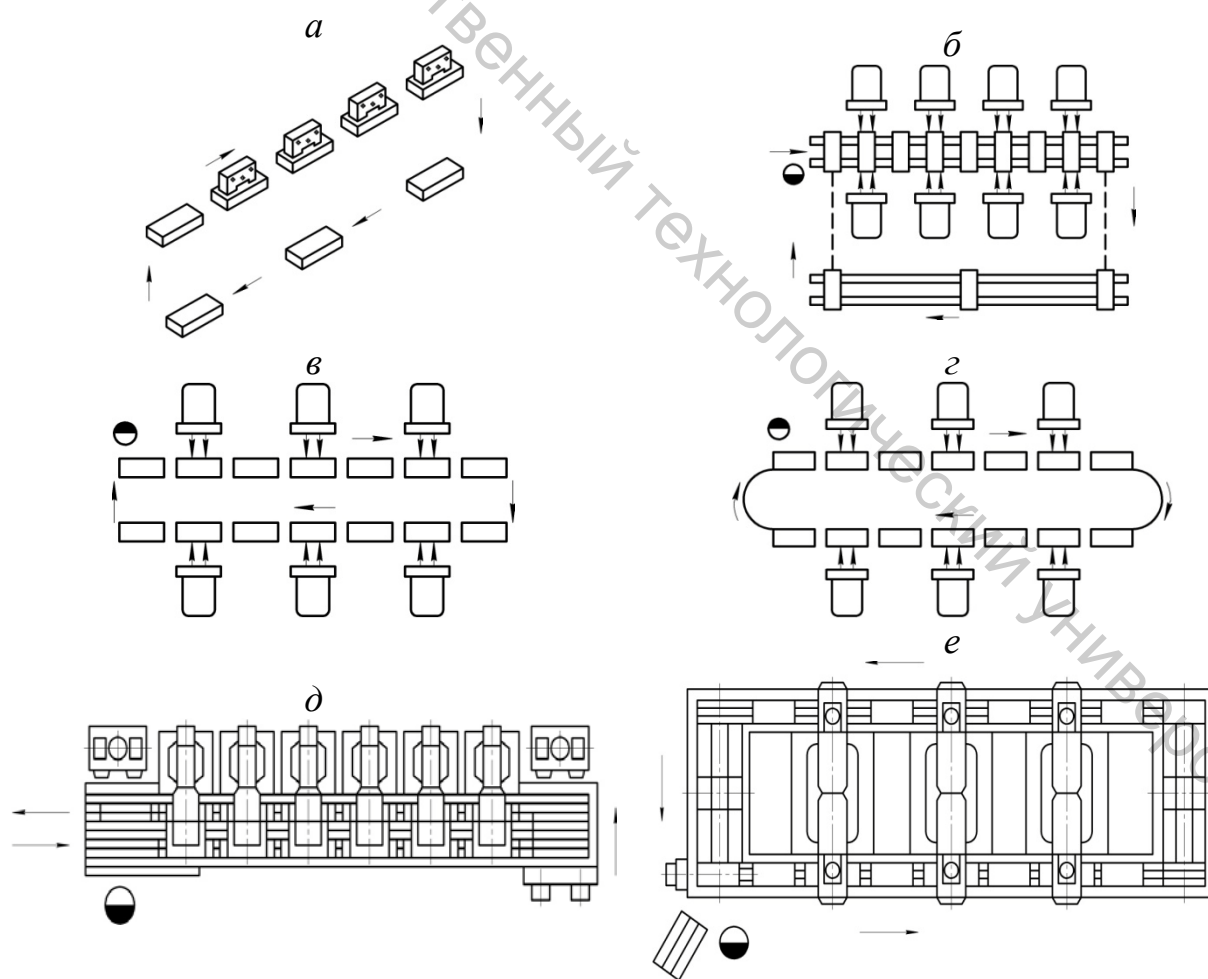


Рисунок 3.29 – Схемы построения транспортных систем с использованием спутников

Управление работой агрегата загрузки спутников осуществляется либо от пульта управления, либо от устройства ЧПУ станка. При работе станка с агрегатом загрузки спутников в составе автоматизированного комплекса установка спутников с полуфабрикатами на каретку агрегата и съём с нее спутников с готовыми деталями выполняется автоматической транспортной тележкой. В случае автономной работы станка с агрегатом загрузки съём обработанной детали со спутника, выведенного со станка на каретку агрегата, и установка на него нового полуфабриката производится оператором. Выполнение этой операции не приводит к простоям станка, так как в это время на станке обрабатывается другой полуфабрикат, а простой станка определяется только продолжительностью цикла работы агрегата загрузки спутников [7, 8].

Схемы построения *межоперационных транспортных систем с использованием спутников* показаны на рисунке 3.29. Возврат спутников по схеме, показанной на рисунке 3.29 а, осуществляется опусканием их на конвейер, расположенный под станками. Эта схема обеспечивает сокращение производственной площади для возврата спутников, но создает неудобства, которые вызваны необходимостью расположения внизу кроме конвейера для возврата спутников и конвейера для отвода стружки, что вызывает сложное трехэтажное расположение ветвей конвейеров и дополнительное засорение их стружкой. На рисунке 3.29 б возврат спутников осуществляется с одной стороны станков по стрелке. При этой схеме удобнее обслуживать линии, но необходима дополнительная площадь для конвейера, возвращающего спутники. На рисунке 3.29 в показана обработка заготовки с двух сторон в разных позициях.

Если обрабатываются полуфабрикаты с большим числом позиционных переходов с одной стороны и если желательно сократить длину линии, целесообразно строить автоматическую линию по схеме, показанной на рисунке 3.29 г. При обработке небольших заготовок строят линию по схеме, приведенной на рисунке 3.29 д. Агрегатные головки оборудования могут быть как горизонтального, так и вертикального исполнения, но располагают их с одной стороны линии, а с другой размещают конвейер, обеспечивающий обход спутника с фронтальной стороны линии; в случае необходимости – без обхода станков. Схему, показанную на рисунке 3.29 е, применяют при изготовлении крупногабаритных деталей, когда станки расставляют между ветвями движения спутников, то есть главным образом в том случае, когда станки имеют вертикальную компоновку и занимаемая каждым станком площадь невелика [8].

3.8 Выбор видов цехового транспорта и грузоподъемных устройств.

Расчет их численности

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 (то есть количества перемещаемых грузов); назначения транспорта; типа или размеров обслуживаемых транспортом зданий и др. В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы производственный процесс. Для этого надо подсчитать за-

траты времени на перемещение того или иного груза, установить соответствие этого времени темпу производственного процесса, определить затраты на назначенный транспорт и выяснить, в какой степени они отразятся на себестоимости продукции.

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 [3].

Расчет потребного количества подъемно-транспортных средств по первому способу, то есть на основе веса перемещаемых грузов и количества транспортных операций, можно вести в следующем порядке.

Определяется количество деталей D , подлежащих транспортированию в течение года, на основе общей номенклатуры деталей по годовой производственной программе.

На основе среднего количества транспортных операций на одну деталь i определяют общее количество транспортных операций в год для транспортируемых деталей J_{Γ} , которое получится путем умножения среднего числа переходов одной детали от одного рабочего места к другому i на количество деталей D , подлежащих транспортированию в течение года, то есть

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

По годовому числу транспортных операций J_{Γ} определяют число 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) Φm (Φ – количество рабочих дней в году, m – количество рабочих смен в сутки), то есть

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

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

Зная скорость движения транспортного средства по его характеристике, находят время $t_{кр}$ (мин), потребное на пробег транспортного средства за одну операцию, путем деления средней длины пути (туда и обратно) l_{cp} (м) за одну операцию на среднюю скорость движения транспортного средства v_{cp} в м/мин, то есть

$$t_{кр} = \frac{l_{cp}}{v_{cp}}.$$

Полученное время $t_{кр}$, потребное на пробег транспортного средства за одну операцию, надо умножить на число крановых операций в смену J_{CM} , в результате чего получится время $T_{кр}$ (мин), потребное на пробег за все операции в одну смену, то есть

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

Далее определяется время на загрузку транспортного средства деталями T_3

и разгрузку T_p в смену в минутах, каждое из которых получается умножением времени загрузки t_3 и разгрузки t_p в минутах для одной операции на число всех операций в смену J_{CM} , то есть

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

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

(t_3 и t_p принимаются по практическим данным).

Суммируя время пробега транспортного средства в смену $T_{кр}$, время на загрузку T_3 и разгрузку T_p в смену, можно получить общее время работы транспортного средства в смену T_{CM} в мин, то есть

$$T_{CM} = T_{кр} + T_3 + T_p = J_{CM} (t_{кр} + t_3 + t_p) = \frac{Di}{\Phi m} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right).$$

Разделив полученное общее время работы транспортного средства в смену (в мин) на действительный (расчетный) фонд времени его работы в смену f_D (в мин), получают необходимое расчетное количество транспортных средств K_p , то есть

$$K_p = \frac{T_{CM}}{f_D} = \frac{T_{CM}}{fk}, \quad \text{или}$$

$$K_p = \frac{Di}{\Phi m} \frac{\left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right)}{fk}, \quad (3.1)$$

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

Если подсчитанное количество получилось дробным числом или целым числом с дробью, оно округляется до целого, называемого принятым количеством транспортных средств K_{np} .

Делением расчетного числа транспортных средств K_p на принятое K_{np} определяют коэффициент их использования (загрузки) по времени $\eta_{кр}$, то есть

$$\eta_{кр} = \frac{K_p}{K_{np}}. \quad (3.2)$$

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

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

Пример: подсчитать требуемое 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 (m) расчетное количество кранов по формуле (3.1) 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:

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

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.

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

Скорость конвейера

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

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; T_0 – технологическое время обработки.

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

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

3.9 Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются грузы по транспортно-технологическим характеристикам?
2. Как классифицируются транспортные системы?
3. Какие виды производственной тары вы знаете?
4. Как делится заводской транспорт по назначению перевозок?
5. Приведите пример «шахматной ведомости».
6. Для чего используется напольно-тележечный транспорт?
7. Дайте определение понятию «грузоподъемный кран».
8. По каким признакам классифицируются грузоподъемные краны?
9. Опишите известные Вам мостовые краны.
10. Чем отличаются мостовые краны опорного и подвешного типа?
11. Изобразите схему однобалочного мостового крана подвешного типа.
12. Изобразите схему двухбалочного мостового крана опорного типа.
13. Изобразите схему крана-штабелера.
14. Перечислите виды подвешного транспорта.
15. Какие типы конвейеров Вам известны?
16. Охарактеризуйте толкающие конвейеры.
17. Для чего используются подвесные грузотянущие конвейеры?
18. Опишите подъемно-транспортные средства автоматического действия.
19. По каким признакам классифицируются промышленные роботы?
20. От каких факторов зависит выбор того или иного вида цехового транспорта?
21. Запишите формулу для определения расчетного количества транспортных средств.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

4.1 Определение типа производства

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 4.1 – 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 механического участка тип производства можно ориентировочно определить в зависимости от программы выпуска и массы изготавливаемых деталей по данным, приведенным в таблице 4.1. Далее по мере выполнения тех-

нологических разработок данные о типе производства уточняют.

4.2 Общие положения по формированию участков. Формы организации работы на механических участках

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, предметный и технологический* [7, 8].

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 *механических 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 (например, цеха двигателей, шасси и т. п.), где сосредоточивается все оборудование, которое необходимо для полного изготовления сборочной единицы. Формирование участков по этому принципу производится в зависимости от конструктивного вида изделий, например 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. Изготов-

ленные 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 [3]:

1. *Поточно-серийная*, или *переменно-поточная*, свойственная серийному производству (крупно-серийному); 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 поддерживается не на всех участках линии, то есть 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 потоком*.

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 поточ-

ной 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 желобы 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 автоматизирован-

ной системой управления. В ГАЛ оборудование расположено в последовательности выполнения технологических операций, а в ГАУ предусмотрена возможность изменения последовательности используемого оборудования.

4.3 Формы организации сборочных работ

4.3.1 Общая характеристика методов сборки

По формам организации работы сборки подразделяется на два вида: стационарную и подвижную.

Стационарная сборка выполняется группой рабочих (бригадой) на одном неподвижном месте, к которому подаются все детали и узлы.

При *подвижной сборке* изделие перемещается от одного рабочего места (станции) к другому и находящиеся постоянно на этих местах рабочие выполняют одну и ту же повторяющуюся операцию. К каждому рабочему месту, на котором имеется соответствующий инструмент и приспособления, подаются детали и узлы, необходимые для данной операции.

Указанные формы организации сборочных работ применяются при разных видах производства: стационарная – в единичном и серийном производствах, а для отдельных узлов – в массовом, подвижная – в серийном и массовом. Выполнение процесса общей сборки при этих формах организации работ может осуществляться различными методами.

Первый метод сборки заключается в том, что машина полностью собирается из отдельных деталей одной бригадой сборщиков от начала до конца. Этот метод, применяемый при стационарной сборке, присущ единичному (индивидуальному) производству и поэтому называется индивидуальным. При единичном производстве детали не являются взаимозаменяемыми, поэтому при сборке всей машины приходится производить подгонку размеров деталей по месту их сопряжения с другими деталями.

Время, затрачиваемое на сборку всей машины, обычно бывает длительным, что обусловлено особенностями этого метода: план сборки разрабатывается схематично или иногда намечается самими сборщиками; необходимость припасовки и пригонки деталей вносит неопределенность в установление времени, потребного на сборку. В результате применения такого метода затраты на сборку получаются значительными. Указанные особенности характеризуют данный метод как несовершенный, и поэтому во всех случаях, где это возможно по характеру производства, следует отказываться от него и переходить на другие, более экономичные методы работы.

Второй метод заключается в том, что машина собирается одной бригадой рабочих из отдельных деталей и узлов, предварительно собранных другими рабочими, не входящими в состав бригады, производящей общую машину, вне места (стенда) общей сборки. Таким образом, здесь имеет место частичная дифференциация сборочного процесса. Этот метод является более производительным, так как детали предварительно собираются в узлы, благодаря чему машина меньше простаивает на стенде общей сборки. Здесь может быть прове-

дена специализация рабочих, собирающих узлы, и тем самым сокращено время на сборку узлов; кроме того, квалификация рабочих может быть использована лучше как на сборке узлов, так и на сборке всей машины. Этот метод применяется при стационарной сборке в серийном производстве.

Третий метод заключается в том, что процесс сборки дифференцируется на отдельные операции, причем каждая из них выполняется на одном определенном рабочем месте (подвижном или неподвижном) определенным рабочим или группой рабочих в одинаковый (по возможности) промежуток времени с соблюдением определенного такта сборки, что создает непрерывность (поточность) процесса сборки. Этот метод применяется в массовом и серийном (преимущественно крупносерийном) производствах, когда сборка ведется по принципу потока.

4.3.2 Организация работ

Узловая сборка машин. Слесарная обработка деталей, широко применяемая при единичном и мелкосерийном производствах, производится на верстаках, к которым прикрепляются тиски.

Верстаки имеют выдвижные ящики для хранения инструмента или вкладные лотки с гнездами для каждого инструмента. Инструмент должен храниться рассортированным по видам, причем для каждого вида должно быть отдельное место. Такая система хранения позволяет избежать лишней потери времени на подыскание инструмента. При точных и мелких работах, когда слесарь работает сидя, не следует все пространство под крышкой верстака заполнять ящиками; необходимо оставлять место для ног работающего.

Существуют двусторонние четырехместные верстаки, на которых устанавливаются по двое тисков с каждой стороны; такие верстаки снабжаются предохранительными сетками, отделяющими одну сторону от другой.

Для точных работ целесообразно применять одиночные верстаки, которые для придания им большей устойчивости делаются металлическими.

Стационарную сборку узлов и агрегатов можно вести на обычных слесарных верстаках, на столах и специальных устройствах; подвижную сборку этих соединений можно производить на рольгангах, конвейерах, специальных транспортных устройствах.

Около верстаков и столов для слесарной обработки деталей и сборки узлов необходимо предусматривать установку нескольких сверлильных станков (предпочтительно радиально-сверлильных) для сверления отверстий и нарезания резьбы, выполняемых при сборке, а также прессов для выполнения неподвижных соединений деталей.

Общая сборка машин. Общая сборка машин может быть стационарной и подвижной в зависимости от вида производства, объема производственной программы, характера конструкций и размеров собираемых машин. *Стационарная сборка* машин в зависимости от их характера и конструкции производится: а) непосредственно на полу (необорудованная площадка); б) на оборудованных стендах; в) на фундаментах; г) на параллелях; д) на сборочных станках. На рисунке 4.1 показан станок для сборки легких двигателей.

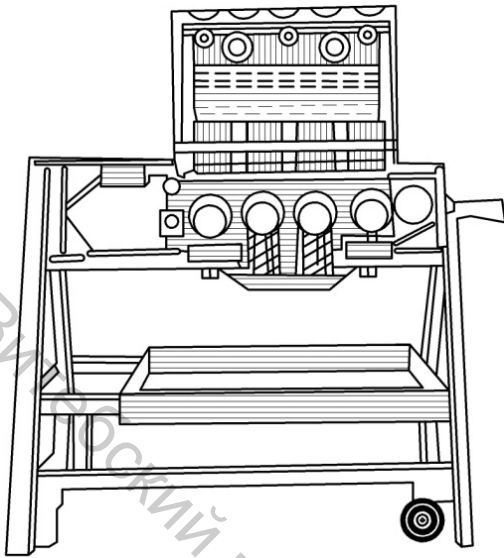


Рисунок 4.1 – Станок для сборки двигателя

занием квалификации работы, соответствующей характеру операций, количество приспособлений и инструментов для выполнения данной операции.

4. Своевременность доставки к сборочным местам комплектов деталей и узлов, а также принадлежностей, приспособлений, инструментов и материалов.

Сложность наладки поточной сборки окупается в дальнейшем теми преимуществами, которые она дает, а именно: рабочие специализируются на выполнении определенных операций; время на выполнение каждой операции благодаря специализации рабочих требуется значительно меньшее; сборка обходится дешевле, а значит себестоимость изделия снижается; пропускная способность сборочного цеха значительно повышается; выпуск изделий производится более регулярно; квалификация рабочих используется лучше, так как они распределяются по операциям соответственно сложности последних; площадь цеха требуется *меньшая*.

Процесс поточной подвижной сборки расчленяется на простейшие операции, требующие малой и примерно одинаковой затраты времени для выполнения. Для каждой операции устанавливается определенное рабочее место, и определенный рабочий (или группа рабочих) выполняет только одну операцию. Изделие, находящееся на транспортирующем устройстве – конвейере, перемещается. Рабочий выполняет свою операцию, когда изделие подойдет к его рабочему месту. При этом подача изделия, то есть движение конвейера, может быть непрерывным или периодическим – прерывным от одного рабочего места до другого. В первом случае, то есть *при непрерывной подаче изделий*, рабочие выполняют свои операции во время движения конвейера, пока изделие проходит зону рабочего места; при этом скорость движения конвейера должна соответствовать времени, необходимому для выполнения рабочими своих операций, и, значит, величине такта выпуска. *При периодической подаче изделия* операция выполняется рабочими в период остановки конвейера. Время остановки соответствует времени, необходимому для выполнения операций на каждом рабочем месте. Таким образом, продолжительность остано-

Для осуществления подвижной поточной сборки необходимо выполнение следующих условий:

1. Взаимозаменяемость деталей, при которой исключается пригонка деталей по месту.

2. Деление всего сборочного процесса на отдельные операции (по возможности одинаковые или кратные по времени их выполнения), что должно обеспечить синхронизацию операций и создать определенный такт для получения непрерывности потока собираемых изделий.

3. Для каждой операции должно быть точно определено количество рабочих с указанием

вок конвейера и время на передвижение собираемого изделия от одного рабочего места до другого должны в сумме соответствовать величине такта выпуска.

Движение конвейера – непрерывное или периодическое – принимается в зависимости от размера производственной программы, такта выпуска, характера собираемых изделий, трудоемкости и сложности сборочных операций и других технологических факторов. Так, например, в автомобиле- и тракторостроении, где годовой выпуск однотипных машин достигает значительных размеров, для сборки применяется непрерывное движение конвейера. В станкостроении, где годовой выпуск однотипных станков значительно меньше – периодическое.

При поточной сборке для упрощения и ускорения выполнения сборочных операций широко применяется предварительное соединение деталей в узлы, агрегаты, которые в готовом виде ставятся на машину. Схема поточной сборки с подвижным объектом изображена на рисунке 4.2.

Линия сборочного потока

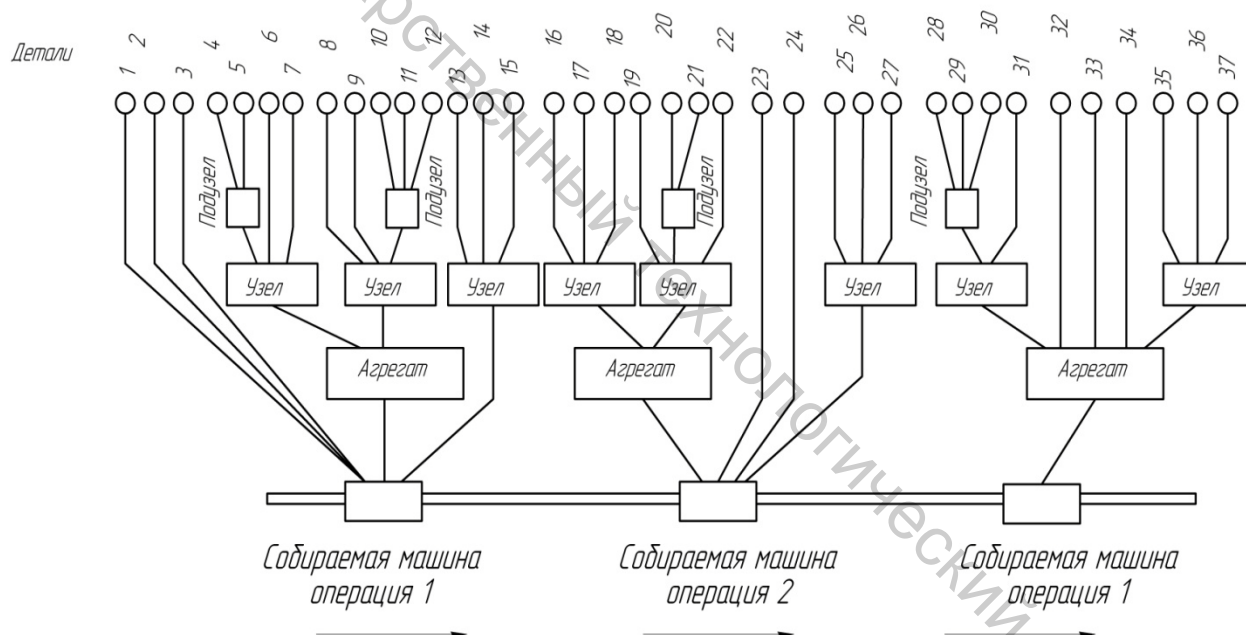


Рисунок 4.2 – Схема поточной сборки с подвижным объектом

Разработка технологического процесса сборки при поточном методе играет важную роль; план сборки разрабатывается подробно, четко и точно, так как малейшая задержка на каком-либо этапе работ приведет к разладке всего процесса. Распределение работ должно быть проведено по всем рабочим местам и с такой точностью, чтобы сборочный процесс протекал равномерно, с установленным тактом.

Как уже указывалось, сборочный процесс должен быть расчленен на простейшие операции, близкие (или кратные) по времени их выполнения. Достигнуть синхронизации сборочных операций, то есть приведения операционного времени в соответствие с величиной такта сборки, можно различными технологическими и организационными мероприятиями, к числу которых относят-

ся:

1) увеличение количества рабочих на данной операции, если по характеру операции это возможно;

2) применение специальных приспособлений и инструментов, сокращающих затраты времени на выполнение сборочных операций;

3) предварительное соединение деталей в узлы (если это возможно), что значительно уменьшает время на выполнение операции общей сборки;

4) объединение (укрупнение) операций при малой затрате времени на смежные операции или расчленение (разукрупнение) трудоемкой операции на две или более, если она требует затраты времени больше величины такта;

5) организация работы на параллельных рабочих местах линии сборочного потока, в том случае, если время на выполнение операции значительно превышает величину такта.

Неподвижная поточная сборка (поточная сборка с неподвижным объектом) применяется в мелкосерийном производстве, особенно для изделий большого веса, требующих для перемещения сложных транспортных устройств.

Процесс сборки расчленяется на примерно одинаковые по времени операции, выполняемые определенными группами рабочих. Основания очередных машин (рамы, плиты, корпуса и т. д.) подаются и располагаются на неподвижных стандах в порядке последовательности сборочных операций. Каждая группа рабочих, переходя от одного станда к другому, выполняет на собираемых машинах только определенную, присвоенную данной группе операцию в установленный промежуток времени, соответствующий такту сборки машин. Инструмент каждой группы при таком методе работ находится на подвижном столе, который перемещается вместе с рабочими от одного станда к другому.

Количество рабочих в группах определяется характером и сложностью операций исходя из того, чтобы обеспечить выполнение данной операции в установленный для всех операций промежуток времени.

Собранные машины снимают со стандов поочередно через одинаковый промежуток времени, соответствующий такту выпуска. При таком методе сборки нецелесообразно частое перемещение рабочих с одного станда на другой. Поэтому процесс сборки должен быть расчленен на операции, сравнительно трудоемкие и длительные; наиболее удобно, если длительность операции равна или кратна числу часов рабочего дня. Тогда рабочие приступают к выполнению своей операции на следующем станде с начала смены или после обеденного перерыва. В этом случае основания очередных машин (рамы, плиты и т. д.) подаются на станды в нерабочее время (после окончания смены или в обеденные перерывы).

При делении сборочного процесса на отдельные операции приведение операционного времени в соответствие с тактом сборки достигается теми же технологическими и организационными мероприятиями, которые были указаны для подвижной поточной сборки.

Такая сборка также требует точно разработанного плана, рационального

расчленения всего процесса на отдельные операции с одинаковым (насколько возможно) временем их выполнения, своевременной подачи деталей и узлов, четкого планирования и организации всей работы. Только при соблюдении этих условий весь процесс сборки идет согласованно, планомерным потоком; в противном случае при задержке одной группой рабочих выполнения своей операции рабочие других групп простаивают без работы, так как они не могут переходить на следующие стенды для выполнения своих операций, и непрерывность работы, таким образом, нарушается.

Поточная сборка на неподвижных стендах не требует никаких затрат на оборудование, но необходимы значительные подготовительные работы и надлежащая организация. При правильной организации такой способ сборки дает хороший технико-экономический эффект.

В последнее время разработаны новые конструкции многоцелевых быстроперенастраиваемых *автоматических сборочных машин* (рисунок 4.3), используемых в серийном производстве [7, 8]. Работа такой сборочной машины осуществляется следующим образом. Собираемые детали в кассетах 18 подаются с помощью конвейера 20 к сборочной машине, в которой посредством манипулятора 2 происходит комплектование из них кассет 19. Для обеспечения захвата различных по конфигурации деталей манипулятор 2 оснащен системой

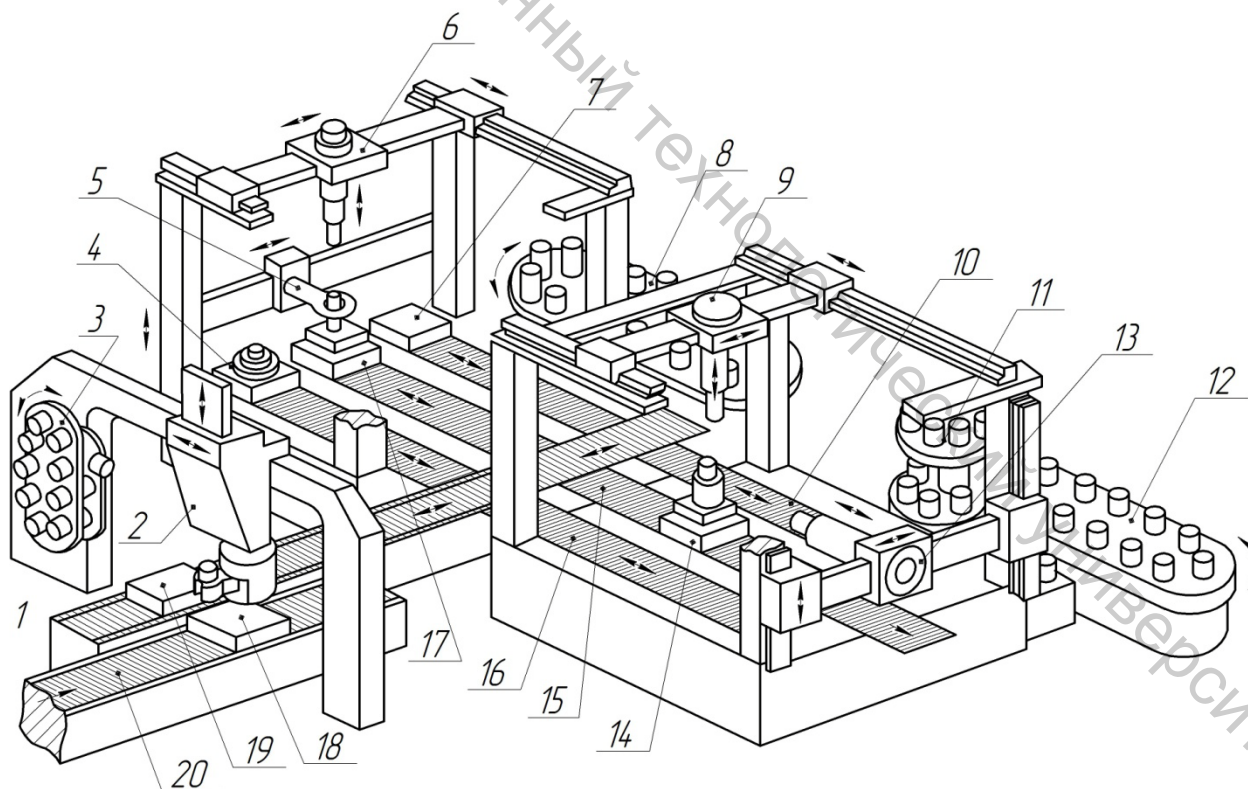


Рисунок 4.3 – Многоцелевая быстроперенастраиваемая автоматическая сборочная машина

автоматической смены захватных устройств 3. Конвейерная система, состоящая из ветвей 1, 10 и 16, подает скомплектованные кассеты 19 к соответствующим позициям сборки. На первой позиции сборки из кассет 4 и 7, установленных на

позициях захватывания, детали захватываются и ориентируются относительно сборочного приспособления 17 захватно-ориентирующим устройством 5. Установка и запрессовка деталей осуществляются устройством 6, которое может перемещаться по трем координатным осям X, Y, Z. Устройства 5 и 6 оснащены системами автоматической смены захватных устройств и сборочных инструментов 8 (время смены 2...4 с).

После выполнения сборочных переходов на первой позиции сборочной машины собираемые изделия вместе с приспособлением 14 перемещаются конвейером 15 на вторую сборочную позицию, где установлены резьбозавертывающее устройство 13 и винтоверт 9, также оснащенные системами для автоматической смены сборочных инструментов 11 и 12. После выполнения необходимых сборочных переходов на второй сборочной позиции собранное изделие удаляется из сборочной машины конвейером 15.

4.4 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 [7, 8]:

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

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

При определении числа материальных связей учитывают направление грузопотока между основным оборудованием. Дублирующие материальные связи учитываются однократно.

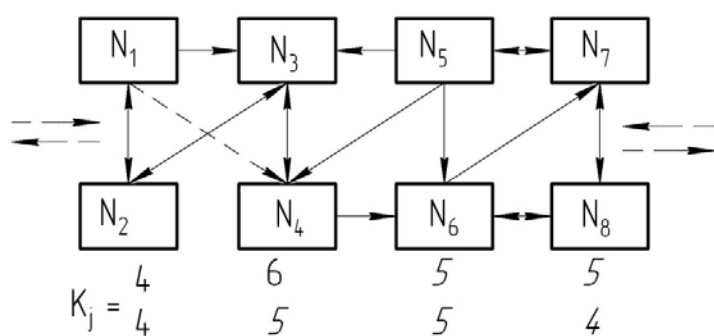


Рисунок 4.4 – Схема расположения основного оборудования на производственном участке

В этом случае $\sum k_i = 4*3 + 5*4 + 6*1 = 38$;
 $x = 38/8 \sim 4,7$.

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

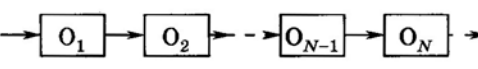
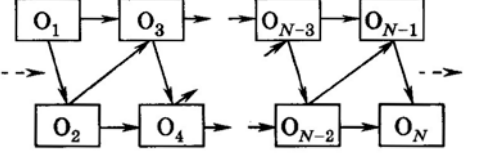
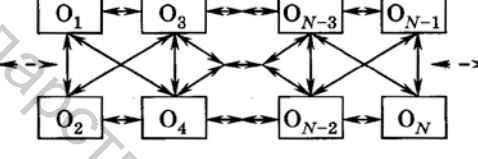
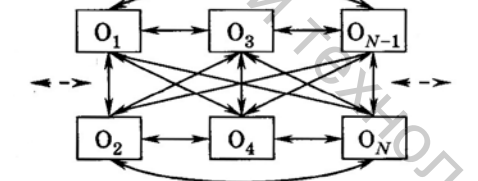
<p>Нижняя граница линейного принципа</p>	 $\Sigma k_j = (N - 2)2 + 2 \cdot 1 = 2N - 2$ $x = \frac{2N - 2}{N} = 2 - \frac{2}{N}$
<p>Граница между линейным и предметно-однонаправленным принципом</p>	 $\Sigma k_j = (N - 4)4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 = 4N - 6$ $x = \frac{4N - 6}{N} = 4 - \frac{6}{N}$
<p>Граница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

Рисунок 4.5 – Принципиальные схемы формирования производственных подразделений

и технологическим принципом; верхняя граница технологического принципа.

Указанные границы устанавливают исходя из принципиальных схем формирования производственных подразделений (рисунок 4.5), по которым определяют число материальных связей и степень кооперации. Область использования рассмотренных принципов формирования структурных подразделений производственной системы показана на рисунке 4.6. Линии, ограничивающие каждую область, построены на основании зависимостей, приведенных на рисунке 4.5.

Пользуясь графиками, приведенными на рисунке 4.6, 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 (таблица 4.2). Результаты расчетов сводятся в таблицу 4.3.

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 станками № 5 и 7. Определенные таким образом связи заносят в таблицу 4.3, указывая их направление стрелкой. Дублирующие связи, например 3–5 в технологи-

ческих маршрутах деталей Б и Г, учитывают однократно. После расчета числа связей для каждого станка и суммирования их для всех единиц доведения определяют степень кооперации $x = 34/13 = 2,62$.

В соответствии с рисунком 4.6 определяют принцип мирования производственного участка (в рассматриваемом случае линейный).

При формировании *механических участков* 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 тивным 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 обработки деталей группы.

Так, например, у деталей А и Г имеется общность маршрутов так как маршрут детали Г почти повторяет маршрут детали А. Можно сформировать комплексный маршрут для этих деталей и организовать поточно-серийную линию.

Таблица 4.2 – 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 4.3 – Результаты расчетов по выбору принципа формирования производственных участков

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

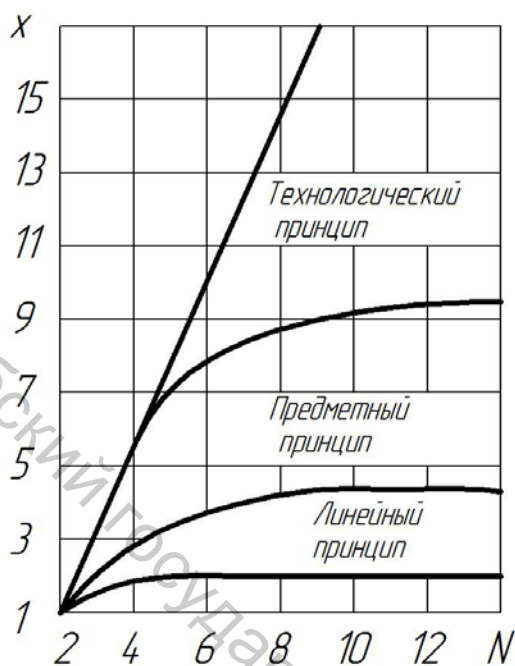


Рисунок 4.6 – Области использования различных принципов формирования производственных подразделений.

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 требуемое количество оборудования.

4.5 Вопросы для самоконтроля

1. Какие принципы формирования производственных участков и цехов Вы знаете?

2. Охарактеризуйте линейный, предметный и технологический принципы формирования производственных участков и цехов.

3. Какие формы организации работы по линейному принципу формирования производственных участков и цехов Вы знаете?

4. Опишите разновидности работы непрерывным потоком.

5. Как различают гибкие производственные системы по организационным признакам?

6. Как классифицируется сборка по формам организации работы?

7. Чем стационарная сборка отличается от подвижной?

8. Охарактеризуйте узловую сборку машин.

9. Как производится стационарная сборка машин в зависимости от их характера и конструкции?

10. Какие условия необходимо выполнить для осуществления подвижной поточной сборки?

11. Когда применяется неподвижная поточная сборка?

12. Опишите алгоритм определения принципа формирования производственных подразделений.

13. Выведите уравнение для определения нижней границы линейного принципа формирования производственных подразделений.

14. По каким признакам осуществляется анализ конструктивно-технологической общности деталей после определении принципа формирования производственных подразделений.

5 РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО И СБОРОЧНОГО ЦЕХОВ

5.1 Расчет потребного количества оборудования механического цеха

5.1.1 Общие положения

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

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

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.

5.1.2 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 (ОНТП14–93).

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:

$$C = \frac{T_{\Sigma k}}{60F_{д}m} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l t_{kij} D_i}{60Fmk}, \quad (5.1)$$

где $T_{\Sigma k}$ – суммарное нормировочное время, необходимое для обработки на станках данного типа годового количества деталей, мин; F_D – 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.

Для 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. Станок в эти периоды занят, хотя непосредственной работы по снятию стружки и не происходит.

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: $F_D = Fk$. При проектировании реконструкции заводов, когда предполагается использование старого оборудования, время на ремонт принимается большим.

Номинальный годовой фонд времени станков при 40-часовой рабочей неделе может определяться исходя из календарного годового количества дней (365 дней) за вычетом праздничных дней 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. 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 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.

В том случае, если 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) или 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.

5.1.3 Коэффициент загрузки

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_3 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*:

$$\eta_3 = \frac{T_{\Sigma k}}{F_{д} m S_{np}} = \frac{C}{S_{np}}. \quad (5.2)$$

Очевидно, эта величина меньше единицы. Она тем ближе к единице, чем больше расчетное количество станков C приближается к принятому количеству S_{np} . Коэффициент загрузки равен единице (или 100 %), если расчетное количество станков равно принятому, то есть $C = S_{np}$.

Следует стремиться к тому, 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_0 равняется отношению основного времени к штучно-калькуляционному (для серийного и единичного производства).

Величины коэффициентов загрузки изображаются в виде графиков, которые строятся по коэффициентам, подсчитанным для каждого 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 дан на рисунке 5.1.

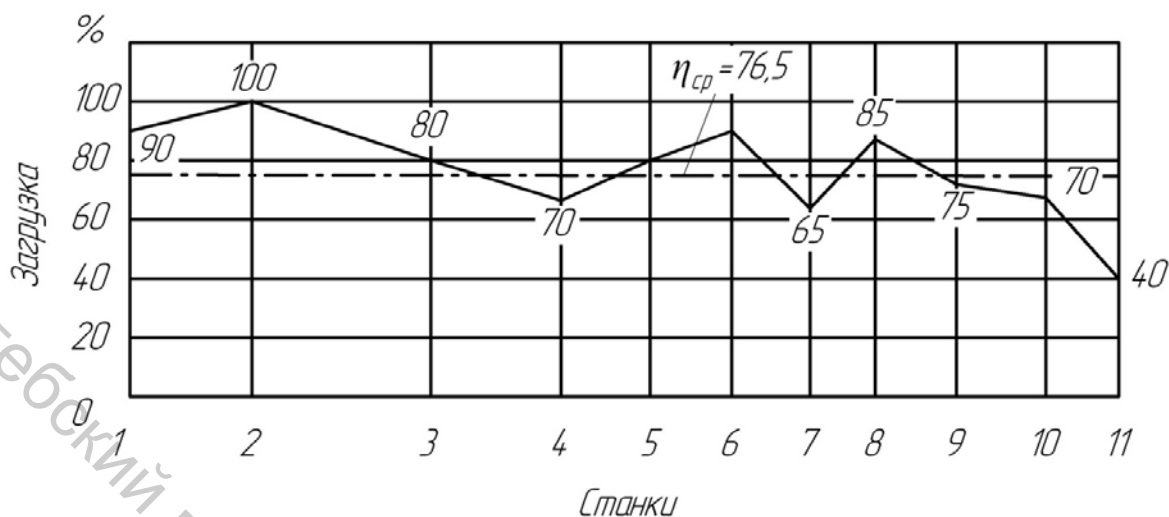


Рисунок 5.1 – График загрузки (по времени)

5.1.4 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, то есть

$$c_j = \frac{t_{um}}{t_B}, \quad (5.3)$$

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 (5.3), получим количество станков для выполнения одной операции в поточной линии:

$$c_j = \frac{t_{um} D}{60F_D m} = \frac{t_{um} D}{60Fmk}. \quad (5.4)$$

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_o .

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

$$t_B = \frac{60Fmk}{\sum_{i=1}^n D_i} k_n, \quad (5.5)$$

где $\sum_{i=1}^n D_i$ количество деталей n наименований, обрабатываемых в год в данной линии; k_n – коэффициент, учитывающий затрату времени на переналадку линии с одного наименования деталей на другое ($k_n \sim 0,95$).

Если на переменном-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

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^n t_{umij} D_i}{60Fmk k_n}. \quad (5.6)$$

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

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

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.

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.

5.1.5 Расчет по технико-экономическим показателям

Этот метод, как указывалось выше, применяется при укрупненном проектировании: при разработке проектных заданий цехов единичного, серийного и массового производства, при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, когда продукция разнообразна и ее номенклатуру заранее установить точно затруднительно, при проектировании инструментальных и

ремонтно-механических цехов и во всех случаях, когда допустимы приближенные расчеты потребного количества станков.

Метод имеет большую практическую ценность при проектировании цехов и заводов, особенно когда сроки проектирования строительства и развертывания производства очень кратки.

Точность результатов подсчета по этому методу может быть вполне достаточной для практических целей. Она зависит от правильности показателей. Имея систему проверенных показателей, можно значительно упростить и ускорить расчет количества станков, рабочей силы и вообще весь расчет и проектирование цеха или завода в целом.

В основу расчета количества станков можно принимать следующие технико-экономические показатели:

1) годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (или в несколько смен), выраженный в тоннах или штуках годовой продукции;

2) годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (или в несколько смен) в денежном выражении;

3) число станко-часов, необходимое для обработки одного комплекта деталей одного изделия или 1 т изделий.

Точность укрупненных расчетов, как уже известно, зависит от правильности величин принятых при этом показателей. Последние следует брать из практики наиболее передовых заводов, утвержденных проектов заводов, аналогичных либо близких к проектируемому по своим условиям, в том числе по характеру продукции, типу производства, размерам выпуска, особенностям технологии и др. С целью проверки укрупненные расчеты количества потребного оборудования рекомендуется проводить одновременно по двум-трем показателям. Учитывая непостоянство ценностных измерителей (годовой выпуск в рублях с одного станка в одну смену), зависящих от ряда различных и притом изменяющихся производственных и других факторов, исчисленное с их помощью потребное количество станков необходимо сопоставлять с результатами расчетов, выполненных на основе других показателей.

Для многих машин средних размеров годовой выпуск с одного станка при одной смене в среднем равен 35–40 т готовых изделий, а число станко-часов, затрачиваемых на изготовление 1 т готовых изделий, соответственно составляет 57–50.

Для крупных машин, имеющих значительный вес, выпуск со станка в тоннах сравнительно больше, а число станко-часов на 1 т меньше, чем для машин средних размеров. Для небольших машин или машин с большим количеством мелких деталей, требующих обработки на станках, выпуск со станка в тоннах меньше, а число станко-часов на 1 т больше.

В таблице 5.1 приведено примерное число станко-часов (станкостоемость), затрачиваемых на механическую и все другие виды обработки одного комплекта деталей грузовых и легковых автомобилей и тракторных двигателей, а также примерное число человеко-часов на сборочные работы каждой из указанных машин [3].

Таблица 5.1 – Примерное число часов, затрачиваемых на механическую и все другие виды обработки одного комплекта деталей грузовых и легковых автомобилей и тракторных двигателей, а также на сборочные работы поточно-массового производства (по проектам)

Наименование и тип изделий	Общая технологическая трудоёмкость по всем цехам на всю машину		В том числе			
			на механическую обработку		на сборочные работы	
	нормо-ч	%	станко-ч	%	чел.-ч	%
Грузовой автомобиль грузоподъёмностью 2,5 т	96	100	20	21	27	28
Грузовой автомобиль грузоподъёмностью 4 т	150	10	45	30	34	23
Грузовой автомобиль грузоподъёмностью 5 и 7 т	1150	100	437	38	414	36
Легковой автомобиль малолитражный четырёхместный	117	100	29	25	29	25
Легковой автомобиль пятиместный	128	100	32	25	32	25
Автомобильный V-образный двигатель грузового автомобиля грузоподъёмностью 4,0-4,5 т	-	-	10,2	-	-	-

Зная по производственному заданию вес готовой продукции (или количество штук одноименных изделий), выпускаемой в год, и показатель, определяющий годовой выпуск с одного станка в тоннах (или штуках) при работе в одну смену, получаем расчетное количество станков, необходимое для изготовления заданного количества изделий при соответствующем числе рабочих смен.

Если C – расчетное количество станков; Q – годовой выпуск готовой продукции в тоннах (или штуках); q – годовой выпуск с одного станка при работе в одну смену (в тоннах или в штуках) готовой продукции (показатель); m – количество смен работы станков, в сутки, то:

$$C = \frac{Q}{qm}. \quad (5.7)$$

Расчетное количество станков по показателю, выражающему число станко-часов, затрачиваемых на 1 т или на 1 шт. готовых изделий, можно определить по формуле

$$C = \frac{T}{F_d m} = \frac{hQ}{F_d m}, \quad (5.8)$$

где T – общее количество станко-часов, затрачиваемых на всю годовую программу; h – количество станко-часов, затрачиваемых на 1 т или на 1 шт. готовых изделий (показатель); F_d – действительный годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч.

Так как коэффициент загрузки станков $\eta_3 = \frac{C}{S_{np}}$, то принятое число станков согласно формулам (5.7) и (5.8) составит:

$$S_{np} = \frac{Q}{qm\eta_3} \quad (5.9)$$

и

$$S_{np} = \frac{hQ}{F_D m \eta_3}. \quad (5.10)$$

Из этих формул следует, что

$$\frac{1}{q} = \frac{h}{F_D} \quad (5.11)$$

или

$$q = \frac{F_D}{h} \quad (5.12)$$

и

$$F_D = qh. \quad (5.13)$$

При расчете принятого количества станков по формулам (5.9) и (5.10) величину коэффициента загрузки можно принимать в размере 0,85. Общее количество станков, подсчитанное по этим формулам для всего цеха, распределяется по видам (типам) в процентном соотношении, принимаемым по данным выполненных проектов цехов соответствующей отрасли (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Примерный состав оборудования механических цехов станкостроительных заводов (по видам станков), %

Станки	Завод		
	токарно-винторезных станков	прецизионных резьбошлифовальных, червячно-шлифовальных и зубошлифовальных станков	горизонтально и координатно-расточных станков
Токарно-винторезные	17,2	12,2	15,9
Токарно-револьверные	3,7	8,4	2,7
Токарные автоматы и полуавтоматы	-	1,1	-
Карусельные	4,2	0,8	1,0
Расточные и координатно-расточные	7,5	5,5	7,0
Сверлильные	10,6	5,2	5,2
Фрезерные	15,0	13,1	12,9
Строгальные и долбежные	5,0	4,1	7,8
Протяжные	0,9	0,4	0,7
Шлифовальные	12,2	21,8	13,4
Зубообрабатывающие	5,8	6,2	9,0
Специальные, агрегатные	15,0	20,0	22,0
Отрезные	2,9	1,2	2,4
Итого	100	100	100

Более подробное распределение станков по типоразмерам в пределах каждого вида производится на основании подбора по наибольшим и характерным деталям проектируемого производства. При отсутствии данных станки подбираются по аналогии с существующими цехами передовых заводов.

5.2 Определение потребного количества оборудования при сборке

Узловая сборка машин. Количество рабочих мест при стационарной сборке узлов и агрегатов определяется по приводимой ниже формуле (5.15), по которой рассчитывается количество стандов для стационарной сборки машин индивидуальным и частично дифференцированным методами.

Все технологические расчеты, относящиеся к стационарной, а также подвижной сборке узлов и агрегатов, производятся аналогично расчетам общей сборки целой машины, осуществляемой таким же методом (ОНТП 14–93, [9]).

Стационарная сборка. Пропускная способность сборочного станда, то есть количество машин, собираемых в год на одном станке, при стационарной сборке индивидуальным и частично дифференцированным методами определяется по формуле

$$M_{CT} = \frac{F_{CT} m k_{CT}}{T_C} = \frac{F_{д.СТ} m}{T_C}, \quad (5.14)$$

где F_{CT} – номинальный годовой фонд времени станда для одной смены, ч; k_{CT} – коэффициент, учитывающий простой станда из-за ремонта; m – число рабочих смен в сутки; T_C – нормировочное время на общую сборку машины, ч; $F_{д.СТ}$ – действительный годовой фонд времени станда для одной смены, ч.

Количество стандов, необходимых для стационарной общей сборки годового количества машин индивидуальным и частично дифференцированным методами C_{CB} определяется по формуле

$$C_{CB} = \frac{M_{ПР}}{M_{CT}} = \frac{M_{ПР} T_C}{F_{CT} m k_{CT}} = \frac{M_{ПР} T_C}{F_{д.СТ} m}, \quad (5.15)$$

где $M_{ПР}$ – количество машин по годовой программе.

Действительный годовой фонд времени станда исчисляется в зависимости от принятого режима работы в цехе.

Для оборудованных стандов стационарной сборки необходимо учитывать время на ремонт: при работе в одну смену – 2 % от номинального фонда времени ($k_{CT} = 0,98$), при работе в две смены – 3 % ($k_{CT} = 0,97$), при работе в три смены – 4 % ($k_{CT} = 0,96$).

Для необорудованных стандов (площадок) действительный годовой фонд времени равен номинальному годовому фонду времени.

Поточная сборка. Количество рабочих мест, на которых параллельно выполняется одинаковая операция в поточной линии, определяется по формуле

$$r = \frac{T_D}{t_B}, \quad (5.16)$$

где r – число параллельных рабочих мест; T_D – время операции более длительной, чем такт потока, мин; t_B – такт выпуска, мин.

Так, например [3], если для выполнения первой операции на рабочем месте *A* требуется 5 мин, второй операции на рабочем месте *B* требуется 5 мин, третьей (рабочее место *B*) – 15 мин, четвертой и пятой (рабочие места *Г* и *Д*) – 5 мин и т. д., то для выполнения третьей операции, чтобы не нарушить такт потока, необходимо установить три рабочих места, на которых параллельно

но будет производиться работа.

На рисунке 5.2 изображена схема потока для такого случая: здесь для третьей операции сборки изделия будут задерживаться на рабочих местах B_1 , B_2 , B_3 по 15 мин, поступаая на них поочередно через каждые 5 мин, сначала одно изделие с места B поступает на место B_1 через 5 мин, второе изделие – на место B_2 , еще через 5 мин третье изделие – на место B_3 ; через последующие 5 мин на месте B_1 закончится операция, длившаяся 15 мин, и изделие направится на место Γ , а взамен него на место B_1 поступит новое изделие; в том же порядке протекает процесс на местах B_2 и B_3 . Изделия с этих мест по окончании операции будут выходить поочередно через каждые 5 мин, то есть такт всего потока будет соблюден.

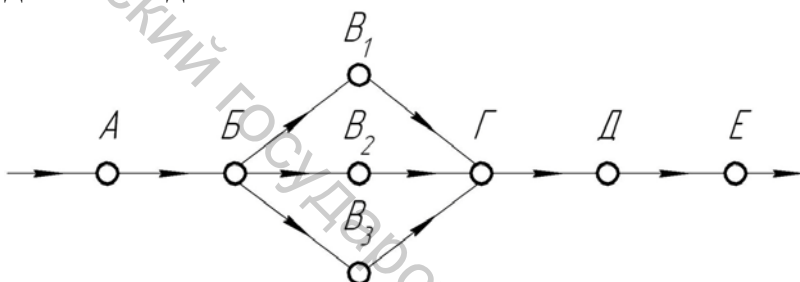


Рисунок 5.2 – Схема поточной сборки с параллельными рабочими местами.

Такт выпуска изделий, то есть промежуток времени, через который выходит собранное изделие с поточной линии, определяют исходя из годового выпуска изделий (или суточного, или часового выпуска) по формулам

$$t_B = \frac{60F_{\Pi}k_p k_{\Pi}m}{M} \text{ мин,} \quad (5.17)$$

или

$$t_B = \frac{60F_{Д.П}m}{M} \text{ мин,} \quad (5.18)$$

где t_B – такт выпуска изделий с поточной линии, мин; F_{Π} – номинальное годовое количество рабочих часов для конвейерной сборки при одной смене (номинальный годовой фонд времени); $F_{Д.П}$ – действительное (расчетное) годовое количество рабочих часов для конвейерной сборки при одной смене (действительный годовой фонд времени); m – количество рабочих смен в сутки; M – годовой выпуск изделий, шт.; k_p – коэффициент, учитывающий простой конвейерного оборудования из-за ремонта; k_{Π} – коэффициент, учитывающий перерывы работы одновременно на всей поточной линии для обслуживания рабочих мест, физические потребности и отдых.

В машиностроительном производстве обычно $k_{\Pi} = 1$; это значит, что остановка работы одновременно на всей поточной линии не делается, а в случае необходимости рабочие подменяются. В противном случае принимают $k_{\Pi} = 0,95$ – $0,97$.

Если при расчете такта выпуска исходить из часового выпуска изделий, то величина такта выразится так:

$$t_B = \frac{60}{N_q} \text{ мин}, \quad (5.19)$$

где N_q – часовой выпуск изделий, шт.;

$$N_q = \frac{M}{F_{II} k_p k_{II} m} = \frac{M}{F_{д.п.т}} \text{ шт.} \quad (5.20)$$

Действительный (расчетный) годовой фонд времени для конвейерной сборки определяется по номинальному фонду времени с учетом простоя конвейера в ремонте.

При большой производственной программе выпуска изделий может оказаться, что каждая сборочная операция требует для выполнения значительно больше времени, чем величина такта выпуска изделий. В этом случае сборка ведется на нескольких поточных линиях, с которых изделия будут выходить поочередно.

Количество поточных линий, необходимых для обеспечения общего годового выпуска изделий по заданной производственной программе, определяется по формуле [3, 9]

$$P = \frac{t_p}{t_s}, \quad (5.21)$$

где P – количество параллельно работающих поточных линий; t_p – такт работы на каждой поточной линии; t_s – такт общего выпуска изделий по заданной годовой производственной программе.

Из формулы (5.21) видно, что такт работы на каждой отдельной поточной линии

$$t_p = t_s P. \quad (5.22)$$

Если сборка производится с непрерывной подачей изделия, то такт выпуска изделий при одной поточной линии (t_s) равен такту работы (t_p), соответствующему (близкому или равному) времени выполнения операций на рабочем месте, то есть

$$t_s = t_p. \quad (5.23)$$

Если сборка производится с периодической подачей изделия от станции до станции, то такт выпуска (t'_s) равен такту работы (t'_p) плюс время на передвижение изделия (t_n), от станции до станции (от одного рабочего места до другого), то есть

$$t'_s = t'_p + t_n. \quad (5.24)$$

Скорость движения конвейера (v) при непрерывном его движении равна:

$$v = \frac{l}{t_s} = \frac{l}{t_p} \text{ м/мин} \quad (5.25)$$

и при периодически движущемся конвейере

$$v' = \frac{l'}{t_n} \text{ м / мин,} \quad (5.26)$$

где l и l_1 – расстояния между осями (соответственно) двух собираемых машин (иначе, расстояния между осями двух рабочих мест или станций).

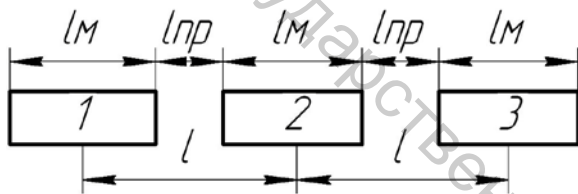
Расстояние l между осями двух сборочных мест (двух станций) определяют исходя из длины собираемой машины l_M и промежутка между двумя собираемыми машинами l_{np} (рисунок 5.3), принимаемого в зависимости от размеров машин в пределах 0,3–1,0 м:

$$l = \frac{l_M}{2} + l_{np} + \frac{l_M}{2}, \quad (5.27)$$

или

$$l = l_M + l_{np}.$$

Рабочая длина L поточной сборочной линии (конвейера) равна количеству сборочных мест (операций), умноженному на расстояние между осями двух сборочных мест l :



$$L = il. \quad (5.28)$$

Рисунок 5.3 – Определение расстояния между осями двух сборочных мест: 1, 2, 3 – собираемые машины

Скорость движения конвейеров при сборке различна и зависит от размера производственной программы, такта выпуска изделий, характера и условий выполнения сборочных операций, конструкции конвейера и других производственных факторов.

Так, например, скорость движения главного конвейера для общей сборки грузового автомобиля (грузоподъемностью 3–4 т) составляет 0,5–2,2 м/мин при такте сборки 6,5 мин; скорость движения конвейера для сборки двигателя того же автомобиля 0,33–1,30 м/мин при такте сборки – 4 мин; скорость конвейера для сборки передач автомобиля того же типа – 0,2–0,8 м/мин при такте сборки 4 мин.

Скорость движения сборочных конвейеров непрерывного действия достигает до 5 м/мин.

Количество сборочных мест (станций) можно определить исходя из такта выпуска изделий (машин, узлов); оно равно:

$$i = \frac{T_{CB} \cdot 60}{t_e R_{CB.ср}}, \quad (5.29)$$

или, подставляя значение t_e из формулы (208), получим:

$$i = \frac{T_{CB} M}{F_{д.п} m R_{CB.ср}}, \quad (5.30)$$

где T_{CB} – общее время на сборку машины (или узла), ч; $R_{CB.ср}$ – среднее количество рабочих, приходящееся на одно рабочее место, то есть средняя плотность работы.

Общее время на выполнение сборки T_{CB} при непрерывно движущемся конвейере:

$$T_{CB} = it_e = it_p. \quad (5.31)$$

Если сборка производится при периодически движущемся конвейере, то полное время производственного процесса T'_{CB} складывается из времени, затрачиваемого непосредственно на сборку, и времени на передвижение изделия:

$$T'_{CB} = it_p + t_n(i-1). \quad (5.32)$$

Как видно из изложенного, основной исходной величиной для расчета точной сборки является такт работы, который определяется в зависимости от количества выпускаемых изделий, характера и трудоемкости операций, выполняемых на каждом рабочем месте.

Степень использования времени непосредственно на сборку характеризуется коэффициентом использования сборочного времени потока k_{CB} , который равен отношению времени, затрачиваемого непосредственно на сборочные операции, ко всему времени нахождения изделия в сборочном процессе. Этот коэффициент можно выразить следующей формулой

$$k_{CB} = \frac{T_{CB.оп}}{T_{CB.оп} + T_{ТР} + T_{О.СБ} + T_{О.ДР}}, \quad (5.33)$$

где $T_{CB.оп}$ – время, затрачиваемое непосредственно на сборочные операции; $T_{ТР}$ – время на транспортирование в процессе сборки; $T_{О.СБ}$ – время остановок сборки из-за недостаточной согласованности времени предварительной сборки узлов с тактом общей сборки; $T_{О.ДР}$ – время остановок сборки из-за недостаточной согласованности производительности работы других цехов с тактом общей сборки.

При проектировании следует принимать $T_{О.СБ} = 0$ и $T_{О.ДР} = 0$. Это значит, что остановки конвейера не должны допускаться.

Для определения действительной величины коэффициента действующего сборочного процесса (то есть для выяснения фактического использования сборочного времени в данных реальных условиях) необходимо учитывать остановки конвейера (если они фактически бывают) с целью устранения их причин.

Чем ближе величина коэффициента k_{CB} к единице, тем лучше организован поточный процесс, тем в большей мере использовано время на полезную работу, то есть непосредственно на выполнение сборочных операций.

При непрерывно движущемся конвейере $T_{ТР}$ равно нулю, так как оно перекрывается временем, затрачиваемым на сборочные операции, и если $T_{О.СБ}$ и $T_{О.ДР}$ также равны нулю (то есть никакого простаивания конвейера нет), то $k_{CB} = 1$. При периодически движущемся конвейере, если $T_{О.СБ}$ и $T_{О.ДР}$ равны нулю, величина k_{CB} близка к единице. Приемлемой величиной этого коэффициента можно считать 0,95 [3, 9].

Неподвижная поточная сборка. При поточной сборке с неподвижным изделием [3,9]:

а) количество станков для выполнения всей сборки машины равно количеству операций, на которые расчленен весь сборочный процесс;

б) количество машин, находящихся одновременно в сборке, равно количеству станков (операций);

в) такт выпуска машин определяется аналогично указанному для поточной сборки с подвижным изделием, то есть он равен действительному (расчетному) фонду времени определенного отрезка времени, разделенному на количество машин, подлежащих выпуску за это время;

г) общее время на сборку всей машины:

$$T_{CB} = tJ ; \quad (5.34)$$

д) пропускная способность каждого станка равна:

$$M_{CT} = \frac{F_{д.ст}m}{T_{CB}} ; \quad (5.35)$$

е) количество поточных линий, необходимое для сборки заданного количества машин по годовой программе, определяется по формуле

$$P_{н.л} = \frac{M_{ПР}}{M_{CT}J} , \quad (5.36)$$

или, подставляя в формулу (5.36) значение M_{CT} из формулы (5.35), получим:

$$P_{н.л} = \frac{M_{ПР}T_{CB}}{F_{д.ст}mJ} . \quad (5.37)$$

В формулах (5.34)–(5.37):

T_{CB} – общее время, затрачиваемое на сборку всей машины, ч.;

t – время, затрачиваемое на одну операцию, ч.;

J – количество станков в поточной линии, равное количеству операций;

M_{CT} – количество машин, собираемых на одном станке в год (пропускная способность станка);

$F_{д.ст}$ – действительный (расчетный) годовой фонд времени станка при работе в одну смену, ч.;

m – количество рабочих смен в сутки;

$P_{н.л}$ – количество поточных линий для неподвижной сборки, потребное для сборки заданного количества машин по годовой программе;

$M_{ПР}$ – количество собираемых машин по годовой программе.

Если количество поточных линий, необходимое для сборки всех машин по годовой производственной программе по расчету, получится больше единицы, то в этом случае придется вести сборку параллельно на двух или более поточных линиях, то есть сборка будет идти несколькими потоками.

5.3 Вопросы для самоконтроля

1. Какими методами определяется количество станков механического цеха, необходимое для обработки деталей по заданной программе?

2. В каких случаях применяется метод определения количества станков по данным технологического процесса?

3. Как производится расчет количества станков в непоточном производст-

ве?

4. Дайте определение понятию «коэффициент загрузки оборудования».
5. Опишите методику расчета количества станков для поточного производства.
6. Изобразите пример графика загрузки оборудования по времени.
7. В каких случаях применяется метод определения количества станков по технико-экономическим показателям?
8. Какие технико-экономические показатели применяются в основу расчета количества станков?
9. Как определить пропускную способность сборочного станда?
10. Как определить количество рабочих мест, на которых параллельно выполняется одинаковая операция в поточной линии?
11. Как определяется количество сборочных поточных линий, необходимых для обеспечения общего годового выпуска изделий по заданной производственной программе?

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ

6.1 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 стандами и др.; транспортным оборудованием – конвейерами, рольгангами, транспортерами, склизми и др.; заготовками, деталями и узлами (заделом) у рабочих мест и у оборудования; рабочими местами мастеров, контролеров, браковщиков и др.; испытательными стандами, 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.

В 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.

На различных стадиях 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 дан-

ным ранее выполненным проектам 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 (то есть суммы производственной и вспомогательной площади) на число станков, расположенных на производственной площади. Удельная производственная площадь обычно составляет: для малых станков 9–12 м²; средних 12–24 м²; крупных 24–68 м², особо крупных 68–200 м² на один станок.

6.2 Классификация вспомогательных подразделений

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

- 1) заготовительное отделение;
- 2) инструментальная служба 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 принимаются по аналогии с существующими на действующих предприятиях.

6.3 Проектирование заготовительного отделения

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

Заготовительное отделение может быть расположено *или 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 нормирование 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.

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

6.4 Проектирование инструментальной служба цеха

6.4.1 Проектирование заточного отделения

Обычно 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 инстру-

ментальный расположен в одном здании с малым механическим цехом, то заточное отделение размещают в инструментальном цехе.

В заточном отделении основным оборудованием являются заточные станки. Расчет их количества также может производиться точно или укрупненно.

При точном проектировании расчет числа заточных станков ведут подобно расчету числа производственных станков при серийном производстве, то есть 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:

$$T_{зат} = \sum_{i=1}^n T_{зати},$$

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

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

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

$$n_i = \frac{T_{oi} D_i}{T_{ci}},$$

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

Для расчетов можно принять основное время равным 80 % от штучного.

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 трудоёмкости расчетов или из-за отсутствия исходных данных.

При укрупненном расчете число заточных станков определяется в процентах от количества металлорежущего оборудования, обслуживаемого заточным отделением в зависимости от типа производства (таблица П.1.3 приложения). Из этого количества предварительно вычитаются шлифовальные и полировальные станки, а также станки, обслуживаемые специализированным заточным оборудованием.

Указанные в таблице П.1.3 приложения нормы исчислены для одношпиндельных станков. Число специализированных заточных станков определяется в зависимости от количества обслуживаемых станков (таблица П.1.4 приложения).

Полученное число специализированных станков добавляется к числу заточных станков общего назначения.

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

$$C_{np} = C_{об} + Ш_{Ta} K_1 + Ш_{Ga} K_2,$$

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

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 0,7.

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.

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

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.

6.4.2 Проектирование отделения ремонта инструмента и оснастки

Самостоятельные мастерские для ремонта приспособлений и инструмента

организуются в механических цехах массового производства и в крупных цехах серийного производства при условии, что на один производственный станок приходится не менее одного приспособления.

Количество основных станков отделения определяется по нормам в зависимости от числа станков механического отделения и типа производства (таблица 1.5 приложения). 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.

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.

6.4.3 Проектирование инструментально-раздаточной кладовой, кладовых приспособлений и абразивов

Кладовые служат для снабжения рабочих мест 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.

Для небольших и средних цехов (менее 200 станков) обычно организуется 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 [9].

Расчет площадей кладовых ориентировочно может осуществляться по нормам в зависимости от объекта хранения и типа производства (таблица П.1.6

приложения). 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.

Площадь кладовой для абразивов (шлифовальных и полировальных кругов) принимается из расчета $0,4 \text{ м}^2$ 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 центральной 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.

6.5 Проектирование контрольных 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 2–5 % 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 описан ниже.

Контрольное отделение *располагают в механическом цехе по пути движения деталей в сборочный цех*, перед промежуточным складом, и выгораживают перегородками. В помещении контрольного отделения при контроле деталей обычной точности должна поддерживаться нормальная температура (+20 °С). 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 (СНиП II–4–79).

На рисунке 6.1 показан интерьер типового контрольного отделения для проверки деталей после механической обработки в единичном и мелкосерийном производствах. Возможна организация и планировка рабочих мест, занная на рисунке 6.2. Отделение оборудовано удобной оргоснасткой, приборами (в зависимости от обслуживаемого производства). Детали, подлежащие контролю, подаются в отделение и обратно управляемой с пульта кареткой-



Рисунок 6.1 – Контрольное отделение в серийном производстве деталей

оператором. Тумбочки со специальными местами 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 ложементом.

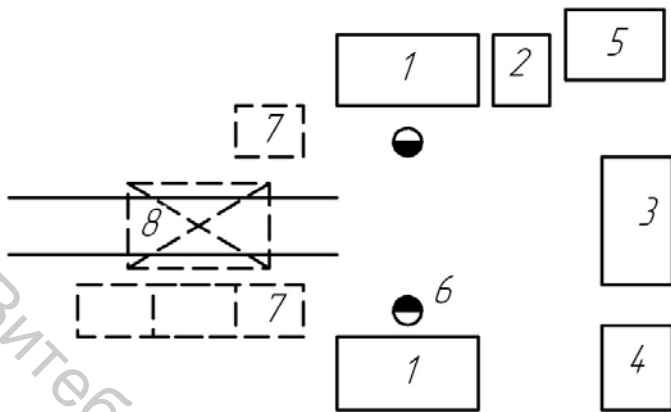


Рисунок 6.2 – План рабочего места контролёра: 1 – стол контролёра ОТК; 2 – малая тележка; 3 – поверочная плита; 4 – инструментальная тумбочка; 5 – инструментальный шкаф; 6 – подъёмно-поворотный стул; 7 – приёмный стол рольганговой секции; 8 – каретка-оператор цехового транспорта для обслуживания рабочих мест механической обработки деталей

размещении их в одном корпусе.

Общая площадь ремонтной базы может рассчитываться по показателю общей удельной площади на единицу основного оборудования (таблица П.1.8 приложения).

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

Эмульсионная станция и склад масел в механическом цехе предусматриваются для снабжения станков смазочно-охлаждающими жидкостями. Эмульсионная станция обслуживает все механические цеха, расположенные в данном корпусе. Подача эмульсии и водных растворов от станции к станкам может осуществляться 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 могут получать питание от индивидуальных охлаждающих систем. Жидкости к таким станкам подаются через разборные краны, установленные на колоннах. Особо крупные

6.6 Проектирование ремонтной базы производственных цехов

Для проведения межремонтного обслуживания производственного оборудования, а также для проведения ремонтных работ предусматриваются ремонтные базы производственных цехов. Состав работ отделения зависит от принятой формы организации ремонтных работ. Количество станков укрупненно может быть определено в зависимости от количества оборудования, обслуживаемого ремонтной базой. (таблица П.1.7 приложения).

Если число станков ремонтной базы не превышает пяти, то целесообразно организовать объединенную ремонтную базу для обслуживания нескольких цехов, особенно при

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 в зависимости от количества оборудования (таблица П.1.9 приложения)

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 9–18 м². В помещении для них предусматривается наличие одного-двух верстаков и шкафов для шорного инвентаря и масленок.

6.8 Проектирование отделения и устройств для сбора и переработки 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 14–15 % от мас-

сы готовых деталей годовой программы.

Процессы сбора и переработки стружки состоят: из удаления стружки от станка, отсоса мелкой стружки и пыли из зоны обработки, удаление стружки от станков цеха, очистка и переработка стружки. Необходимо классифицировать стружку по видам и определять объем и массу стружки, удаляемой за 1 час работы (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – 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 металлорежущих станков	Брикетирование в холодном и горячем состоянии	Скребково-штанговые, скребковые цепные, одновинтовые конвейерные
2	Элементная стальная (мелкая, кусочки, высечка)	1,2–2	Фрезерные, протяжные зубообрабатывающие, строгальные станки; дисковые пилы, холодновысадочные автоматы	Сепарирование Брикетирование	Скребково-штанговые, скребковые цепные, одновинтовые 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

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, стружколомов, 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 (рисунок 6.3).

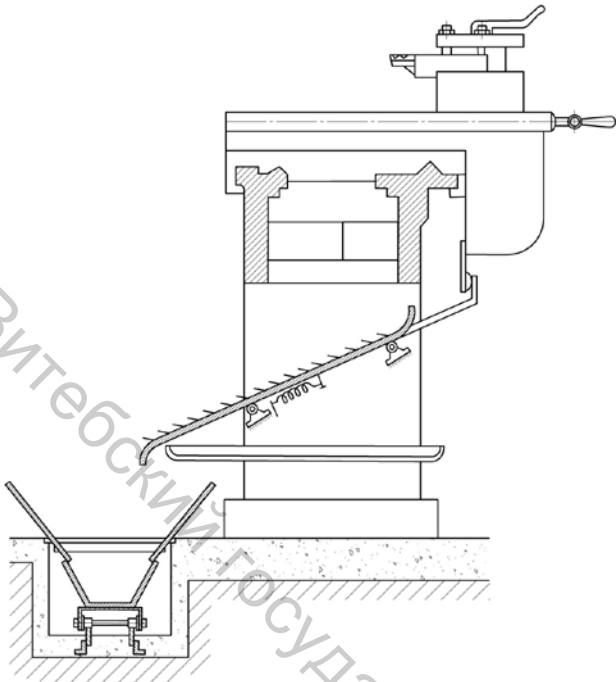


Рисунок 6.3 – Схема устройства скребкового типа для уборки стружки из рабочей зоны станка

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 отделять от углероди-

стой.

Стружку по сортам обычно собирают в разные часы смены для исключения смешивания.

Бронзовая и алюминиевая стружка должна собираться отдельно от всей остальной стружки, что обеспечивается в первую очередь концентрацией 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 подвешеного транспорта в виде однорельсовых и двухрельсовых путей, оборудованных электротельферами с управлением из кабины.

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 другие [3].

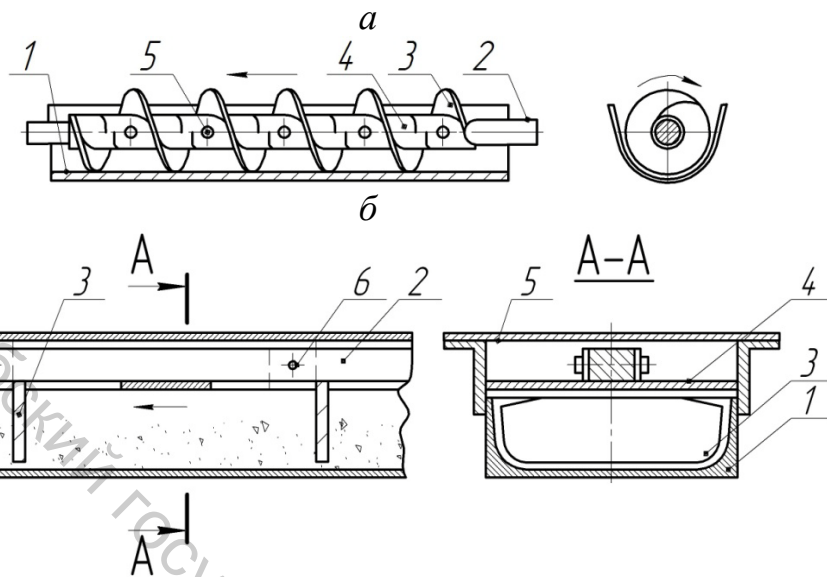


Рисунок 6.4 – Шнековый (а) и скребковый (б) конвейеры для удаления стружки

ется 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.

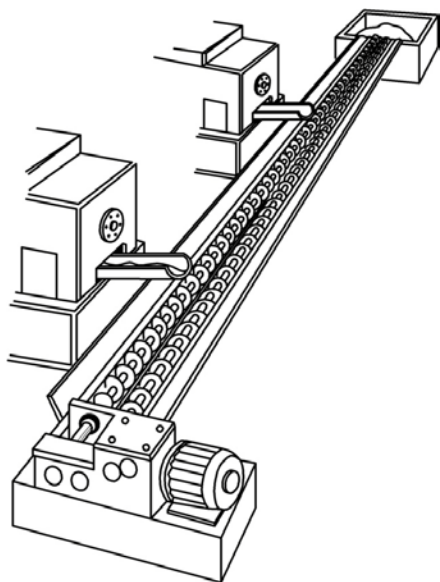


Рисунок 6.5 – Двухшнековый транспортер

Скребково-штанговый конвейер (рисунок 6.4 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.

Винтовой (шнековый) конвейер (рисунок 6.4 а) состоит из неподвижного желоба 1, внутри которого вращается вал 2 с укрепленным на нем бесконечным винтом 3, который обычно состоит из отдельных секций-втулок 4, укрепленных на валу штифтами 5. Недостатком таких конвейеров явля-

Для транспортирования выющейся стружки требуются большие усилия, поэтому в этом случае применяются двушнековые конвейеры (рисунок 6.5).

Ершово-штанговый конвейер (рисунок 6.6 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

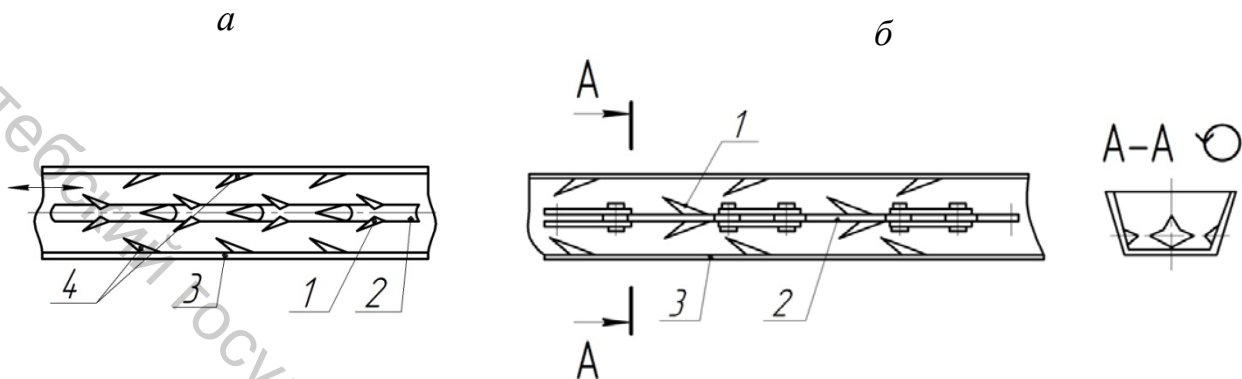


Рисунок 6.6 – Ершово-штанговый (а) и цепной (б) конвейеры для удаления стружки

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 рисунке 6.6 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.

Инерционный конвейер (рисунок 6.7) 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 (рисунок 6.7).

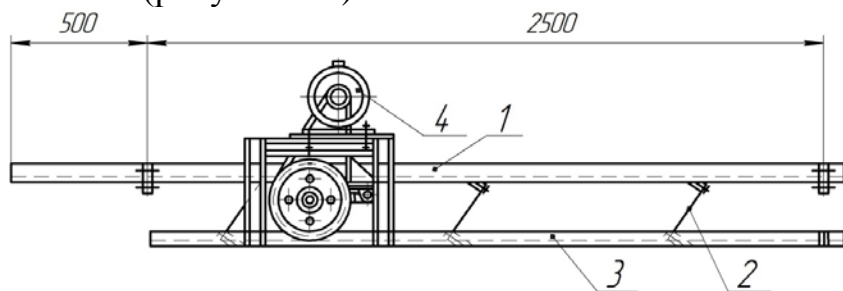


Рисунок 6.7 – Секция инерционного конвейера

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. Гидроконвейеры могут применяться для транспортирования мелкой

стружки из любого металла при наличии обильного количества 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 рисунке 6.8 в качестве примера показана полуавтоматическая линия для брикетирования стружки [3].

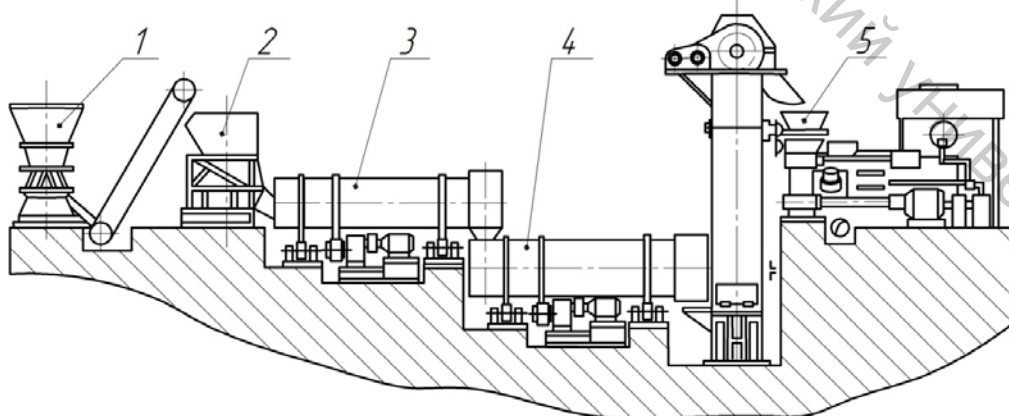


Рисунок 6.8 – Полуавтоматическая линия для брикетирования стружки:
1–конусная стружкодробилка; 2–молотковая дробилка; 3–моечная машина;
4–сушильный аппарат; 5–брикетировочный пресс

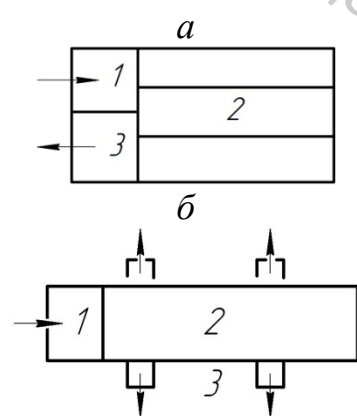
Площадь отделения для сбора и переработки стружки можно определять в зависимости от количества станков (таблица П.1.10 приложения)

6.9 Проектирование цеховых складов

В машиностроительных цехах в основном применяют два варианта компоновок складов с участками приема, хранения и выдачи грузов (рисунок 6.9) [5].

В зоне приема и выдачи грузов на складах предусматривают дополнительные перегрузочные устройства с внешнего транспорта на устройства складской системы. Предусматривают также накопительные устройства, которые служат для устранения неравномерности внешних и внутренних грузопотоков. За время нахождения заготовок в накопительных устройствах также выполняют операции контроля, пересчета, сортировки и комплектации партий для обработки или укладку на специальную технологическую тару или спутники.

На машиностроительных предприятиях чаще всего 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. Во втором варианте лучшая увязка 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.

Рисунок 6.9 – Варианты компоновки складов с участками приема 1, хранения 2 и выдачи грузов 3:

а – тупиковая, б – продольно-поперечная

6.9.1 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) единичного 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, то есть 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 (рисунок 6.10).

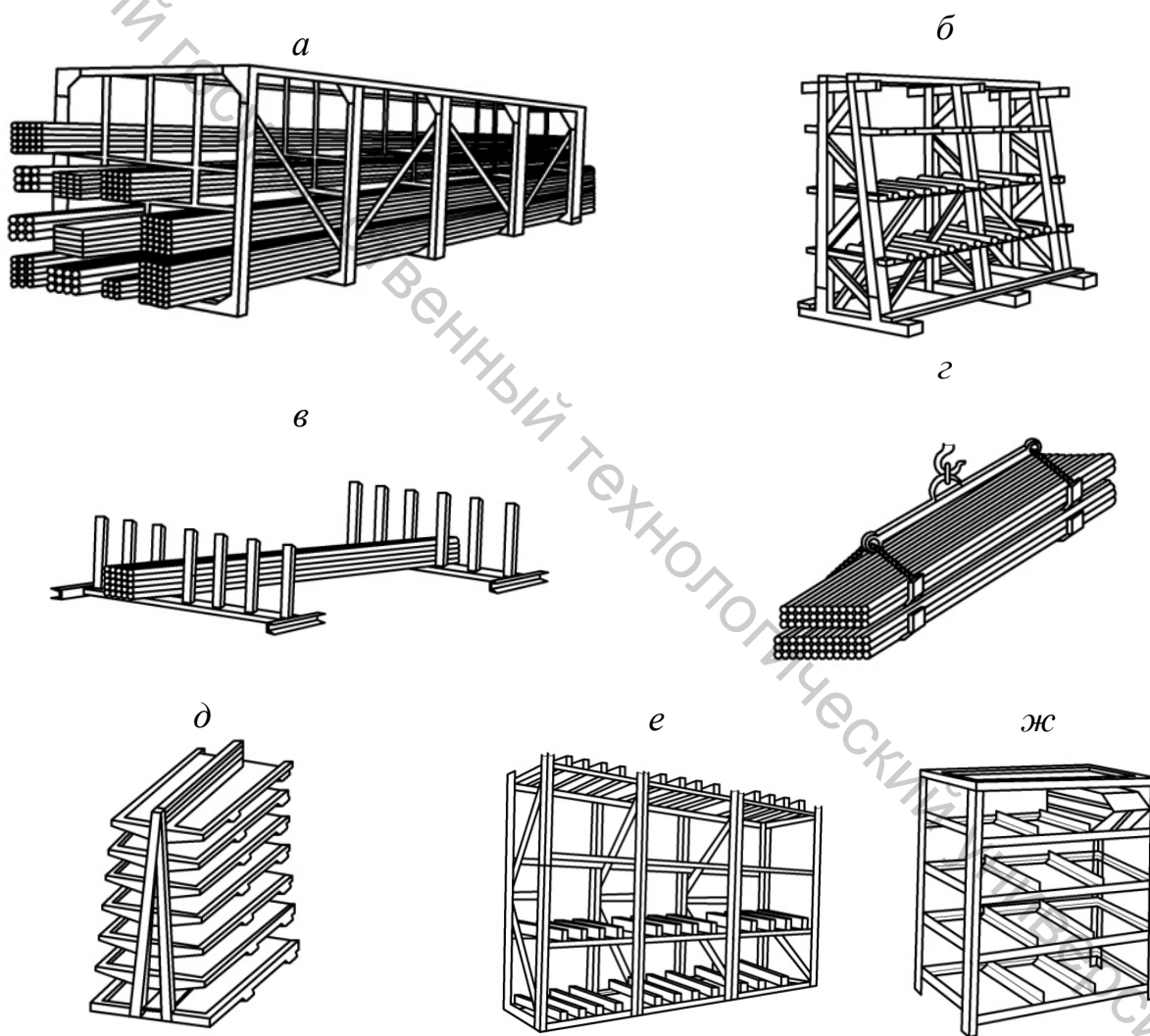


Рисунок 6.10 – Типы стеллажей для хранения сортового металла:
а – трапециевидные; б – клеточные; в – вертикальные стойки; г – скобы и их применение; д – консольные стеллажи с настилом; е, ж – сборно-разборные стеллажи

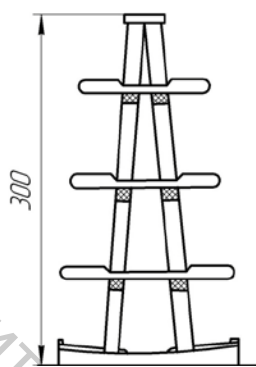


Рисунок 6.11 –
Пирамидаль-
ный стеллаж
для вертикаль-
ного хранения
пруткового
материала

Прутковый материал может храниться или горизонтально – в штабелях, стойках, клеточных и крючковых стеллажах – или вертикально – в пирамидальных стеллажах (рисунок 6.11). В первом случае площадь, занимаемая прутками, больше, но при таком способе хранения прутками удобнее оперировать при их транспортировании. 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 клеточных стеллажей приведены на

рисунке 6.12. В приложении 1 (таблица П.1.11) приводятся их параметры.

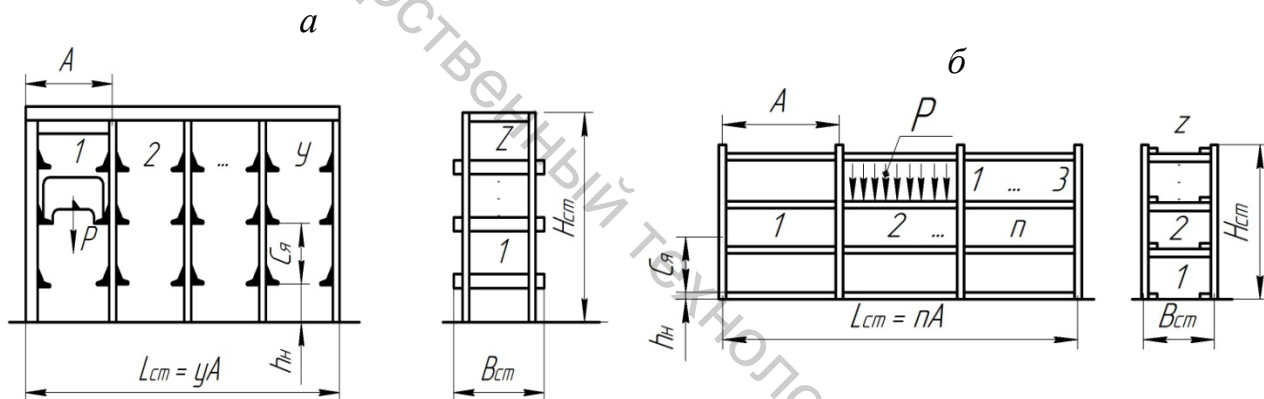


Рисунок 6.12 – Схемы клеточных стеллажей по ГОСТ14757–81
а – бесполочного, б – каркасного

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

Стеллажные конструкции более вместительны по сравнению со штабельным хранением. Такие склады занимают меньшую площадь благодаря лучшему использованию здания по высоте, а также дают возможность автоматизировать складские работы. Высокая устойчивость конструкций обеспечивает безопасность работы. Особенно эффективны склады стеллажной конструкции при большой номенклатуре заготовок. Для груза каждого наименования отводится своя зона хранения, что обеспечивает порядок и четкую организацию складских работ. 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 (рисунок 6.13). Продольное расположение стеллажей закрывает доступ света через окна в торце здания. При этом образуется несколько продольных проездов или проходов, ширина которых 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.

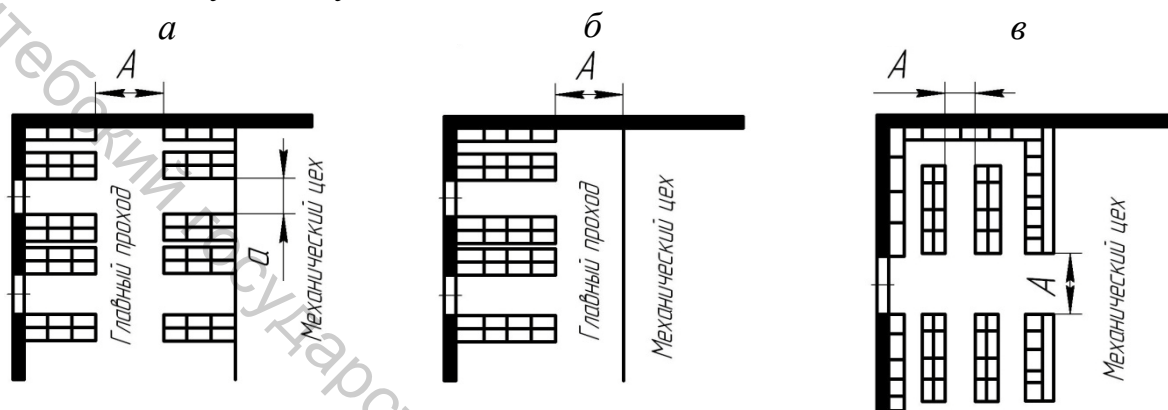


Рисунок 6.13 – Поперечное а и б и продольное в расположение стеллажей в цеховом складе

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 [9].

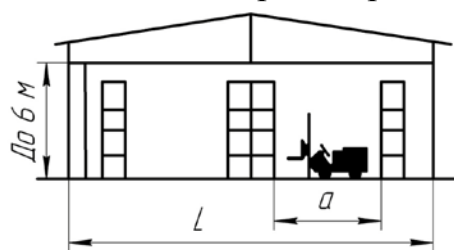


Рисунок 6.14 – Схема стеллажного склада при обслуживании электропогрузчиком

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 (рисунок 6.14.), применя-

ют 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 торцовой стене здания.

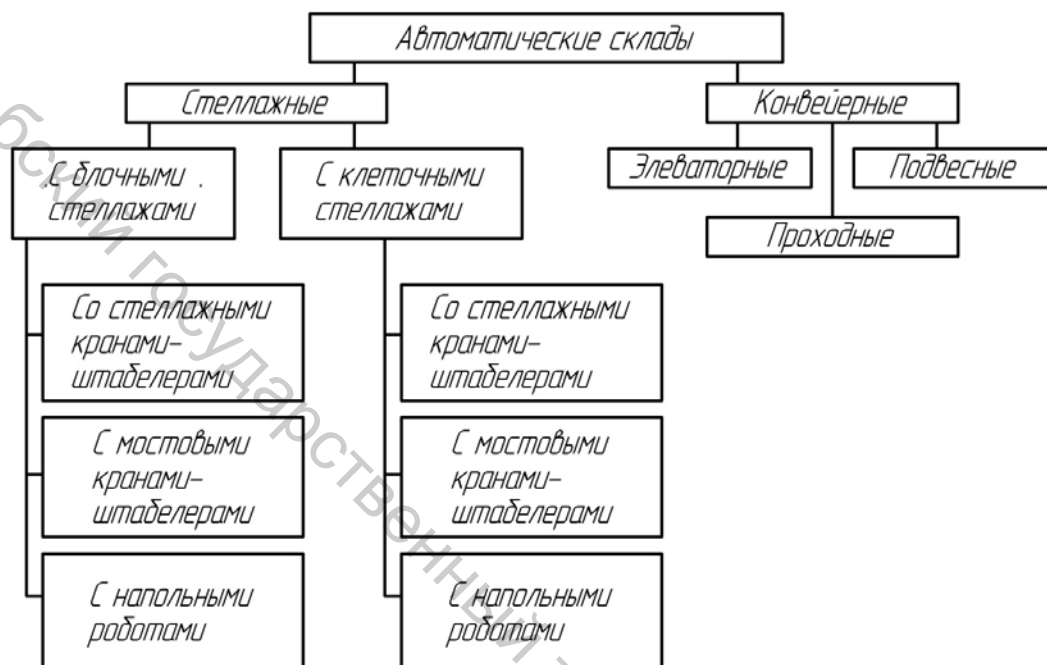


Рисунок 6.15 – Классификация автоматических складов по видам оборудования

При выборе типа *автоматического склада* можно пользоваться классификацией, приведенной на рисунке 6.15. За основные признаки приняты наличие стеллажных конструкций, типы и конструкция стеллажей и штабелирующих устройств [7, 8].

Большое распространение в автоматизированном производстве получили склады с автоматическими стеллажными кранами-штабелерами (рисунок 6.16 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.

Подвесные автоматические склады применяют в производстве, когда в качестве внутрицехового и межоперационного транспорта используют подвесной толкающий конвейер с автоматическим адресованием грузов (рисунок 6.16 ж). Автоматизированные склады с блочными гравитационными стеллажами (рисунок 6.16 е) применяют при незначительной номенклатуре грузов, хранимых в больших запасах. Склады с элеваторными стеллажами (рисунок 6.16 з) целесо-

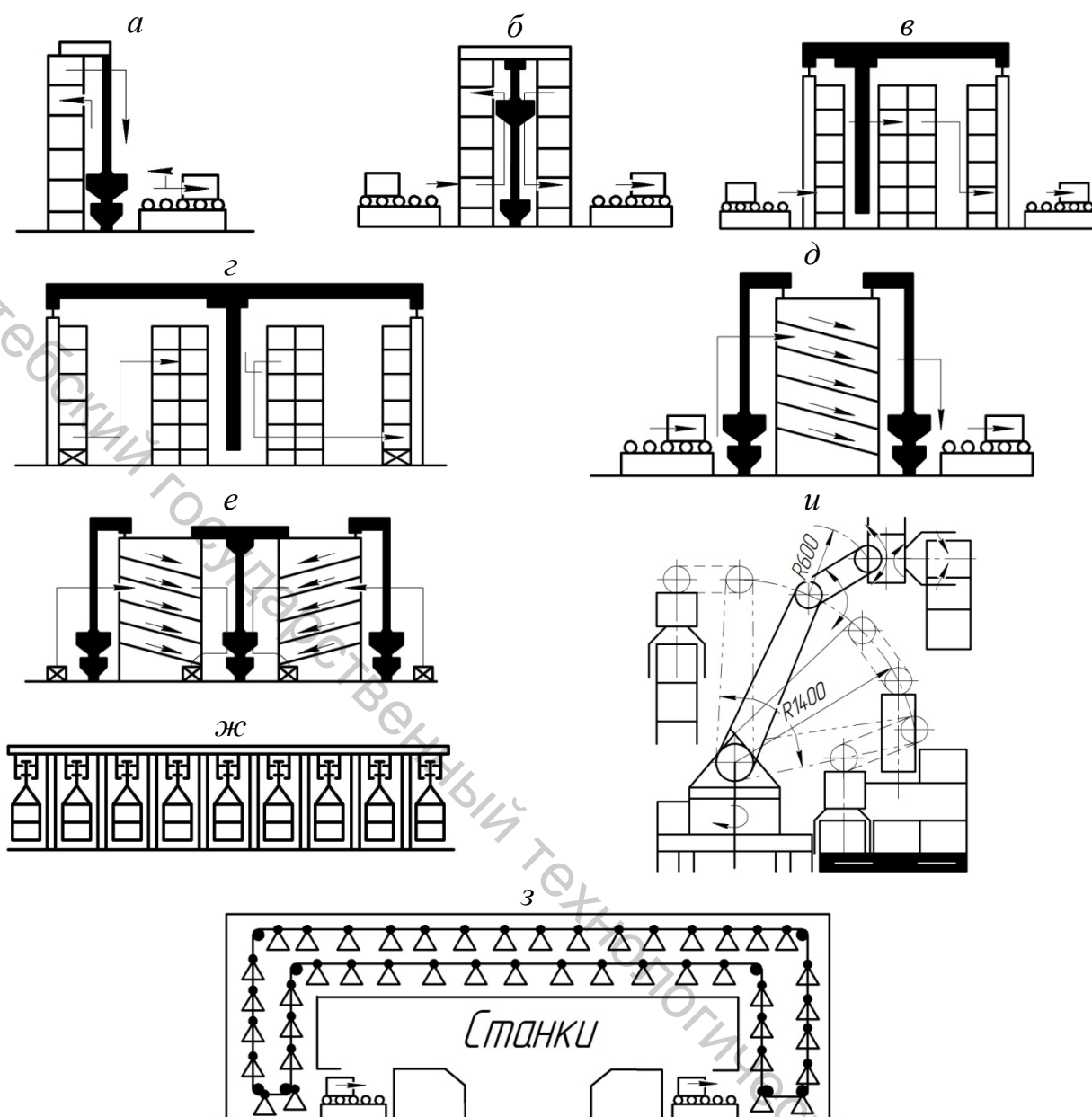


Рисунок 6.16 – Варианты механизированных и автоматизированных складов: а, б – со стеллажными кранами-штабелерами; в, г – с мостовыми кранами-штабелерами; д, е – с гравитационными стеллажами: ж – подвесной на базе подвесного толкающего конвейера, з – элеваторный, и – с напольным автоматическим штабелером

образно применять при малых грузопотоках, небольших сроках и запасах хранения грузов и малых размерах самих изделий. Склады с мостовыми кранами-штабелерами (рисунок 6.16 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.

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

$$F = \frac{Qt}{\Phi q} \text{ м}^2, \quad (6.1)$$

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 П.1.12 приложения); Φ – количество рабочих дней в году; q – допускаемая нагрузка на площадь пола в тоннах на 1 м^2 (грузонапряжённость).

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 рекомендуется 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.

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.

Возможно 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 грузонапряжённость равной примерно $1,5\text{--}2 \text{ т на } 1 \text{ м}^2$, и по среднему числу дней, принятому для образования запаса материалов и заготовок. С учетом коэффициента k_u , выражающего отношение полезной площади склада к его общей площади, учитываются площади, занятые под проходы, проезды, места для рассортировки материалов и заготовок. Величину коэффициента k_u можно принять равной 0,4–0,5.

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

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

После контрольного отделения 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.

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 складочные 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.

Площадь промежуточного склада определяется так же, как и для цеховых складов материала, то есть на основе планировки стеллажей и других устройств для хранения запаса разных видов деталей на определенный срок с учетом проходов и проездов. При этом 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 (6.1), 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 около 9–10 % от станочной площади.

Детали между операциями хранятся 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, 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. Необходимо учесть, 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.

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

Грузонапряженность площади пола для хранения деталей между операциями можно определить по таблице П.1.12 приложения 1. Исходя из этого размер общей площади межоперационного склада можно выразить следующей формулой:

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

где Q_c – 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* [7, 8].

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 вибрлотковые, 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 применяют бункеры с шиберной подачей (рисунок 6.17). 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 пружинную собачку 12, которая непрерывно разрушает образующиеся своды и позволяет кольцам по лотку 11 поступать в штанговый подъемник.

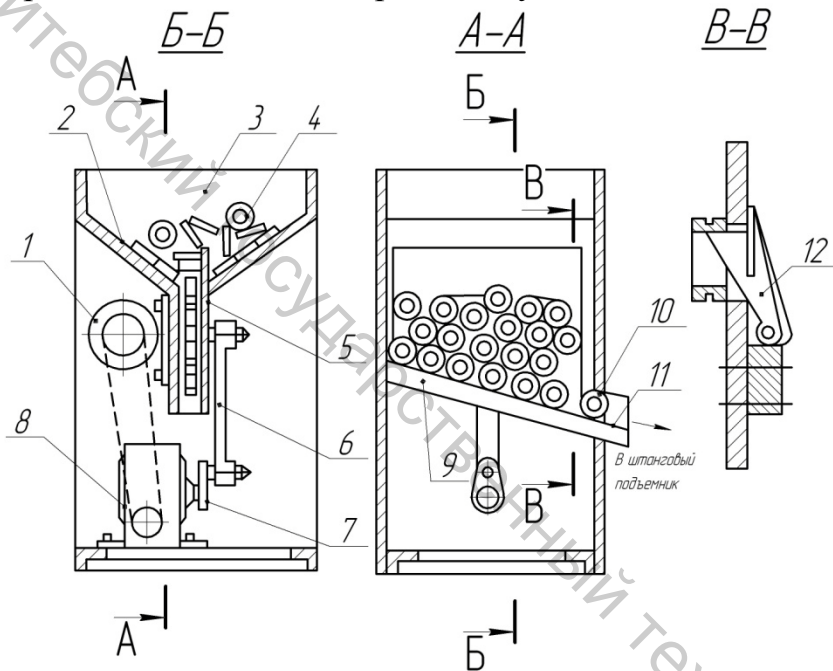


Рисунок 6.17 – Бункер-накопитель

Вместимость операционных накопителей может быть обеспечена путем установки различного числа оперативных ячеек. Конструкция оперативной ячейки типа координатного стола показана на рисунке 6.18. 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 пружинной 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.

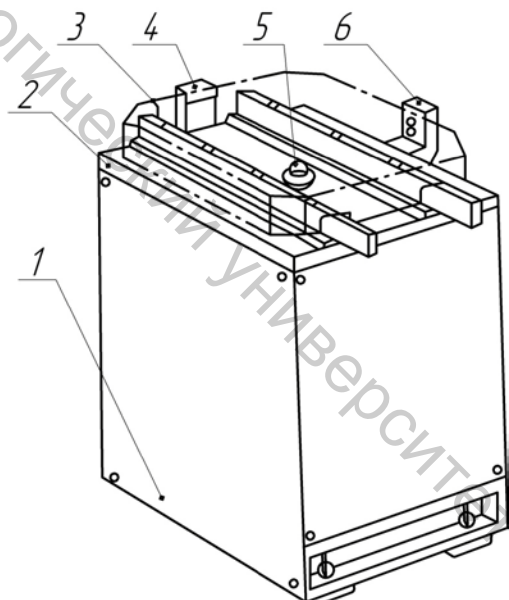


Рисунок 6.18 – Ячейка оперативного накопителя

Модели функционирования накопителей зависят от способов транспортирования изделий, их числа и номенклатуры. Типовые схемы функционирования накопителей приведены на рисунке 6.19. Схему, показанную на рисунке 6.19 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 (рисунок 6.19 б), тупикового (рисунок 6.19 в) и комбинированного типов (рисунок 6.19 г).

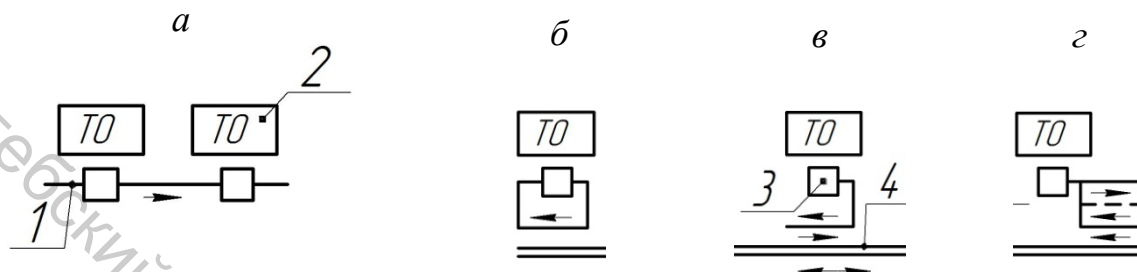


Рисунок 6.19 – Типовые схемы функционирования накопителей

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 рисунке 6.19 б–г, позволяют подавать полуфабрикаты на загрузочную позицию в любой заданной последовательности, однако схемы, приведенные на рисунке 6.19 б, в, удовлетворяют указанному требованию только при использовании межоперационной транспортной системы, а комбинированная 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 (рисунок 6.19 г).

6.10 Вопросы для самоконтроля

1. Как подразделяется площадь цеха по своему назначению?
2. Приведите классификацию вспомогательных подразделений цеха.
3. Охарактеризуйте заготовительное отделение механосборочного цеха.
4. Какое оборудование применяется в заготовительном отделении?
5. Какие отделения входят в состав инструментальной службы?
6. Опишите методику расчета числа заточных станков заточного отделения при точном проектировании.
7. Охарактеризуйте отделения ремонта инструмента и оснастки.
8. Для чего используются инструментально-раздаточная кладовая, кладовая приспособлений и абразивов?
9. Какие виды технического контроля Вы знаете?
10. Для чего используются ремонтные базы производственных цехов?
11. Из каких процедур состоят процессы сбора и переработки стружки?
12. Какие транспортные средства применяются для транспортировки стружки?
13. Перечислите известные Вам конвейеры и транспортеры для транспортирования стружки?

14. Опишите принципы действия винтовых, скребковых, ершово-штанговых, цепных, пластинчатых, ленточных, инерционных, гидравлических и пневматических конвейеров для транспортировки стружки.

15. Изобразите варианты компоновки складов механических цехов.

16. Какие типы стеллажей для хранения сортового металла Вам известны?

17. Какие транспортные средства применяются для транспортирования материалов и заготовок внутри склада и из склада к станкам.

18. Какие признаки классификации автоматических складов Вам известны?

19. В каких производствах применяют подвесные автоматические склады?

20. Изобразите принципиальные схемы вариантов механизированных и автоматизированных складов.

21. Для чего применяются промежуточные и межоперационные склады?

22. Запишите формулу для определения общей площади межоперационного склада.

23. Какие устройства используются для межоперационного хранения заготовок в автоматизированном производстве?

7 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Производственные здания в зависимости от процессов, происходящих в них, делятся на: *основные производственные, обслуживающие и вспомогательные*. Эти здания классифицируются по ряду признаков: по капитальности и огнестойкости, по производственному назначению и режиму, по этажности, объемно-планировочному и конструктивному решению и т. п.

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.

7.1 Одноэтажные здания

7.1.1 Определение габаритной схемы

Одноэтажные здания по площади составляют в общем объеме примерно 90 %, причем крановые – 20–25 % и бескрановые – 60–65 %.

Форма одноэтажных производственных зданий чаще всего делается в виде прямоугольника (или квадрата), так как затраты на строительство здания слож-

ной конфигурации увеличиваются. Исходя из условий производственного процесса, вентиляции, освещения, необходимости избежать внутренних водосточков, 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.

Для предприятий *машиностроения строят преимущественно одноэтажные здания*. 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.

Одноэтажные здания могут быть *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, то есть 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 машиностроительной промышленности применяют главным образом конструктивную схему *с полным каркасом*. Эта схема является типовой и обеспечивает экономичные решения зданий с полной унификацией сборных элементов (рисунок 7.1).

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

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 рисунке 7.2 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 $L \times t$.

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 (рисунок 7.2). Температурные швы расчленяют здание на отдельные отсеки (температурные блоки) (на рисунке 7.2 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.

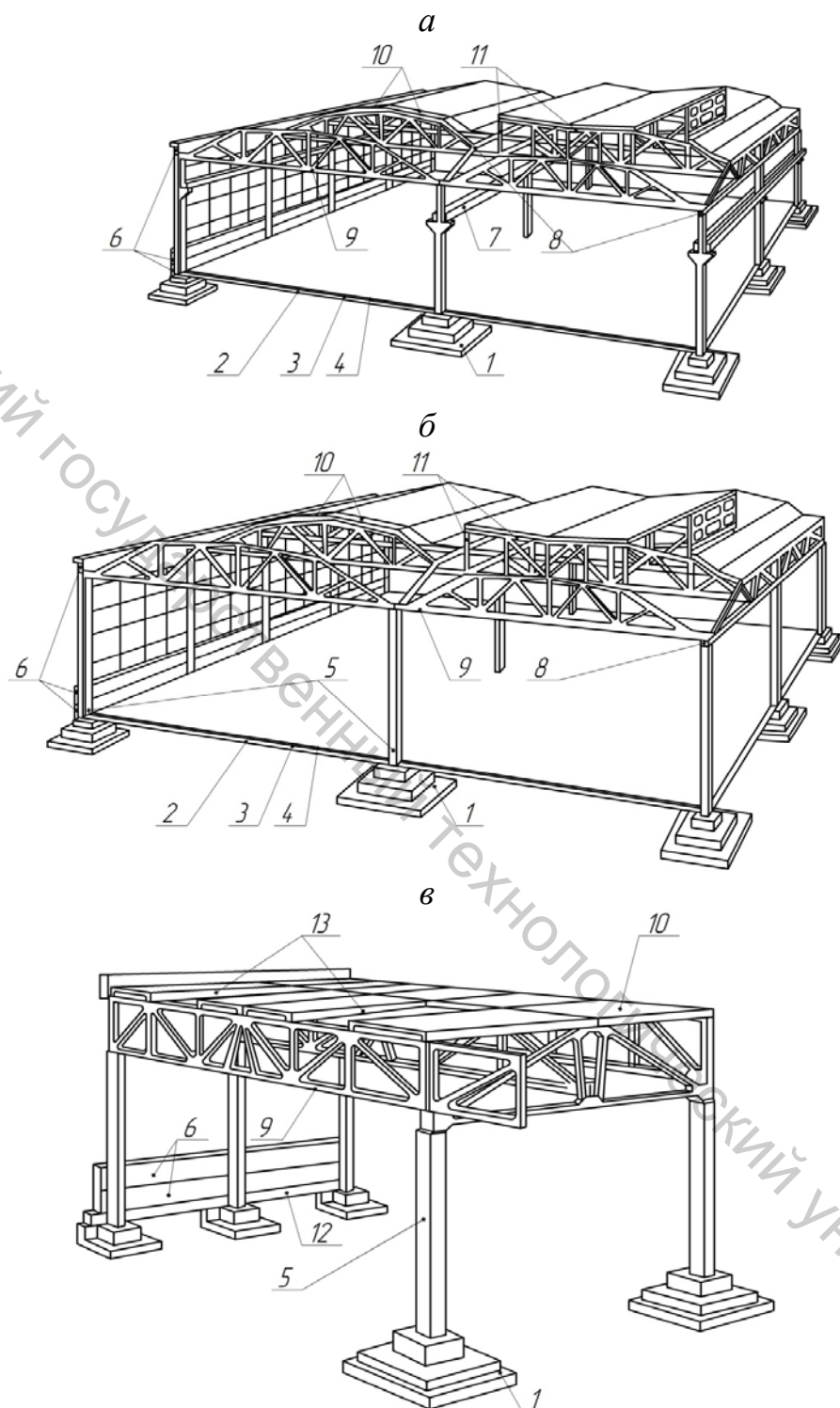


Рисунок 7.1 – Пролёты и конструктивные элементы зданий с полным каркасом: а – крановые пролёты; б – бескрановые пролёты со скатной кровлей и светоаэрационными фонарями; в – бескрановые пролёты с плоской кровлей и световыми плафонами; 1 – фундамент; 2 – бетонная подготовка; 3 – стяжка; 4 – покрытие пола; 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

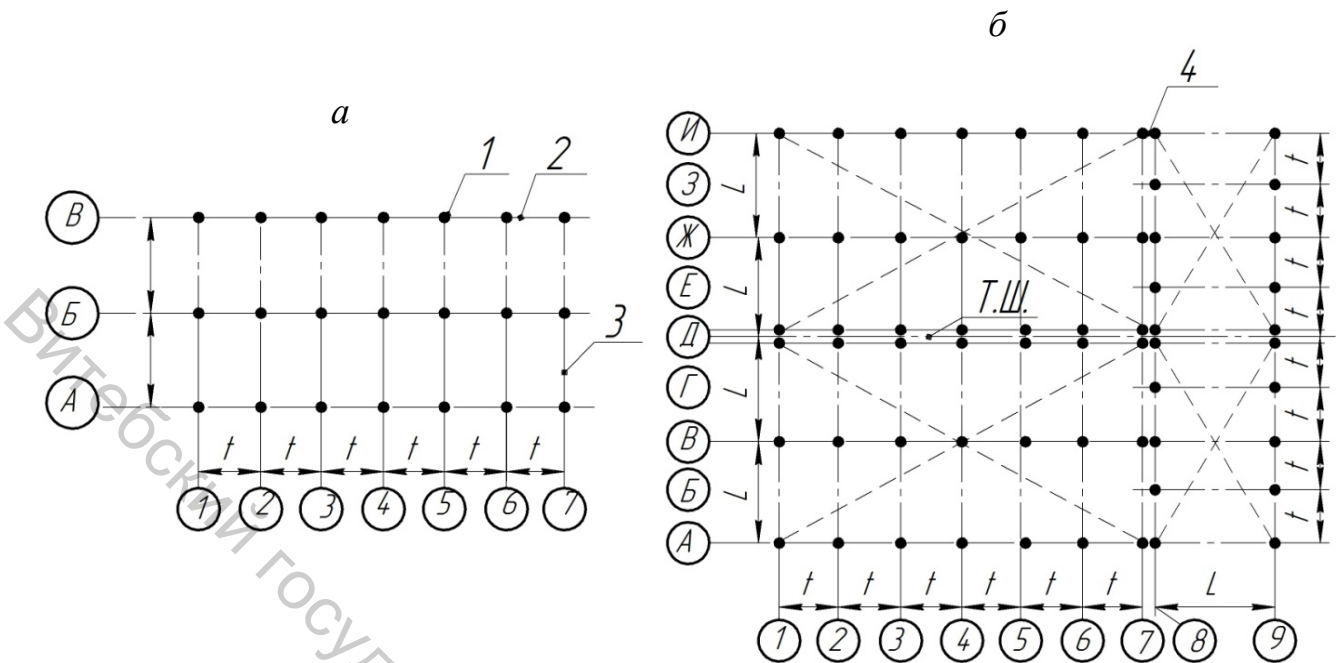


Рисунок 7.2 – Примеры изображения схематических планов зданий:
а – двухпролётного; *б* – четырёхпролётного с поперечным пролётом; 1 – колонна; 2 – продольная разбивочная ось; 3 – поперечная разбивочная ось; т.ш. – температурный шов

Общая высота кранового здания H (рисунок 7.3) от пола до нижней выступающей части верхнего перекрытия или до нижней точки стропильной затяжки складывается из расстояния H_1 , 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 (ОНТП 14–93, [9]), то есть

$$H = H_1 + h. \quad (7.1)$$

Величина H_1 складывается из следующих величин:

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (7.2)$$

где k – высота наиболее высокого станка; если станки невысокие, то этот размер принимается не менее 2,3 м, то есть 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.

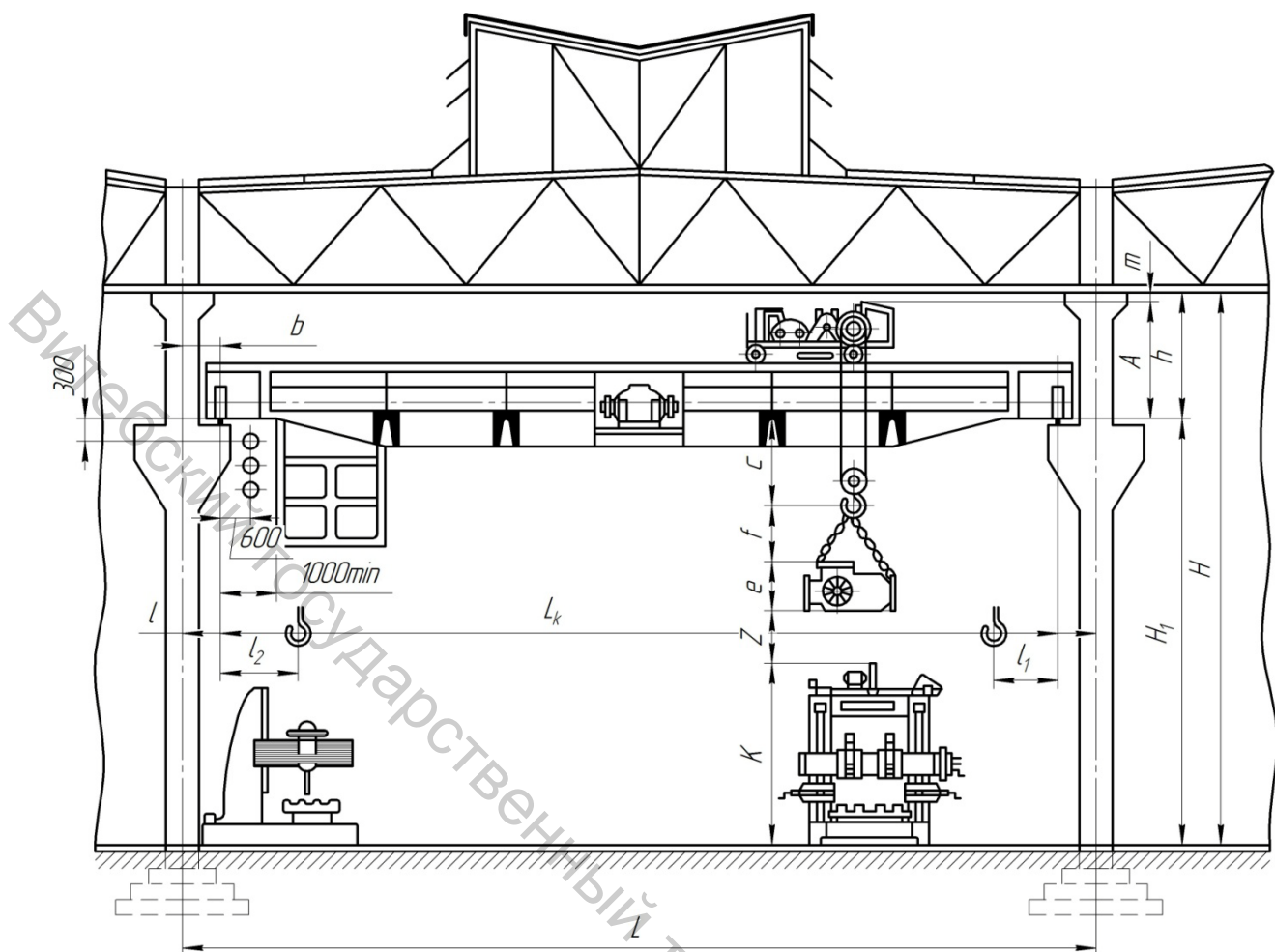


Рисунок 7.3 – Схема для определения высоты и ширины пролета цеха

Высота пролета может быть принята без учета возможности транспортирования деталей над наиболее высокими станками, если высоких станков в пролете немного. При этом должна быть обеспечена только возможность прохода крана над этими станками. 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 (рисунок 7.3) и расстояния m между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия или затяжки стропильной фермы, то есть

$$h = A + m. \quad (7.3)$$

Высота электрических мостовых кранов A установлена стандартом [1] 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* $3,2 \text{ м}$ от пола до потолка, а высота от пола до выступающих частей конструкции здания – не менее $2,6 \text{ м}$.

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. 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 (рисунок 7.3).

Ширина пролета здания L (рисунок 7.3) равна:

$$L = L_k + 2l, \quad (7.4)$$

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

Размеры распространенных пролетов кранов в соответствии с шириной пролетов зданий приведены в таблице 7.1. При установке нескольких кранов разной грузоподъемности на одном пути пролет крана берется по крану наибольшей грузоподъемности. При двухъярусном расположении кранов указанные в таблице 7.1 размеры пролетов следует относить к кранам верхнего яруса.

Размер l по стандарту установлен различным в зависимости от грузоподъемности кранов. Он складывается из следующих величин (рисунок 7.3):

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

Таблица 7.1 – 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 $5–10 \text{ т}$ среднего и тяжелого режимов работы не менее 60 мм и для кранов грузоподъемностью $75–250 \text{ т}$ 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

$$L = L_k + 2l = L_k + 2(t + s + b). \quad (7.5)$$

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 рельсов учитывается, что при крайнем положении тележки крюк крана не доходит до оси подкранового рельса на некоторое расстояние l_1 и l_2 (рисунок 7.3). 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 от того, 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 машиностроения 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.

Для уменьшения *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 руководствуются при проектировании машиностроительных заводов (таблица 7.2).

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).

Таблица 7.2 – 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			50/10
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					

Ширина пролёта 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 пролётов 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 применяют еще более укрупненные сетки колонн, причем наибольшая экономия площади при дальнейшем укрупнении сетки колонн достигается в цехах с крупным оборудованием.

В пролётах, не имеющих подъемных кранов (см. глава 3), может применяться подвесное подъемно-транспортное оборудование (кран-балки 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 пролёта, при грузоподъемности более 3,2 т – в один ряд.

Механические цехи для обработки средних и мелких деталей, цехи термические окрасочные и металлопокрытий, сборочные цехи и отделения, испытательные станции и склады могут размещаться в бескрановых пролётах. Крановые пролеты, оборудованные мостовыми кранами до 30 т, используют для размещения механических отделений для обработки крупных деталей, штампо-механических 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.

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. Унифицирован-

ная высота пролетов установлена 6–8,4 м в бескрановых пролетах и 10,8–19,8 м – в крановых.

Дальнейшим развитием типизации и унификации элементов зданий явилось создание *унифицированных типовых секций (УТС)* для использования при строительстве заводов ряда отраслей промышленности. УТС представляет собой объемную часть здания, состоящую из одного или нескольких одинаковых пролетов постоянной высоты. В приложении 1 (таблица П.1.13) приведены схематические планы и разрезы УТС для различных производств (кроме литейных, кузнечных и прессовых).

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, то есть 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 транспортного 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.

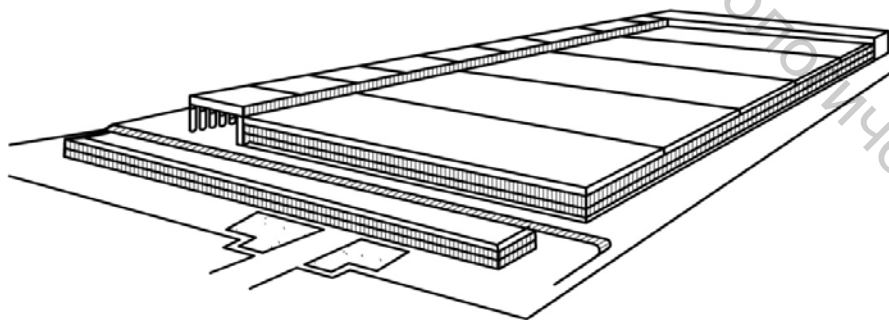


Рисунок 7.4 – Станкостроительный завод, спроектированный из унифицированных типовых секций

На рисунке 7.4 схематически изображен завод, спроектированный на основе секционного метода. Завод состоит из пяти основных секций 144x72 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.

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.

В приложении 1 (рисунок П.1.1) даны примеры оформления чертежей бескрановой и крановой секций, взятые из каталога УТС.

Важнейшим преимуществом применения УТС является сокращение про-

ектных материалов на всех стадиях проектирования. Доля готовых архитектурно-строительных чертежей (включая чертежи типовых конструкций и деталей), используемых при компоновке проектов из типовых секций, доходит примерно до 75 % от общего количества необходимых в данном строительстве рабочих чертежей. В результате применения УТС значительно повышается производительность труда проектировщиков и сокращаются сроки разработки технической документации.

7.1.2 Определение основных конструктивных элементов зданий

Основными элементами каркасов одноэтажных зданий являются: фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные конструкции, подкрановые балки (рисунок 7.1). 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 стоящие, выполненные из железобетона. На них опираются колонны и фундаментные балки (рисунок 7.5). Обрез фундамента располагается на уровне планировочной отметки земли, которая принимается на 150 мм ниже уровня чистого пола.

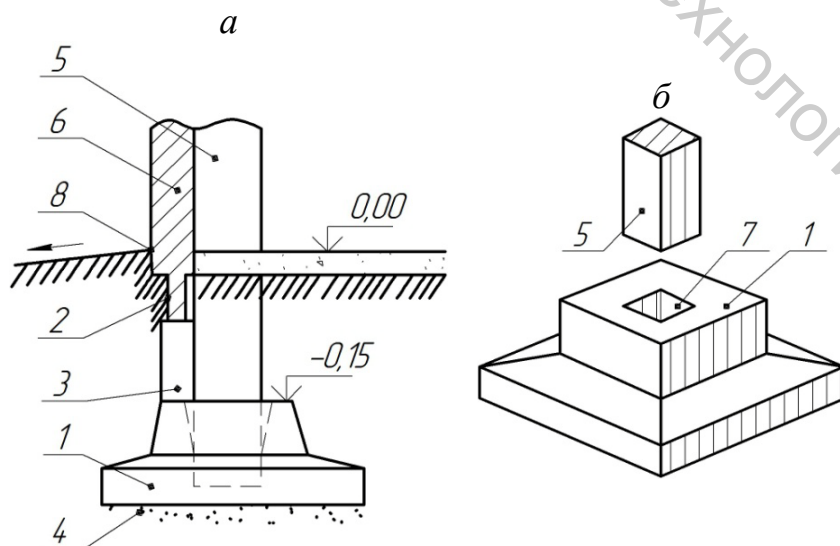


Рисунок 7.5 – Сборный железобетонный фундамент стаканного типа: а – схема; б – общий вид;

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

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 рисунке 7.6 изображены унифицированные железобетонные колонны, предназначенные для зданий с пролетами до 30 м и шагом 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.

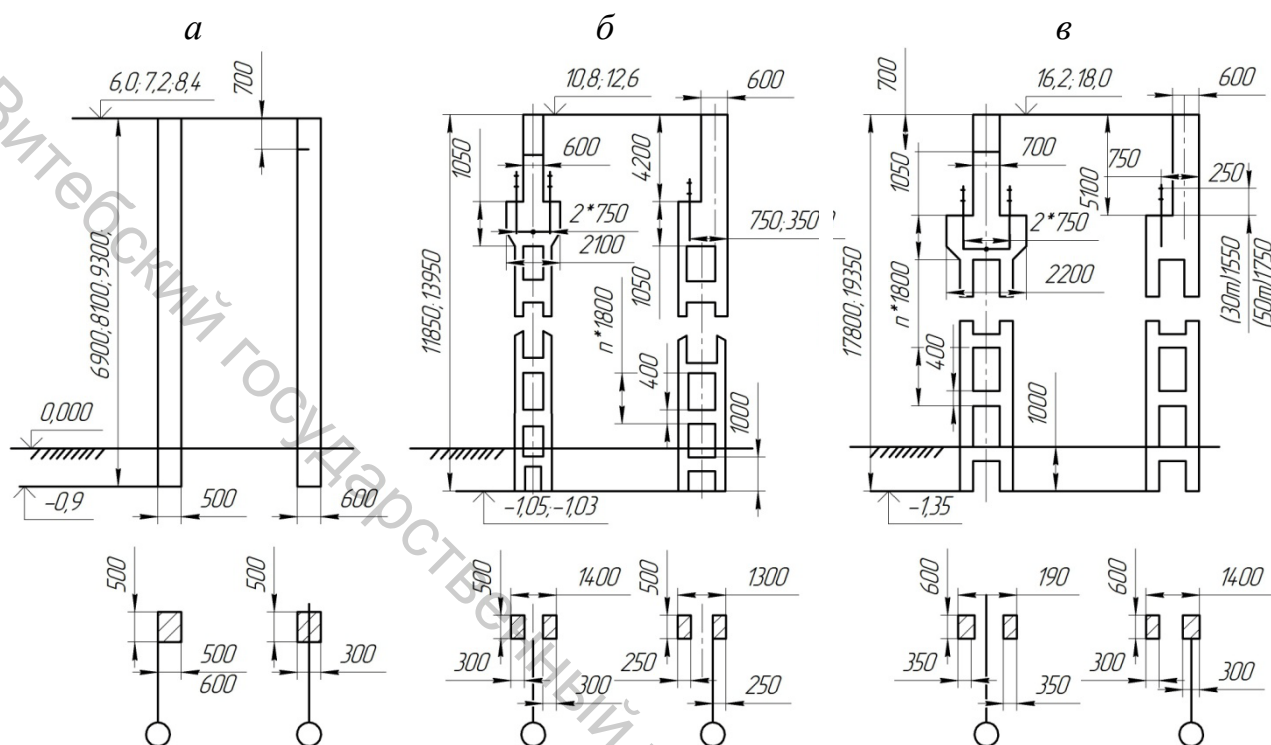


Рисунок 7.6 – Унифицированные железобетонные колонны:

а–для зданий без опорных кранов; б–для зданий с опорными кранами 10–30 т при пролётах 18, 24 и 30 м; в–для зданий с опорными кранами 30–50 т 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 колонн и образуют промежуточные опоры для расположенных с 6-метровым шагом стропильных конструкций.

Стропильные конструкции устанавливают 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 (рисунок 7.7).

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 пролётов 30 м применяют стальные фермы.

Предусмотренные в ЕМС конструкции приведены в приложении на рисунках П.1.2 и П.1.3.

Фермы с параллельными поясами применяют для зданий с плоскими кровлями. Плоские кровли устраиваются в тех случаях, когда требуется исполь-

зовать 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 изготовляют 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 тепло-технических требований от 200 до 500 мм.

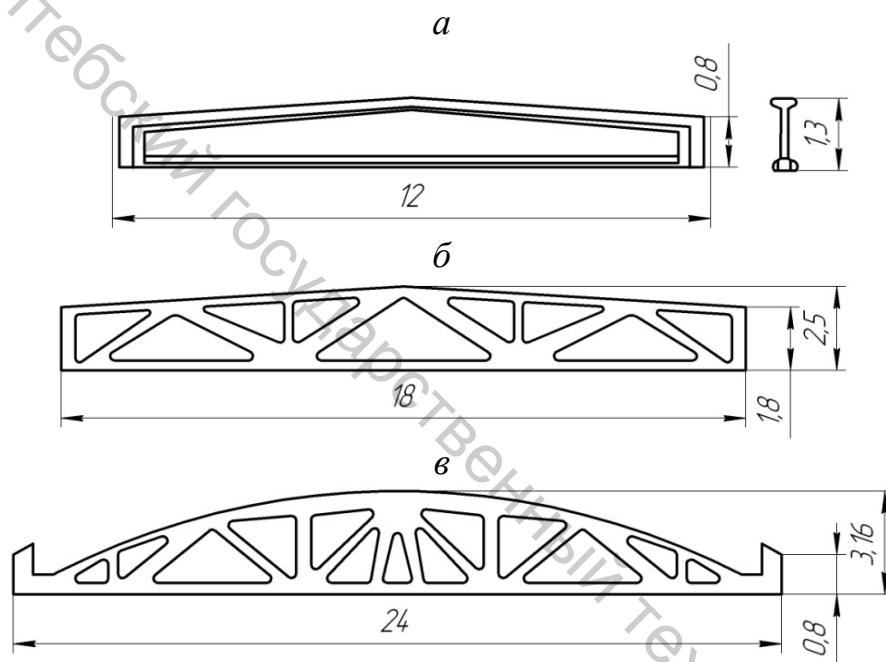


Рисунок 7.7 – Схемы несущих конструкций:

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

Номенклатура стеновых панелей предусматривает применение навесных панельных стен с оконными проемами ленточного остекления и самонесущие панельные стены 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 и т. п. материалами, а также с применением солнцезащитных устройств.

Для ввода транспортных средств (авто- и электрокар, автомашин, автопогрузчиков, подвижного состава узкоколейных и ширококолейных дорог) и прохода больших масс людей устраиваются *ворота*. Размеры ворот устанавливают в зависимости от габаритов подвижного состава или оборудования. Чаще всего ворота изготовляют стальными, деревянными, деревянными со стальным каркасом.

По способу открытия ворота подразделяют на распашные, раздвижные, складчатые (многостворные), подъемные и шторные (рисунок 7.8).

Высота ворот в свету 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 напольного 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. Размеры ворот для железнодорожного транспорта 4,7×5,6 м.

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

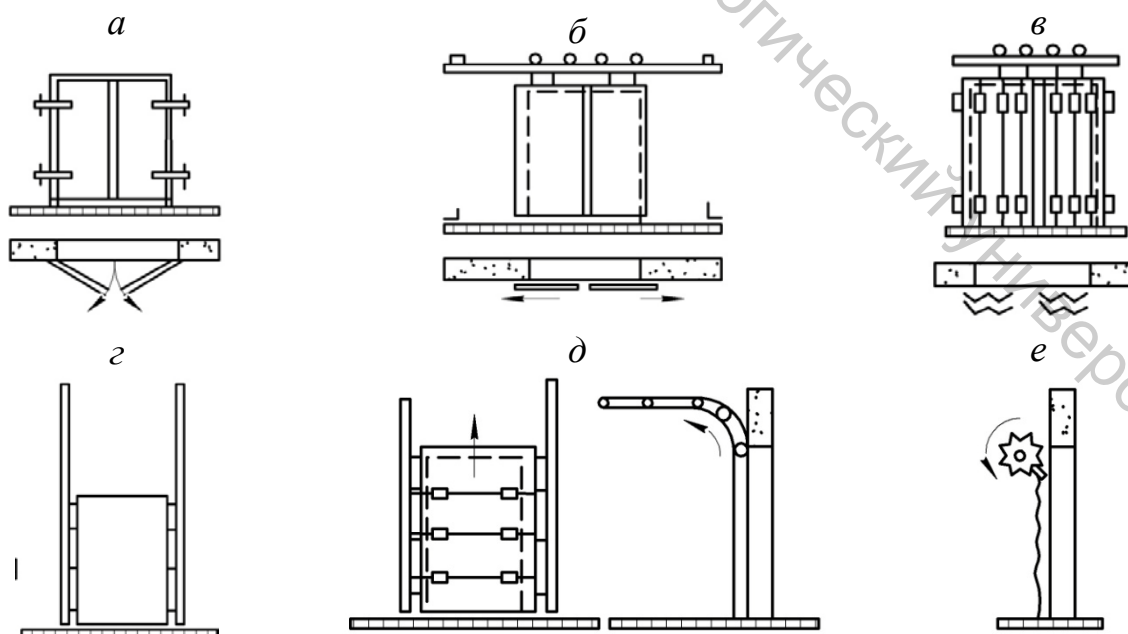


Рисунок 7.8 – Ворота: а – распашные; б – раздвижные; в – многостворчатые; г, д – подъёмные; е – шторные

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.

Кровли производственных зданий могут быть скатными и плоскими. 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. 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, то есть естественной вентиляции, производственных помещений. По своему назначению фонари подразделяются на *светоаэрационные, аэрационные и световые*.

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 применяют *аэрационные фонари*.

Форма световых фонарей бывает треугольная, зубчатая (пилообразная), трапецидальная, прямоугольная и М-образная (рисунок 7.9) [1].

Треугольные фонари (рисунок 7.9 а) имеют остекление под углом 45° к горизонту. Они делаются только глухими, то есть не открывающимися, 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.

а

б

в

г

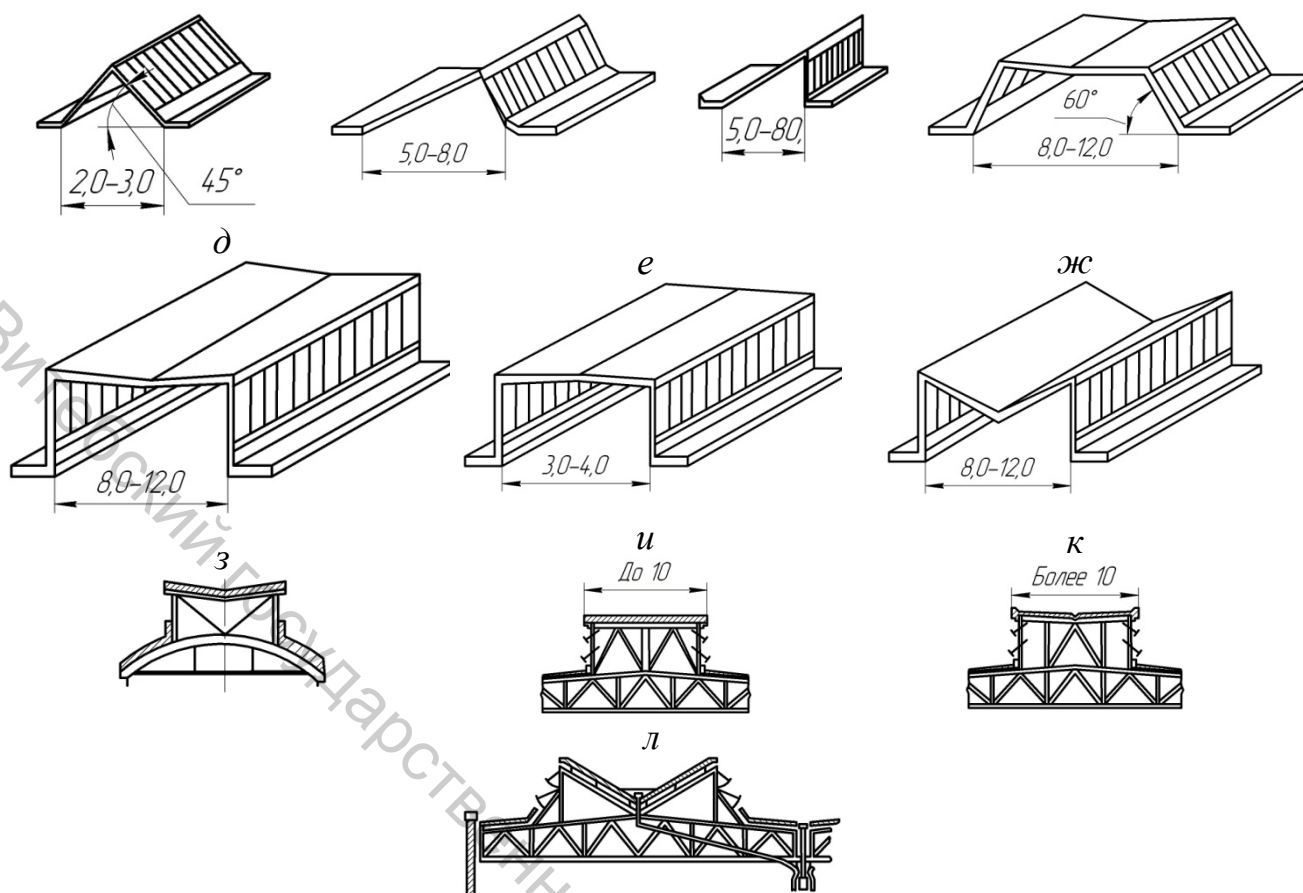


Рисунок 7.9 – Формы световых фонарей (размеры в м): а – треугольная; б, в – зубчатые (пилообразные); г – трапецидальная с наклонным остеклением; д, е, и – прямоугольные с вертикальным остеклением; ж, к, л – М-образные с вертикальным остеклением; з – М-образная с вертикальным остеклением при железобетонной конструкции. Расположение створок и схемы отвода воды с фонарей: и – наружный водоотвод; л – внутренний водоотвод

Зубчатые фонари с наклонной (рисунок 7.9 б) или вертикально (рисунок 7.9 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 неприемлемы вследствие образования снеговых завалов, закрывающих остекление.

Трапецидальные фонари (рисунок 7.9 г) с остеклением под углом 60° к горизонту 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 (рисунок 7.9 д, е, и) и М-образные (рисунок 7.9 ж, з, к, л; з – при железобетонной конструкции).

Прямоугольные фонари имеют вертикальное остекление, которое меньше загрязняется и при котором меньше проникают в помещение прямые солнечные лучи; конструкция этих фонарей проще, чем трапецидальных. В большинстве случаев применяются фонари только прямоугольной формы с вертикаль-

ным остеклением. Фонари с наклонным остеклением допускаются лишь при наличии специальных обоснований. Световые, как и комбинированные (для освещения и аэрации) фонари должны быть с вертикальным остеклением и незадуваемыми.

Фонари М-образной формы применяются для зданий горячих цехов, где имеются значительные тепловые и вредные выделения. Наклонные плоскости таких фонарей с внутренней стороны направляют движение воздушных потоков к створкам остекления. 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 рисунке 7.9 и, к, л показано 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).

Не обеспечивая полноценного естественного освещения, фонари значительно усложняют эксплуатацию зданий и вызывают большие снегоотложения, особенно при наличии заблокированных 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 (рисунок 7.10 а и б) обладают повышенной прочностью и, будучи выпуклыми, не задерживают на себе снега. Стекложелезобетонные панели (рисунок 7.10 в) представляют собой железобетонные кровельные плиты с заполнением стеклоблоками. Этот вид светопрозрачного проема наименее употребителен. Плафоны из стеклопакетов (рисунок 7.10 г) имеют размеры, соответствующие размерам унифицированных железобетонных ребристых плит (6х3 м), благодаря чему возможна замена кровельных плит плафонами из стеклопакетов в любом месте кровли.

Для повышения универсальности производственных помещений цеха и облегчения их перестройки производственные отделения и участки рекомендуются компоновать *в едином строительном объеме с минимальным количеством встроенных или выгораживаемых помещений*. Стенами и перегородками следует выгораживать помещения в основном лишь при наличии вредных выделений на данных участках (например, окрасочных, гальванических, консервации, 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).

Витебский государственный технологический университет

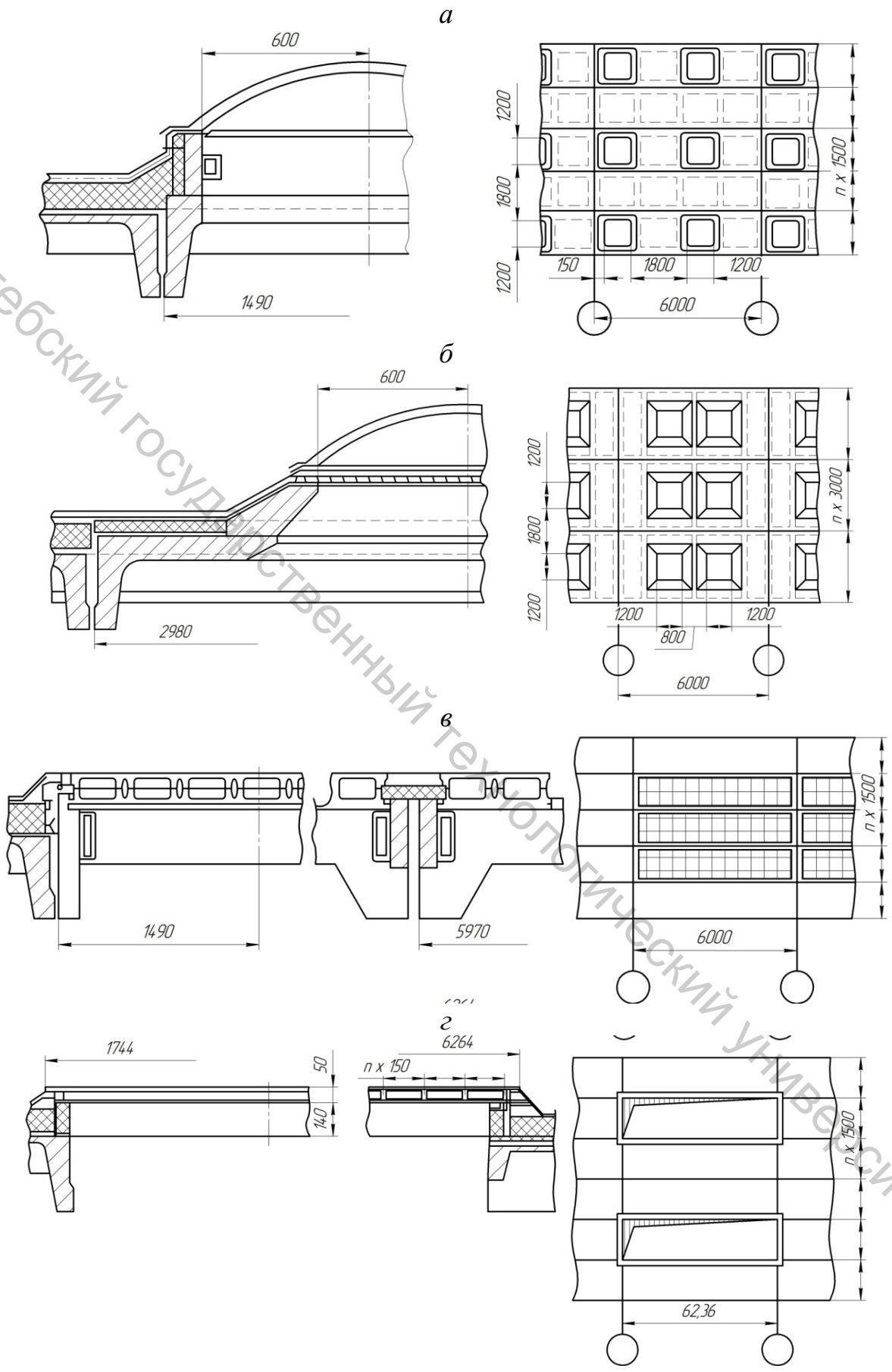


Рисунок 7.10 – Светопрозрачные фонари-плафоны

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. 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.

В производственных помещениях применяют керамические, плиточные, асфальтовые, 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 (то есть нагрузки от применяемых транспортных средств и др.), характер воздействия на пол применяемых в производстве рабочих жидкостей, допустимое пылевыделение покрытием пола и требования к его уборке.

В таблице 7.3 приведены рекомендуемые типы полов и требования к ним для различных помещений механосборочных и других цехов [3].

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.

Таблица 7.3 – 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	Щелочные растворы	Бензин, керосин	
Механические и сборочные отделения механико-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

7.1.3 Обоснование расположения колонн и стен. Оформление деформационных швов

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.

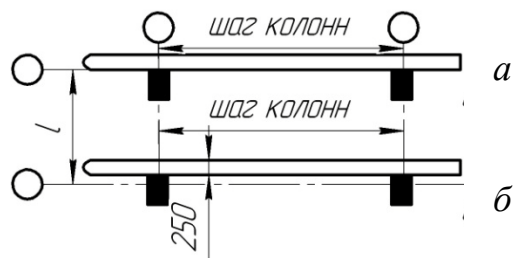


Рисунок 7.11 – Привязка колонн
продольных рядов

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 [3].

Колонны крайнего продольного ряда и у продольных деформационных швов совмещаются наружными гранями с продольными осями (нулевая привязка, рисунок 7.11 а) или смещаются на 250 и 500 мм наружу здания (привязка «250», «500» рисунок 7.11 б). Нулевая привязка крайних продольных рядом применяется для бескрановых зданий и в зданиях с кранами грузоподъемностью до 30 т, при шаге

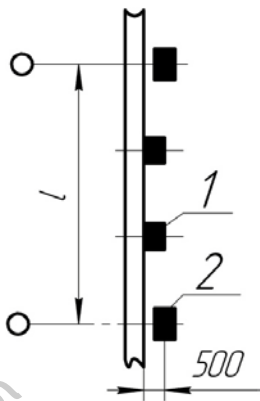


Рисунок 7.12 – Привязка торцовых колонн

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 (рисунок 7.12). Это делается для пропуска верхней части торцовых фахверковых колонн между стеной и

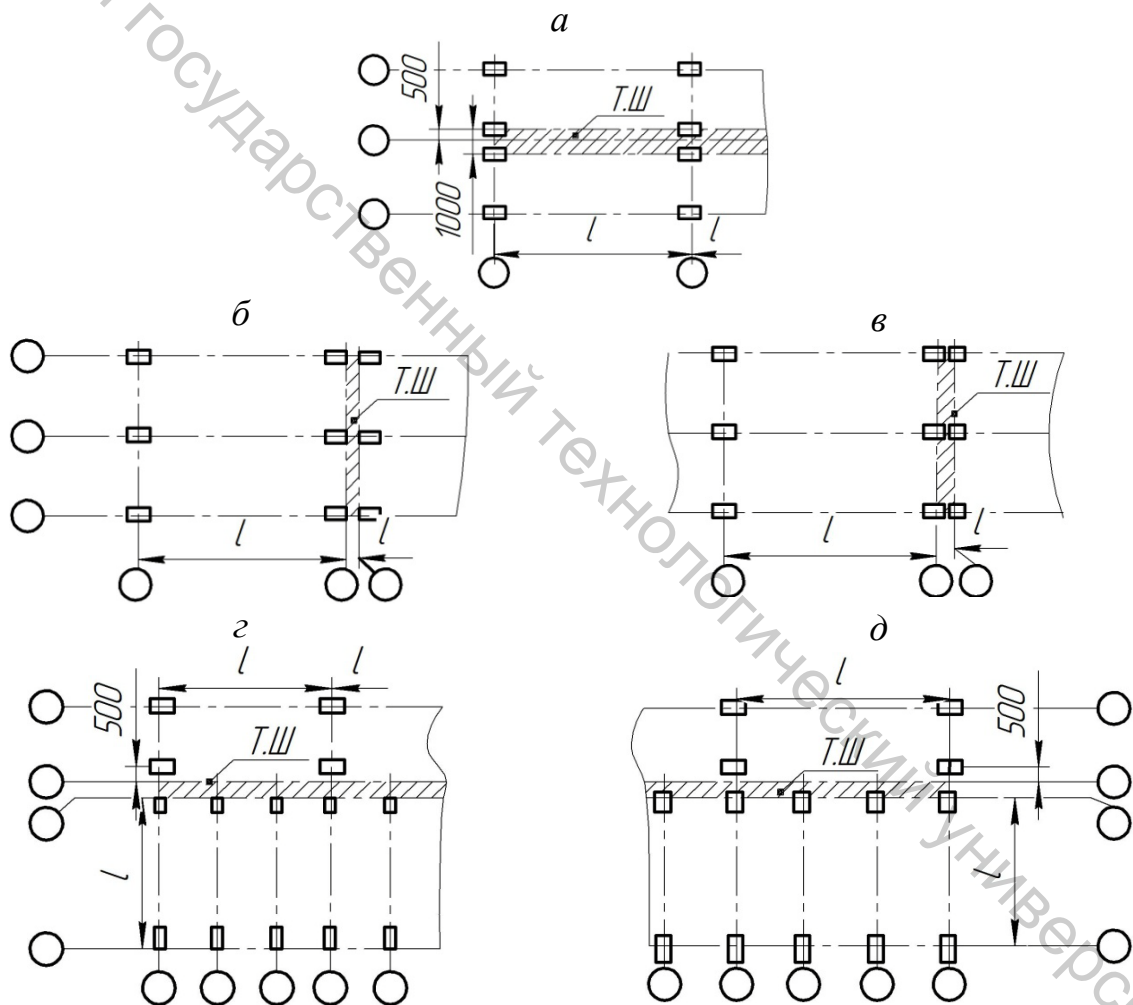


Рисунок 7.13 – Расположение деформационных швов: а – поперечный шов без вставки; б – продольный шов при перепаде высоты и нулевой привязке колонн смежных рядов; в – то же, при ненулевой привязке колонн; г – шов в примыкании поперечного пролёта к продольным при нулевой привязке поперечного пролёта; д – то же, при ненулевой привязке колонн поперечного пролёта

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 (рисунок 7.13 а). Продольные деформационные швы выполняются со вставкой между осями смежных колонн размером 0,5; 1 и 1,5 м так, чтобы расстояние между колоннами в свету было не менее 0,5 м (рисунок 7.13 б и в). При стальных фермах с шарнирными опорами продольные деформационные швы выполняются на одной колонне. На рисунке 7.13 г и д показаны схемы деформационных швов в примыкании поперечного пролета к продольным.

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.

7.2 Многоэтажные здания

Наибольшее применение из многоэтажных зданий в машиностроении получили здания от трех до пяти этажей. Верхний этаж может иметь укрупненную сетку колонн и быть оборудован мостовым краном или подвесным транспортом.

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.

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.

Многоэтажные здания имеют каркасную конструкцию с полным каркасом, основными частями которого являются колонны и ригели (рисунок 7.14). Колонны железобетонные прямоугольного сечения с консолями для поддержания ригелей. Сечение колонн 400х400 мм для верхних и 400х600 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.

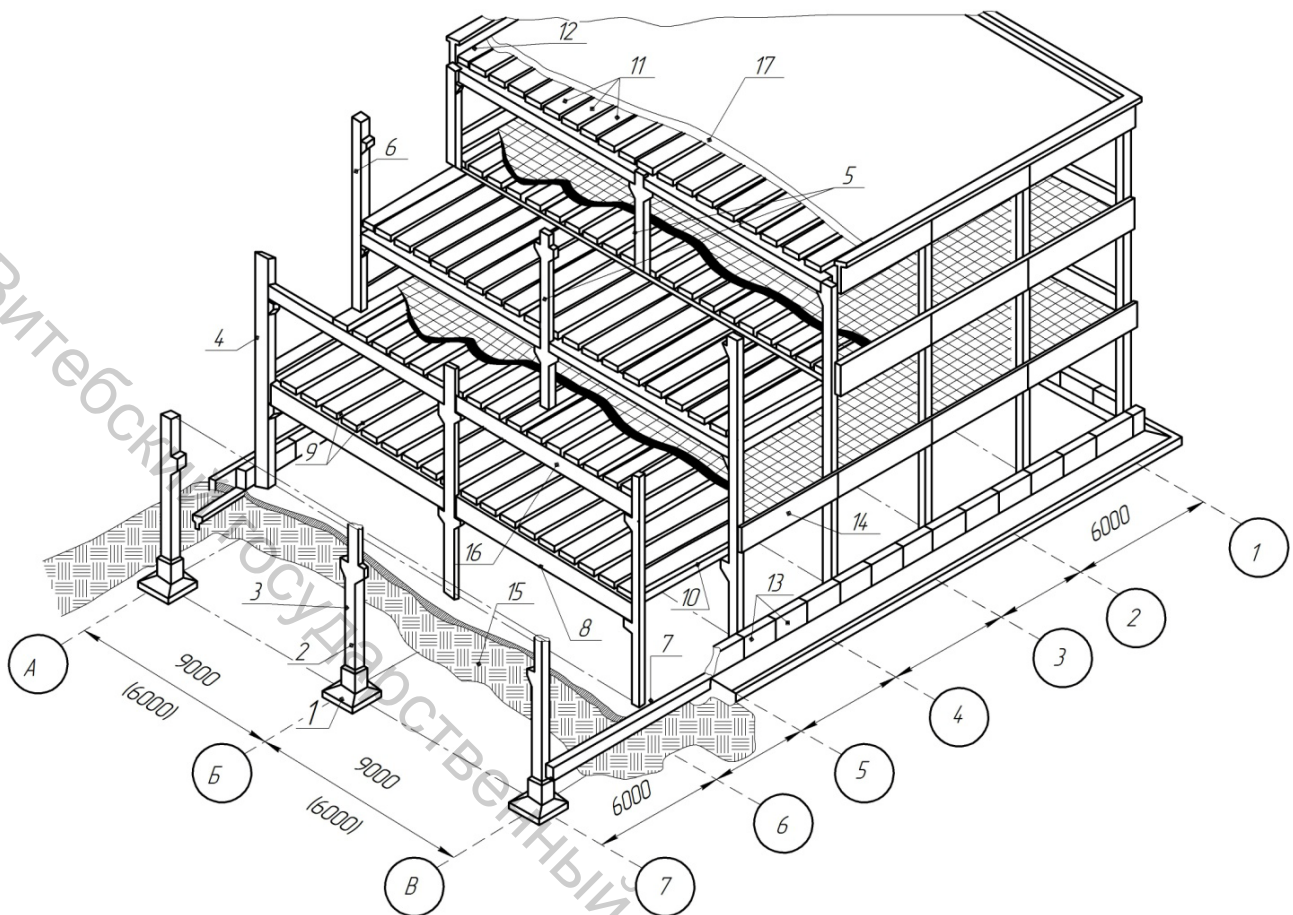


Рисунок 7.14 – Многоэтажное производственное здание с балочными перекрытиями: 1 – фундаментальный железобетонный блок; 2 – коротыши железобетонной колонны; 3 – средняя колонна типового этажа; 4 – крайняя колонна типового этажа; 5 – средняя колонна верхнего этажа; 6 – крайняя колонна верхнего этажа; 7 – 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

В многоэтажных зданиях укрупнение сетки колонн достигается перекрытием производственных этажей безраскосными фермами. При этом межферменное пространство образуют 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 герметизированные производственные этажи. Все другие рекомендации относительно проектирования промышленных зданий, рассмотренные в предыдущем параграфе, используются и при проектировании многоэтажных зданий.

7.3 Бесфонарные здания

Здания полностью или частично лишенные естественного освещения и ес-

тественной вентиляции (аэрации) относятся к бесфонарным. Они служат для размещения: производств, требующих автоматического регулирования температуры и влажности воздуха или особого режима по чистоте воздуха помещений; производств, в которых избытки тепла в помещениях не превышают 20 ккал/м³-ч, без выделения производственные вредностей; производств, в которых производственные процессы, связанные с опасностью выделения ядовитых газов, паров или пыли, автоматизированы и осуществляются в герметически замкнутой аппаратуре под разрежением и при избытках тепла не более 20 ккал/м³-ч. При постоянном пребывании работающих в бесфонарных зданиях организм людей не получает достаточного количества ультрафиолетовых лучей. Для компенсации последних помещения могут быть оборудованы установками искусственного ультрафиолетового излучения.

7.4 Здания и помещения прецизионного производства

Применение прецизионных станков предъявляет особые требования к зданиям и помещениям. Эти требования касаются создания кондиционного режима (постоянство температуры, небольшая относительная влажность, малая скорость движения и высокая чистота воздуха).

Основным требованием является обеспечение в помещении постоянства температуры воздуха на уровне +20 °С с весьма незначительной величиной допускаемых отклонений (термоконстантные условия). В зависимости от характера выполняемых в них работ помещения прецизионного производства классифицируются по параметрам температурно-влажностного режима и гигиеническим требованиям на пять групп: IA, IB, IB, IIA и IIB. Первые четыре группы включают помещения для финишной механической обработки деталей и финишной сборки узлов и машин, а также помещения для контрольных измерений.

К группе IA относятся термоконстантные помещения для работы на деликатных и компараторных машинах по нанесению делений и проверке линеек для станков классов A и C. Допускаемые отклонения от температуры +20 °С в таких помещениях должны находиться в пределах $\pm(0,05-0,2)$ °С. Чистота воздуха определяется числом пылинок размером не более 0,3 мкм, оседающих на 1 см² стекла, которое в помещениях этой группы не должно превышать 40 шт/ч.

К группе IB относятся котировочные отделения и измерительные лаборатории с отделениями точных измерений, эталонирования и юстировки приборов. Здесь отклонения от температурного режима +20 °С допускаются в пределах $\pm(0,1-0,5)$ °С, а чистота воздуха характеризуется таким же показателем, что и для группы IA, но размер частиц пылинок допускается до 2 мкм.

К группе IB относятся цехи и отделения финишной механической обработки и сборочные цехи для финишной сборки, отладки и испытания прецизионных станков. Допускаемые отклонения от температуры +20 °С в этих помещениях составляют $\pm(0,5-1)$ °С; чистота воздуха не регламентируется.

К группе IIA относятся механические цехи финишной обработки мелких деталей, цехи предварительной и окончательной сборки мелких изделий, склады готовых деталей, узлов и комплектующих изделий и участки общих измере-

ний измерительных лабораторий. Допускаемые отклонения от номинального температурного режима $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ здесь составляют $\pm(1-1,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Группа ПБ включает помещения, в которых производится финишная механическая обработка мелких деталей, предварительная сборка узлов и станков, окончательная сборка мелких изделий, а также склады готовых деталей, узлов и комплектующих изделий. Здесь допускаемые отклонения от температуры $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляют $\pm(1,5-2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Во всех термоконстантных помещениях относительная влажность должна находиться в пределах 40–60 %.

К отделке термоконстантных помещений также предъявляются повышенные требования в отношении гигиеничности, беспыльности, бесшовности и др.

В помещениях группы IA должно быть предусмотрено дистанционное управление. В помещениях группы IB – устройство вытяжных шкафов, улавливающих летучие притирочные материалы, и изоляция кранов с водой. В помещениях группы I-B – изоляция участков промывки деталей и узлов.

В рабочей зоне термоконстантных помещений скорость движения окружающего воздуха не должна допускаться более 0,1 – 0,5 м/с в зависимости от точности операций и класса точности станков, на которых производится обработка.

Для обеспечения устойчивости термоконстантных условий в рабочих помещениях соответствующие заводы и цехи следует проектировать с учетом следующих рекомендаций [3].

1. Здания новых заводов должны быть, как правило, одноэтажными.

2. Стены, кровли и перекрытия должны проектироваться с учетом повышенных теплотехнических требований. Для помещений с особо жестким температурным режимом должны предусматриваться вторые стены, подвесные потолки и двойные полы. При этом коридоры теплозащиты, технические этажи и подполье следует использовать для технологических трубопроводов, воздуховодов и других инженерных коммуникаций.

3. Количество входов в термоконстантные помещения должно быть минимальным и все входы должны иметь тамбуры-шлюзы с автоматически закрывающимися дверями и воротами.

4. Ограждающие конструкции термоконстантных камер должны проектироваться в соответствии с заданным температурным режимом, в зависимости от которого камера может иметь одну, две или три ограждающие оболочки с кондиционированием воздуха между ними.

7.5 Производственные интерьеры

Понятие «производственный интерьер» означает внутреннее благоустройство производственных помещений, определяемое рациональной компоновкой помещений и планировкой технологического оборудования; организацией грузопотоков, транспортных линий и рабочих мест; отделкой и окраской помещений и оборудования; освещенностью помещений и рабочих мест; климатическими условиями; средствами информации и т. д.

Решение интерьеров производственных помещений должно выполняться с

учетом:

- архитектурно-композиционных особенностей интерьеров, вытекающих из габаритов, пропорций, степени насыщенности оборудованием и коммуникациями производственных помещений и др.;
- правил техники безопасности особенно при опасных условиях труда;
- типа здания, его площади и внутреннего объема, а также числа работающих в нем людей;
- требований технической эстетики в части придания наиболее рациональной и привлекательной формы, хорошей отделки и окраски производственного оборудования и оргтехоснастки и т. д.;
- требований инженерной психологии и эргономики, учитывающих психологические и физиологические особенности человека в процессе выполнения различных трудовых операций;
- психофизиологических и эстетических особенностей воздействия различной окраски на работающих;
- особенностей технологического процесса, характера и режима труда;
- санитарно-гигиенической обстановки: состояния воздушной среды (температура, влажность, скорость движения воздуха, запыленность, загазованность), характера освещения и уровня освещенности, наличия производственных шумов, вибраций, излучения и др.;
- климатических особенностей (географический район, ориентация по странам света).

При планировке и компоновке цеха необходимо выделять зоны основного и вспомогательного оборудования, складирования, транспортные пути, проходы, опасные зоны, места отдыха и т. д. Выделение таких зон может осуществляться объемно-планировочными приемами, а также цветом и различными условными обозначениями (знаки опасности, надписи, символические рисунки и т. д.). Технологические зоны могут быть выделены белыми полосами, наносимыми на покрытие пола (по контуру зоны), окраской в иной цвет проходов, ограничивающих зону, и др. Опасные зоны следует выделять более заметно, применением предупреждающих цветов и сигналов.

Выбор цвета для окраски коммуникаций должен производиться в соответствии с ГОСТ 14202–69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки».

Указанные в ГОСТе цвета выбраны в соответствии с привычными для человека ассоциациями при использовании распространенных и стойких красителей. Окраску трубопроводов производят либо по всей длине, либо отдельными участками в виде поясов (у мест соединений и отбора рабочей среды, у вентилей, в местах перехода трубопроводов через стены и т. д., но не реже чем через 10 см) сообразно с размерами трубопроводов, числом параллельных линий, в соответствии с требованиями техники безопасности, условиями видимости и общим цветовым решением интерьера. При большом числе параллельно расположенных коммуникаций опознавательные пояса на всех трубопроводах следует принимать одинаковой ширины и наносить их с одинаковыми интервалами.

Для обозначения наиболее важных свойств транспортируемых веществ на трубопроводах следует наносить предупреждающие цветовые кольца: красного цвета – для обозначения легковоспламеняющихся, огнеопасных и взрывчатых веществ; желтого цвета – для обозначения опасных и вредных для здоровья веществ; зеленого цвета – для обозначения безопасности и нейтральных веществ. Для нанесения дополнительных сведений рекомендуется применять маркировочные надписи или щитки.

Расцветка фаз шинопроводов должна быть одинаковой во всех частях электроустановок, при этом фазы окрашиваются: фаза А – в желтый, фаза В – зеленый и фаза С – в красный цвета. Шины электропроводок постоянного тока окрашиваются в красный (+) и синий (–) цвета. Все конструкции, провода и полосы сети заземления должны быть окрашены в черный цвет. Допускается окраска в иные цвета в соответствии с оформлением интерьера, но в этом случае в местах присоединений и ответвлений они должны иметь не менее чем две полосы черного цвета на расстоянии 150 мм друг от друга.

Электрошкафы, пульта управления и другое электрооборудование окрашиваются в цвет, соответствующий цвету основного оборудования. Внутренние поверхности электротехнических устройств, где имеется опасность поражения током, рекомендуется окрашивать в оранжевый цвет.

Потолки помещений, являющиеся поверхностями вторичного отражения, следует окрашивать в белый цвет с обязательным подсветом. Окраску стен помещений высотой до 10,8 м следует производить на всю высоту, а высотой 12,6 м и более – с устройством панели такого же цвета, что и основная поверхность стен, но с меньшей отражательной способностью. В длинных и относительно узких помещениях (окрасочные, складские и др.) торцовые стены рекомендуется окрашивать в иной, более насыщенный цвет, чем продольные, что зрительно сокращает протяженность помещения. Длинные стены можно также покрывать двумя разными красками, проводя вертикальную границу между ними, чтобы поверхность стены выглядела короче. Фермы и балки окрашивают в желтый или светло-голубой цвет, стальные конструкции – в светло-серый или кремовый. Рамы фонарей, фонарные и оконные переплеты окрашивают преимущественно в белый цвет, а простенки – в цвета с высокой отражательной способностью и малой насыщенностью, что уменьшает световой контраст.

Насыщенность цвета пола рекомендуется назначать в средних пределах. Пол в магистральных проездах и проходах рекомендуется выполнять другого цвета (более темного), чем цвета пола технических участков. Границы проездов и проходов следует обозначать сплошной линией белого цвета, а границы мест промежуточного складирования – прерывистой линией.

Рациональная окраска оборудования должна обеспечивать оптимальные условия зрительных ощущений в поле зрения работающего, безопасность работы, гармоничное цветовое соотношение с интерьером производственного помещения. Для окраски основных поверхностей оборудования следует применять цвета средневолнового участка спектра и ахроматические цвета слабой и средней насыщенности. Крупные станки и оборудование с целью зрительного уменьшения их объемных размеров рекомендуется окрашивать в два основных

близких по интервалу цвета – верхнюю часть более светлым тоном, основание – более темным. При этом для повышения общей освещенности в цехе за счет отраженного света крупные станки рекомендуется окрашивать в относительно более светлые тона.

В целях повышения безопасности работы на станке и облегчения управления им рекомендуется создание цветового контраста между органами контроля и управления станка и фоном, на котором они размещаются. Для этого следует применять белый и черный цвета в сочетании с красным, желтым и оранжево-желтым цветом. Следует избегать окраски в особо выделяющиеся цвета движущихся элементов, не являющихся травмоопасными (суппорт, задняя бабка и т. п.).

Для окраски подъемно-транспортных средств (конвейеров, монорельсов, электрокран-балок, мостовых кранов и др.) рекомендуется применять одинаковый цвет (желтый, оранжевый, белый и светло-серый) и один вспомогательный (черный) цвет для усиления контраста.

Окраску напольного транспорта (электрокаров, электропогрузчиков, рельсовых тележек и др.) рекомендуется выполнять желтым и черным цветом также для усиления контраста. Электрокранбалки и мостовые краны в зависимости от конкретных условий и общего цветового решения интерьера рекомендуется окрашивать либо целиком в сигнально-предупреждающие цвета (желтый, оранжевые), либо в светло-серый цвет, выделив при этом сигнально-предупреждающими цветами тележку, обойму с крюком, кабину крановщицы и ограждение крана.

Опасные в отношении травматизма элементы подъемно-транспортного оборудования и напольного транспорта, а также выступающие части электрокар, электропогрузчиков и рельсовых тележек рекомендуется выделять чередующимся и сигнальным цветом черными вертикальными или наклонными под углом 45° полосами шириной 5–10 см.

Цвета производственной мебели (инструментальные тумбочки и шкафы, стеллажи, верстаки, стулья и т. п.) не должны отвлекать внимание рабочего, обеспечивая хорошую видимость инструмента, и должны гармонировать с цветом станка.

7.6 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Освещение

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

Во всех производственных и вспомогательных помещениях предусматривается *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 венти-

ляция 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 чугуны 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 (см. выше).

Применяются 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 °С), комбинированная, системы инфракрасного обогрева.

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 температуры ± 1 °С и высотой 3 м и выше – до 8 °С; для помещений с допустимым колебанием температур $\pm 0,5$ °С и высотой 3 м и выше – до 6 °С; для помещений с допустимым колебанием температур $\pm 0,2$ °С и высотой 4 м и выше – до 2 °С.

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 может осуществляться: боковым светом – через световые проемы в наружных стенах или через прозрачные части стен, выполненные из пустотелых стеклянных блоков; верхним светом – через световые проемы в покрытиях; 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.

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.

7.7 Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды производственных зданий в зависимости от процессов, происходящих в них, Вам известны?
2. Какие производственные здания по объемно-планировочным решениям и эксплуатационным режимам Вы знаете?
3. Перечислите известные Вам конструктивные схемы производственных зданий в машиностроении.
4. Дайте определение понятию «пролет промышленного здания».
5. Перечислите известные Вам конструктивные элементы промышленных одноэтажных зданий с полным каркасом.
6. Что является основными строительными параметрами здания в плане?
7. Из каких расстояний складывается общая высота кранового одноэтажного промышленного здания?
8. Из каких расстояний складывается ширина пролета промышленного одноэтажного кранового здания?
9. Что представляет собой УТС?
10. Перечислите известные вам основные элементы каркасов одноэтажных зданий.
11. На какие элементы подразделяются несущие конструкции покрытий производственных зданий?
12. Какие виды ворот промышленных зданий Вы знаете?
13. Какие типы светоаэрационных, аэрационных и световых фонарей Вам известны? Для чего и в каких условиях они применяются?
14. От чего зависит вид покрытия пола производственного предприятия?
15. Опишите правила оформления деформационных швов.
16. Какие унифицированные габаритные схемы применяются для многоэтажных производственных зданий?
17. Перечислите основные конструктивные элементы многоэтажного производственного здания с балочными перекрытиями.
18. Для чего используются бесфонарные здания?
19. Охарактеризуйте здания и помещения прецизионного производства.
20. Перечислите рекомендации по оформлению интерьеров производственных помещений.
21. Как осуществляется выбор цвета для окраски коммуникаций и интерьеров?
22. Какие виды вентиляций применяются для производственных и вспомогательных помещениях механосборочных цехов?
23. Какие системы отопления применяются в промышленных зданиях?
24. Охарактеризуйте системы освещения производственных зданий.

8 РАБОЧИЙ СОСТАВ ЦЕХА И РАСЧЕТ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ

8.1 Определение рабочего состава и расчет его численности

Расчет потребного количества работающих ведется по группам (ОНТП14-93): 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 потребного 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

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

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

Расчет по числу принятых станков можно осуществлять по формуле

$$P_{ст} = \frac{\Phi_c \cdot C_{II} \cdot \eta_{зсп}}{\Phi_p \cdot K_m},$$

где Φ_c – действительный годовой фонд работы станка при принятом числе смен, ч; C_{II} – 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 производстве – 1,5...1,8; среднесерийного производства – 1...1,5; мелкосерийного и единичного производства – 1,0...1,2.

Для крупных и уникальных станков – $K_m < 1$, так как здесь один станок может обслуживаться несколькими рабочим. 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 таблица П.2.1 приложения 2.

Потребное количество операторов и наладчиков автоматических линий может определяться на основе данных таблиц П.2.2 и П.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 рабочих-слесарей сборочного цеха ($R_{сл}$) для слесарной обработки отдельных деталей определяется по формуле

$$R_{сл} = \frac{\sum T_{к.д} D}{60 F_{д.р}},$$

где $T_{к.д}$ – штучно-калькуляционное время на слесарную обработку одной детали, мин; D – количество деталей одного наименования, обрабатываемых в год; $F_{д.р}$ – действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего, ч.

Количество рабочих-сборщиков ($R_{сб}$) для стационарной сборки узлов и машин определяется по формуле

$$R_{сб} = \frac{\sum T_K M}{F_{д.р}},$$

где T_K – штучно-калькуляционное время на общую сборку узла или целой машины, ч; M – количество узлов или машин, собираемых в год, $F_{д.р}$ – действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего, ч.

Потребное количество маляров, мойщиков, электромонтажников и других рабочих определяется по суммарной годовой трудоемкости малярных, моечных, электромонтажных и других работ или в процентном отношении от рабо-

чих 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.) работах 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 напольного 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 П.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 П.2.5 и П.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 потребного количества стропальщиков может производиться по данным таблицы П.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 ин-

струмента, 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 электрокар или других средств механизированного транспорта. Данные для расчета потребного 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 П.2.9 приложения приведены данные для расчета кладовщиков цеховых складов.

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

Потребное количество подсобных рабочих (разнорабочих), занятых на складских и транспортных работах, для различных типов производства определяется по данным таблицы П.2.11 приложения 1.

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; подсобные рабочие – 012–15 % от числа основных рабочих (станочники плюс слесари).

Число *рабочих-станочников ремонтной базы* определяется по числу принятых 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 уборщи-

ком в смену.

Данные для расчета уборщиков приведены в таблице П.2.12 приложения.

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 затраты, 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 КРК (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 приспособлений и инструментов осуществляется работниками отдела главного технолога и отдела труда и заработной платы завода.

При расчете ИТР используются данные таблицы П.2.13 приложения.

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

Приведенные ниже нормы даны с учетом того, 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 П.2.14 приложения.

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 П.2.15 приложения 1.

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 П.2.16 приложения 2.

8.2 Вопросы для самоконтроля

1. По каким группам ведется расчет потребного количества работающих?
2. Кто относится к группе основных производственных рабочих?
3. Какими способами может производиться расчет численности станочников?
4. Запишите формулу для расчета численности станочников по трудоемкости работ?
5. Запишите формулу для расчета численности станочников по числу принятых станков.
6. Как определить количество рабочих-сборщиков для стационарной сборки узлов и машин?
7. Кто включается в номенклатуру профессий вспомогательных рабочих?
8. Кто включается в номенклатуру профессий инженерно-технических работников?
9. Как определить потребное количество ИТР цеха?
10. Кто включается в номенклатуру профессий служащих?
11. Кто включается в номенклатуру профессий младшего обслуживающего персонала?
12. Кто включается в номенклатуру профессий работников технического контроля?

9 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ПОМЕЩЕНИЙ ЦЕХОВ

9.1 Определение состава обслуживающих помещений

К обслуживающим помещениям механосборочных цехов относятся *служебные и бытовые помещения* (СНиП 2.09.04–87). К служебным помещениям относятся помещения для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб. Бытовые помещения цеха предназначаются для санитарно-гигиенических, медицинских служб, служб питания и др. Служебные и бытовые помещения цеха, как правило, объединяются в одном здании.

В состав санитарно-гигиенических служб входят: гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, ручные и ножные ванны, 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 культурного обслуживания предусматриваются комнаты отдыха, красные уголки, библиотеки и пр. Для службы общественного питания – комнаты приема пищи, буфеты, столовые. Для бытового коммунального

обслуживания отводятся помещения для ремонта обуви и одежды, химической чистки, прачечных 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.

9.2 Обоснование размещения обслуживающих помещений

Здание для обслуживающих помещений пристраивают непосредственно к торцовой или продольной стороне здания цеха (рисунок 9.1 а, б) или строят его отдельно – параллельно продольной стороне здания цеха (рисунок 9.1 в). С производственным зданием его соединяют специальными переходами. Это отдельное здание как правило располагается против цеха, по возможности посередине.

Здание административно-бытовых помещений может примыкать к торцу здания цеха или к его продольной стене (рисунок 9.1 а, б). Первый вариант расположения более удобен, так как при этом движение людей не мешает технологическому потоку, цех не затемняется с боковой стороны и его можно расширить путем пристройки пролетов. 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) (рисунок 9.1 г).

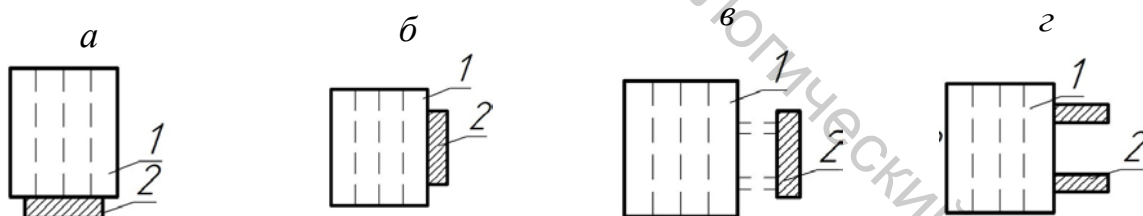


Рисунок 9.1 – Схемы расположения административно-бытовых зданий:
а – с торцовой стороны производственного корпуса; б – с продольной стороны производственного корпуса; в – в отдельно стоящем здании, соединенном переходами – наружными или подземными – с производственным корпусом; г – поперечное примыкание к продольной стороне производственного корпуса торцовыми сторонами; 1 – производственный корпус; 2 – здание административно-бытовых помещений

Административно-бытовые помещения также могут располагаться внутри производственных зданий в межколонном пространстве вдоль рядов колонн, в «мертвых» зонах мостовых кранов и т. д.

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 должны увязываться с общим направлением людских потоков на заводской территории. Расположение должно обеспечивать кратчайший путь движения рабочих от проходной конторы к рабочим местам в цехе. Люди не должны мешать движению грузов. Протяженность здания административно-бытовых помещений, располагаемого с торцевой 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 6х6 м и высотой этажей 3,3 м от пола до пола. Из этих секций komponуются двух-, трех- и четырехэтажные здания для административно-бытовых помещений.

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.

На первом этаже многоэтажной пристройки размещаются уборные, умывальные, душевые, гардеробные, медицинские пункты. Также площадь первого этажа может использоваться для размещения некоторых вспомогательных отделений цеха (заточное отделение, ремонтная база, мастерская ремонта инструмента и приспособлений, измерительный пункт, инструментально-раздаточные кладовые, кладовые для хранения абразивов, приспособлений, измерительного инструмента, помещения для шорников и смазчиков и др.).

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 рисунке 9.2 даны поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений [3]: а – полный разрез обычной конструкции; б – разрез по наружной стене унифицированной конструкции.

9.3 Расчет площади обслуживающих помещений

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 – оди-нарных); в) смешанный (уличная одежда хранится на вешалках, а домашняя и рабочая – в закрытых шкафах) (СНиП 2.09.04–87).

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).

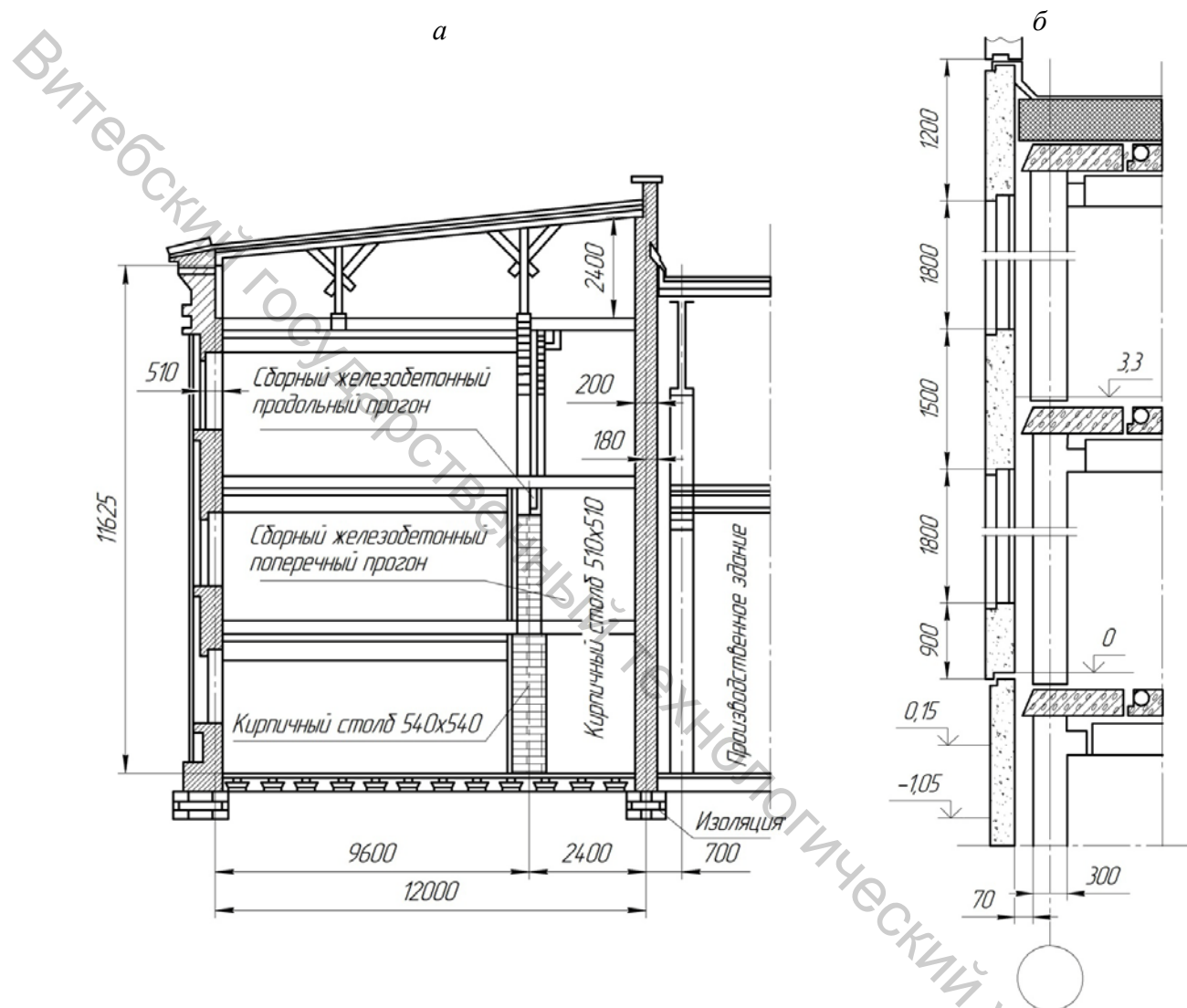


Рисунок 9.2 – Поперечные разрезы конструкций здания административно-бытовых помещений: а – полный разрез обычной конструкции; б – разрез по наружной стене унифицированной конструкции

Для механических, сборочных, инструментальных, ремонтно-механических, модельных, деревообрабатывающих цехов (группа I б) рекомендуется принимать 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 (СНиП 2.09.04–87).

Для рабочих по наладке станков (группа I в) и для рабочих литейных, куз-

нечных, 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 комбинированном способе хранения: для уличной одежды – один крючок на вешалке и для домашней и рабочей одежды – по одному закрытому шкафу одинарному.

При проектировании гардеробных рекомендуется принимать (СНиП 2.09.04–87):

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 семьярусных 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;

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 рисунке 9.3 (без скамей *a* и со скамьями *b* у каждого шкафа).

На рисунке 9.3 *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 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 °С). 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 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.

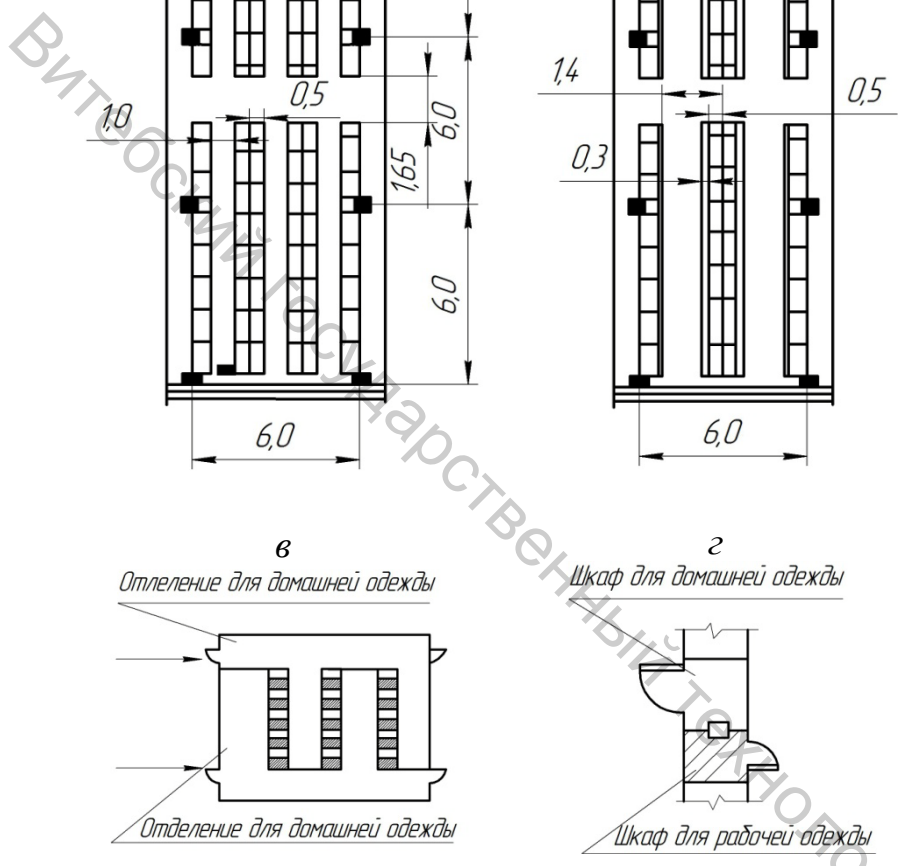


Рисунок 9.3 – Схемы планировок гардеробных шкафов: а – без скамей; б – со скамьями у каждого шкафа; в – расположение двойных шкафов для домашней (чистой) одежды и для рабочей (грязной) одежды; г – схема двойного шкафа

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 рисунке 9.4.

Душевые располагаются в изолированных помещениях, смежных с гардеробными (СНиП 2.09.04–87). 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 16 – 20 человек,

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 кабинami и стеной (или перегородкой) не менее 0,9 м. При душевых кабинah 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 рисунке 9.5.

Удельные площади для гардеробных, душевых и умывальных принимают

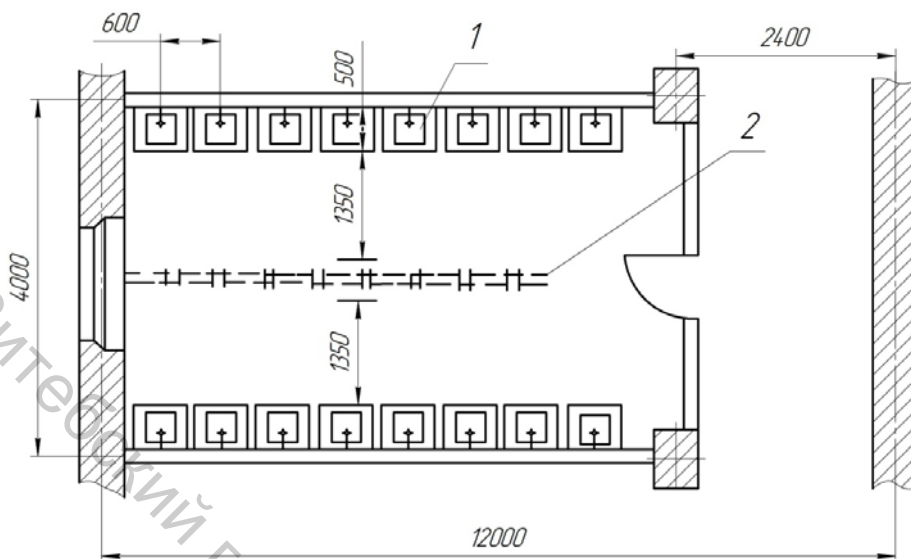


Рисунок 9.4 – Примерная планировка умывальной:
1 – умывальники; 2 – вешалка для одежды

равными 2,6–2,8 м² на одного работающего.

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 (СНиП 2.09.04–87).

Число унитазов уборной рассчитывается по нормам в зависимости от количества работающих в наиболее многочисленной смене (таблица 9.1).

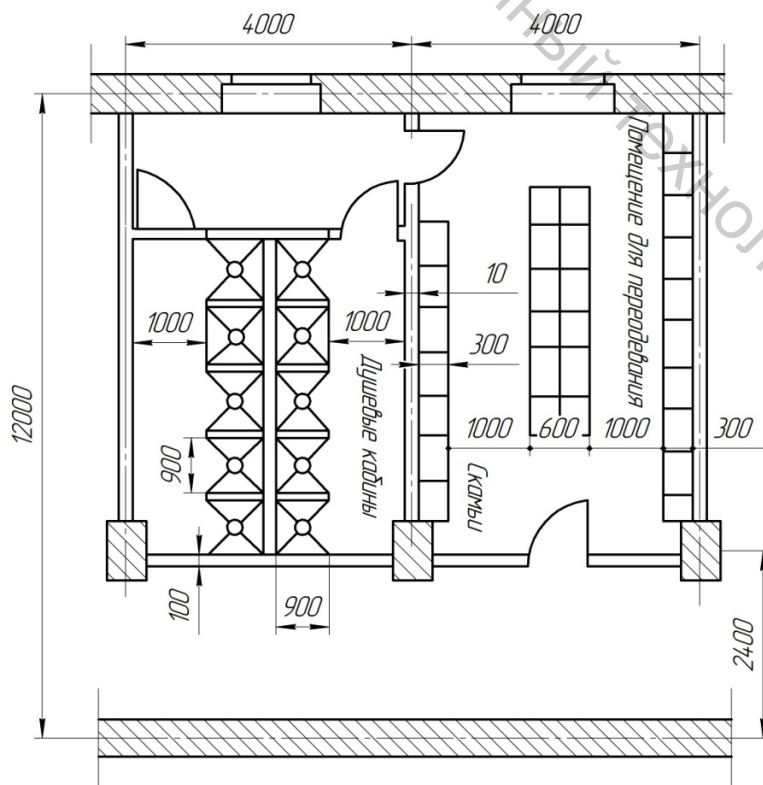


Рисунок 9.5 – Примерная планировка душевой

Унитазы должны размещаться в отдельных кабинках с дверями, открывающимися наружу; размеры кабин 1,2×0,9 м; высота перегородок кабин не менее 1,75 м. Ширина 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 про-

хода 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.

Таблица 9.1 – 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

Пример планировки кабин уборной (при расположении писсуаров против кабин) приведен на рисунке 9.6.

Помещения для личной гигиены женщин следует предусматривать в каждом здании, если количество женщин, работающих в наиболее многочисленной смене, превышает 50 человек (СНиП 2.09.04–87). 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

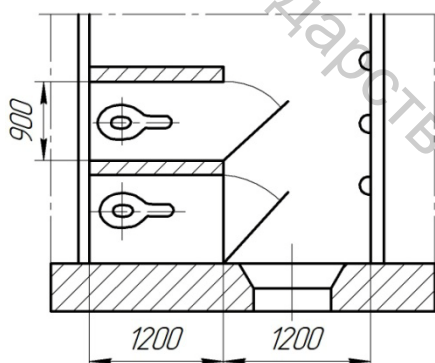


Рисунок 9.6 – Примерная планировка уборных при одностороннем располо-

уборной и умывальником; процедурная с индивидуальными кабинами 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.

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 (СНиП 2.09.04–87).

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 (СНиП 2.09.04–87).

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 (СНиП 2.09.04–87).

На каждом промышленном предприятии со списочным количеством работающих от 300 до 800 человек предусматривается 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, устраиваются 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* как правило располагаются в первых этажах вспомогательных или производственных зданий (или в отдельных зданиях). Удельная площадь *медпункта* принимается равной 0,08 м² на одного работающего (СНиП 2.09.04–87).

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, машино-счетных станций, кабинетов по технике безопасности и другие помещения.

По установленным нормам площади *служебных помещений* (СНиП 2.09.04–87) 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 одно-

го служащего; е) кабинетов для учебных занятий $1,75 \text{ м}^2$ на одно ученическое место; ж) кабинетов по технике безопасности от 25 м^2 (при 100 работающих по списочному составу) до 200 м^2 (при количестве работающих 2000 человек и более). Площади отдельных рабочих помещений и кабинетов должны быть не менее 9 м^2 .

9.4 Вопросы для самоконтроля

1. Какие помещения механосборочных цехов относятся к обслуживающим?
2. Какие помещения входя в состав санитарно-гигиенических служб?
3. Изобразите варианты размещения пристроек для административно-бытовых зданий.
4. Как размещаются административно-бытовые помещения по этажам?
5. Какие вы знаете способы хранения одежды в гардеробных?
6. Перечислите варианты планировок гардеробных шкафов.
7. Как рекомендуется размещать душевые?
8. Какие помещения входят в состав служебных?

10 КОМПОНОВКА ЦЕХОВ

10.1 Общие рекомендации по компоновке цехов

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

При разработке компоновочного плана учитываются 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 проектирования должна быть вычерчена строительная часть корпуса с использованием условных обозначений (см. приложение 3). Далее решаются вопросы целесообразности объединения ряда вспомогательных отделений в общекорпусные службы. Затем намечаются границы цехов, общекорпусных проездов, определяются места расположения трансформаторных, компрессорных станций и вентиляционных камер. После этого определяются границы основных производственных отделений с учетом последовательности технологического процесса, а также цеховых вспомогательных служб. 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. Некоторые возможные компоновочные схемы механических и сборочных цехов показаны на рисунке 10.1. *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 серий-

ном производстве – 30–40 %, в массовом – 20–30 %; при хорошо организованной поточной сборке – менее 20 %.

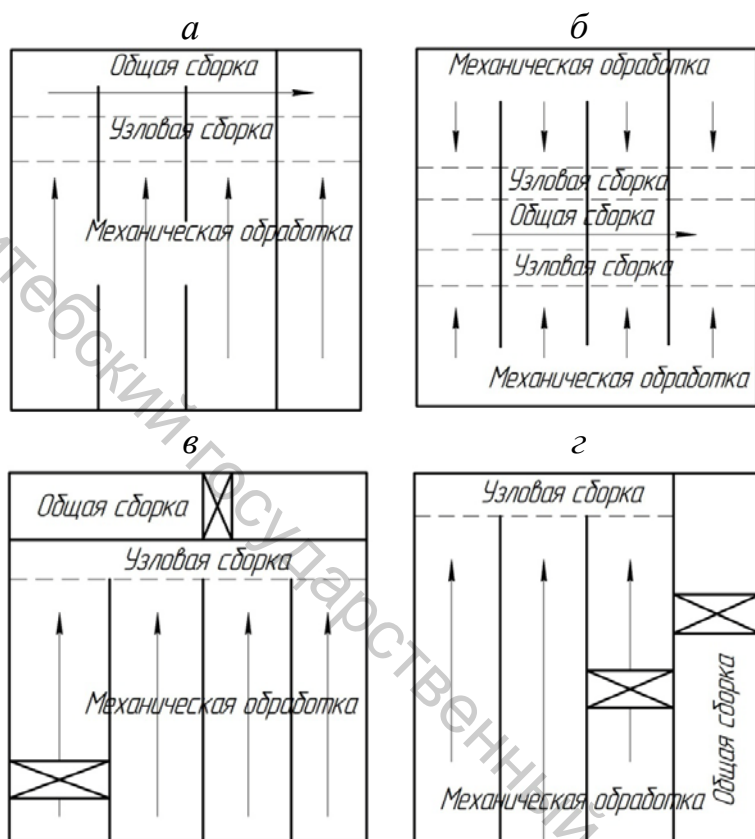


Рисунок 10.1 – Компоновочные схемы механосборочных цехов

перпендикулярно к линиям обработки после узловой сборки в конце корпуса или в его середине (рисунок 10.1 а, б). При этом обеспечиваются 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 (рисунок 10.1 в, г). В условиях мелкосерийного и единичного производства используют стационарную непоточную сборку (раздел 4.3.1), поэтому взаимное размещение участков определяет в большей степени технологическая однородность обрабатываемых деталей и применяемых видов транспорта.

Обычно в одном пролете, оборудованном мостовым краном, сосредотачивают обработку наиболее крупных базовых деталей (рисунок 10.1 в). При параллельном расположении пролетов (рисунок 10.1 г) участок базовых деталей целесообразно располагать рядом с пролетом сборочного цеха с тем, чтобы облегчить передачу наиболее тяжелых деталей на сборку. С точки зрения мини-

В поточно-массовом производстве рабочие места узловой сборки предметно-специализированных цехов размещают в конце линии механообработки. Механосборочный цех при этом состоит из ряда параллельно расположенных участков механообработки, состоящих из непрерывно- или переменнo-поточных 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 общей сборки обычно размещают перпендикулярно к линиям обработки после узловой сборки в конце корпуса или в его середине (рисунок 10.1 а, б).

мизации грузопотоков, чем больше общая масса изготавливаемых на участке деталей, тем ближе он должен быть расположен к отделению, цеху общей сборки, и наоборот.

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 рисунке 10.2 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.

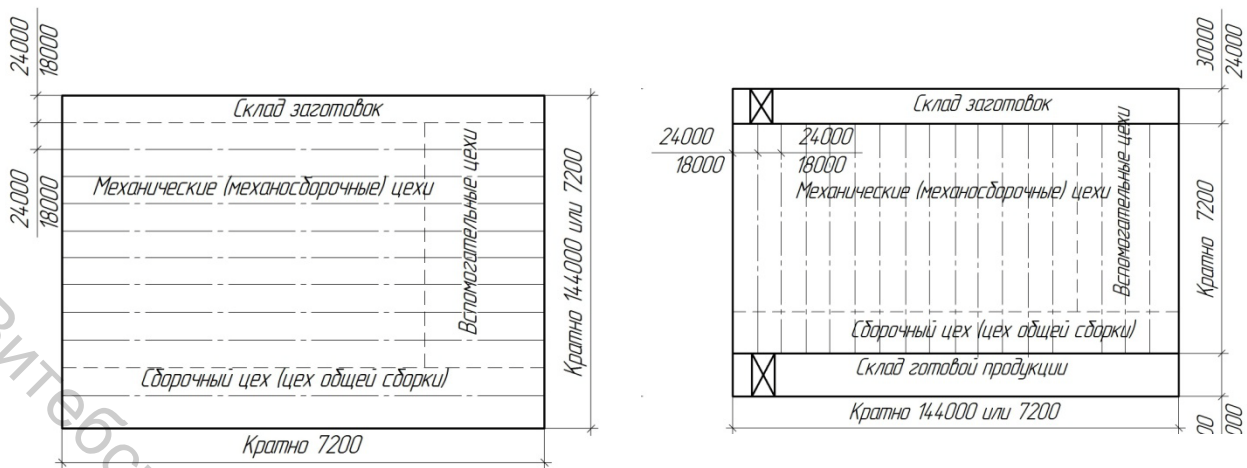
Сборочные цехи и отделения, склады металла (заготовок) и склады готовой продукции могут располагаться в пролетах корпуса (рисунок 10.2 *а*) в тех случаях, когда для их обслуживания либо не требуется мостовых кранов, либо мостовые краны применяются во всех пролетах. При этой схеме подача металла (заготовок) 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 (рисунок 10.2 *б*) и двухпролетными (рисунок 10.2 *в*).

Все *отделения цеха* на компоновке необходимо располагать по ходу общего производственного процесса в следующем порядке [4].

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.

а

б



6

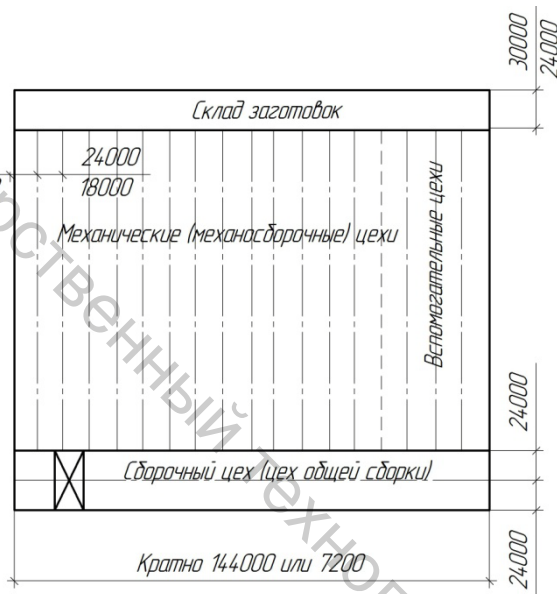


Рисунок 10.2 – Варианты расположения нескольких цехов и складов (металла, заготовок, готовой продукции) в одном корпусе, сблокированном из унифицированных типовых секций: а – при расположении сборочного цеха и складов, в основных секциях; б – при расположении складов в дополнительных секциях; в – при расположении сборочного цеха (цеха общей сборки) и склада в дополнительных секциях

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).

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 кладовыми 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 рисунке 10.3 приведена возможная схема компоновки корпуса с механическим цехом, выполненная на основе схемы, показанной на рисунке 10.2 а.

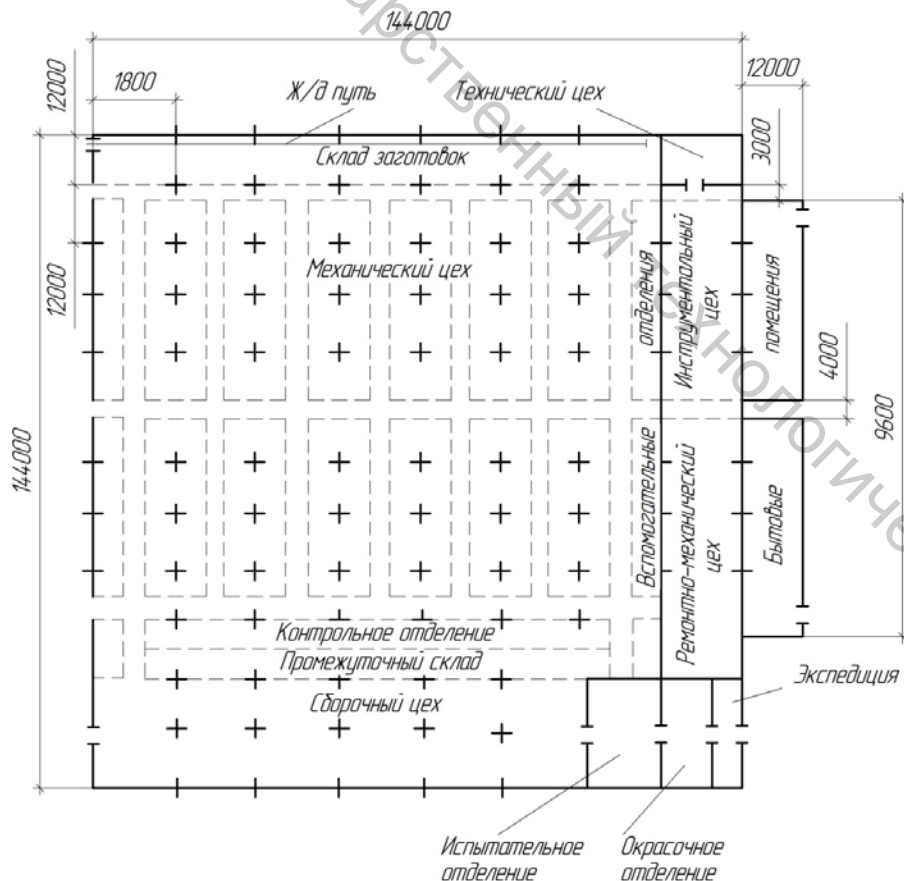


Рисунок 10.3 – Схема компоновки нескольких цехов и склада металла и заготовок в одном корпусе

Компоновочный план сборочного цеха разрабатывается на основе схемы компоновки корпуса. Расположение участков сборки на компоновочном плане должно соответствовать последовательности прохождения деталей и узлов по стадиям сборки. Поэтому участки сборки должны располагаться в следующем порядке: слесарная обработка деталей, если она предусматривается, сборка уз-

лов, сборка механизмов, общая сборка машины, испытания, окраска. Сборка узлов и изделий высокой точности выделяется в изолированных термостатных помещениях, в которых должны быть предусмотрены стендовые плиты с монолитным фундаментом. Испытательные стенды для сборки точных узлов и изделий должны быть снабжены амортизационными устройствами и виброизолированы.

Компоновка отделений узловой и общей сборки зависит от того, где производится узловая сборка (в сборочном цехе или в механическом). При поточном методе сборки узловая сборка, как правило, предусматривается в механическом цехе или отделении, в конце поточных линий обработки. Примерная схема такой организации сборки дана на рисунке 10.4 а.

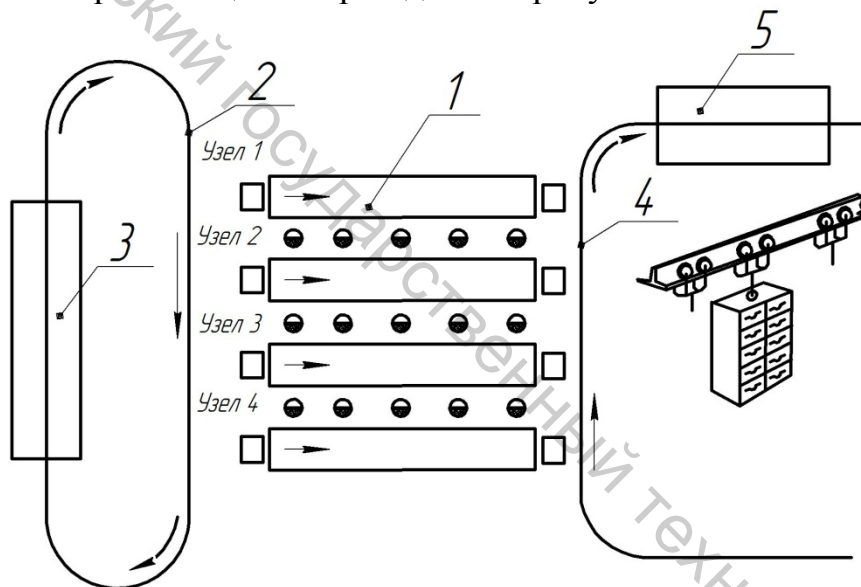


Рисунок 10.4 – Схема организации работ при выполнении узловой и общей сборки в разных помещениях

в комплектовочном складе 3 вкладываются в движущиеся этажерки. Рабочие на первых операциях сборочных конвейеров вынимают тару соответствующего цвета с уложенными в ней деталями и перекладывают комплект деталей в тару, установленную на рабочем конвейере. На конечном рабочем месте собранный узел также вкладывается

Конвейеры 1 узловой сборки расположены параллельно в несколько рядов. Детали для сборки узлов подаются по подвесному транспортному конвейеру 2, на подвесках которого укреплены этажерки с тарой, окрашенной в различные сигнальные цвета, соответствующие номерам узлов на сборочных конвейерах (рисунок 10.4 б). Комплекты деталей для сборки в

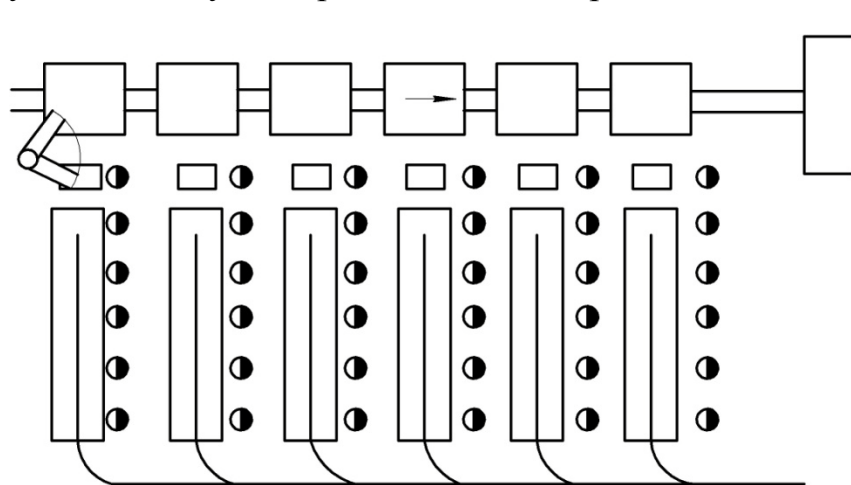


Рисунок 10.5 – План-схема потоков узловой и общей сборки при размещении их в одном помещении

в специальную тару, которая устанавливается сборщиком в одну из этажерок подвесного транспортного конвейера 4, передающего собранные узлы на общую сборку машины. Отдельные детали, которые должны поступать на общую сборку не в составе узлов, вкладываются в тару в комплектовочной кла-

достатка информации вначале принимают приближенное решение, а затем по мере детальной проработки принятое решение уточняют. Окончательное решение по компоновке корпуса принимается после планировки оборудования.

10.2 Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «компоновка».
2. Какова последовательность разработки компоновки?
3. Изобразите известные Вам компоновочные схемы механосборочных цехов. Охарактеризуйте их.
4. Каково ориентировочное соотношение размеров площадей механического и сборочного цехов?
5. В каком порядке следует располагать все отделения цеха на компоновке?
6. Опишите возможные варианты расположения нескольких цехов и складов (металла, заготовок, готовой продукции) в одном корпусе.
7. Опишите рекомендуемый порядок расположения участков сборки на компоновке.
8. Изобразите план-схему потоков узловой и общей сборки при размещении их в одном помещении.
9. Когда следует принимать окончательное решение по компоновке корпуса?

11 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКОВ И РАБОЧИХ МЕСТ

11.1 Планировка участков

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

Планировку оборудования разрабатывают на основе компоновочного плана. 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 обработке на револьверных 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*.

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 производится 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 контуры 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 (рисунок 11.1). Эти обозначения будут определять разводку соответствующих сетей или коммуникаций.

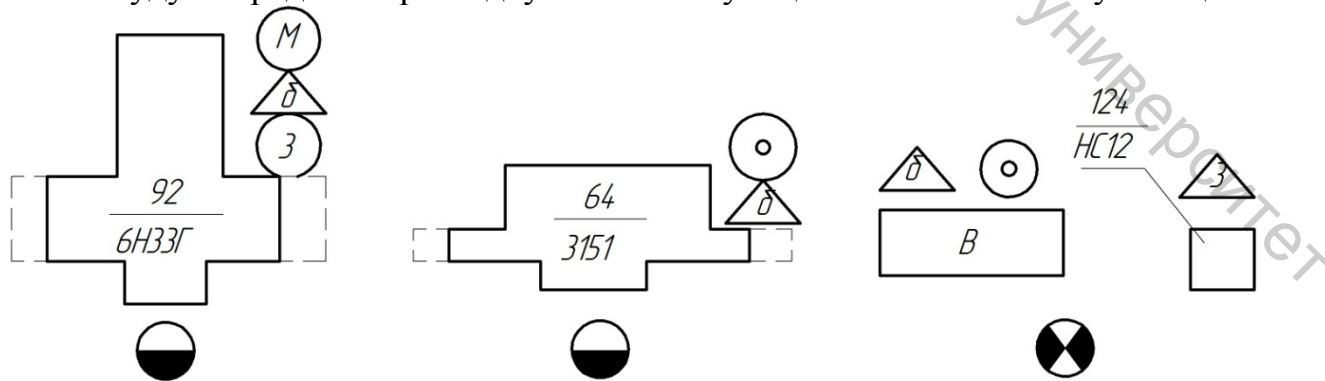


Рисунок 11.1 – Примеры обозначений мест расположения рабочих, подводов различных сетей и нумерации оборудования

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.

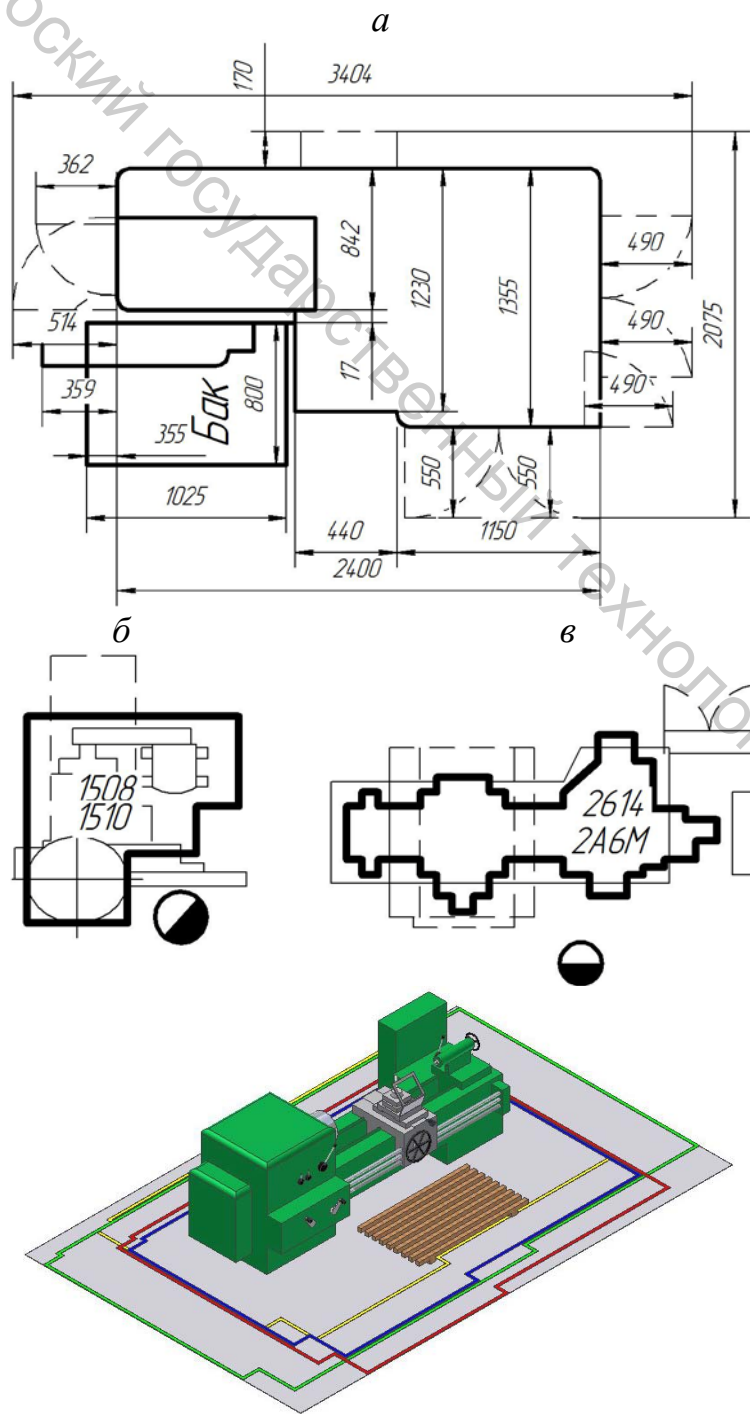


Рисунок 11.2 – Примеры темплетов

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

- метод плоскостного макетирования с использованием 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 (рисунок 11.2 а, б, в) изображают контуры устанавливаемого оборудования в плане, выполненные в том же масштабе, что и план всего цеха. Плоский 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, то есть 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 (приложение 4).

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, нефтеперерабатывающей, металлургической, пищевой промышленности 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. На рисунке 11.2 г показан пример объемного темплета.

При разработке планировок должны учитываться следующие *основные требования*.

1. Оборудование в цехе должно размещаться в соответствии с принятой организационной формой технологических процессов (глава 4). 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 подъ-

емно-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 предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов.

5. 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 механического цеха руководствуются следующими *правилами и приемами* (ОНТП 14–93).

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 заготовок 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 (рисунок 11.3 *а*) или один проход (рисунок 11.3 *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 – посередине (рисунок 11.3 *в*).

5. Станки могут располагаться по отношению к проезду вдоль, поперек (рисунок 11.4 *а*) и под углом (рисунок 11.4 *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 грузочной 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 (рисунок 11.4 з), причем в этом случае необходимо обеспечить возможность подхода к ним с двух сторон.

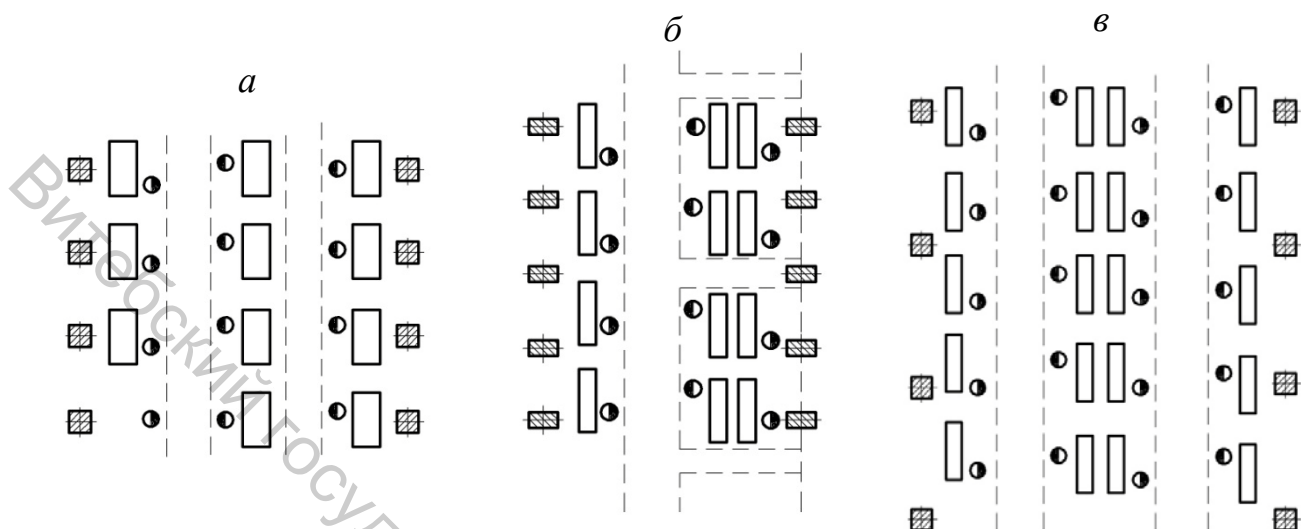


Рисунок 11.3 – Расположение станков в пролете:

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

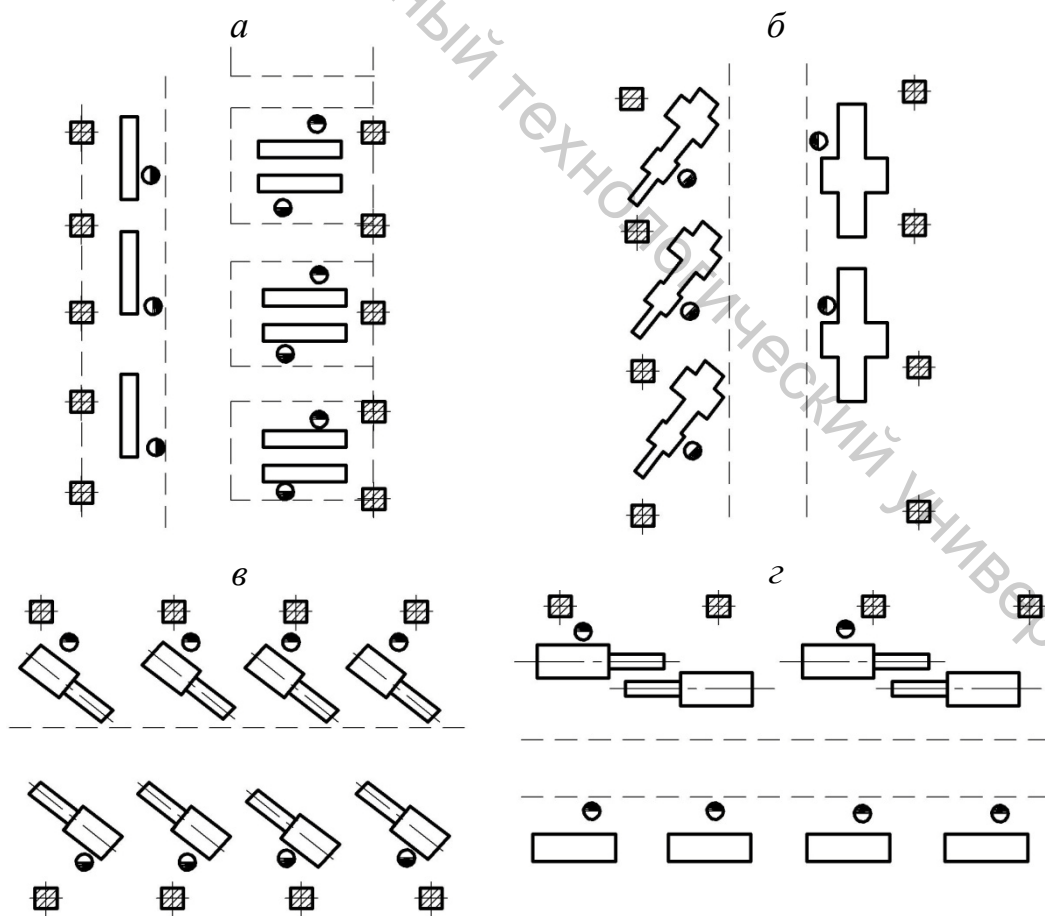


Рисунок 11.4 – Расположение станков:

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

6. 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.

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

8. 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 (рисунок 11.5).

В приведенном примере на второй операции предусмотрены два станка, поскольку штучное время на этой операции превышает такт выпуска. Короткие линии обработки располагают последовательно (рисунок 11.5 б). Поточные линии с большим числом станков размещают в два или несколько рядов (рисунок 11.5 в, г), но в обязательном условии, чтобы начало линий располагалось со стороны зоны заготовок, а конец линии – в противоположной стороны.

Для обеспечения лучшего использования отдельных станков возможно параллельное размещение линии с использованием общего для двух линий оборудования (рисунок 11.5 д), однако в этом случае перед «общим» оборудованием следует 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.

Таблица 11.1 – Нормы размещения станков

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

9. При размещении основного оборудования механического цеха должны быть соблюдены нормы технологического проектирования (ОНТП 14–93), регламентирующие: расстояния между станками, между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширины проездов в зависимости от различных видов транспорта (таблица 11.1 – 11.4 и рисунки 11.6 – 11.7).

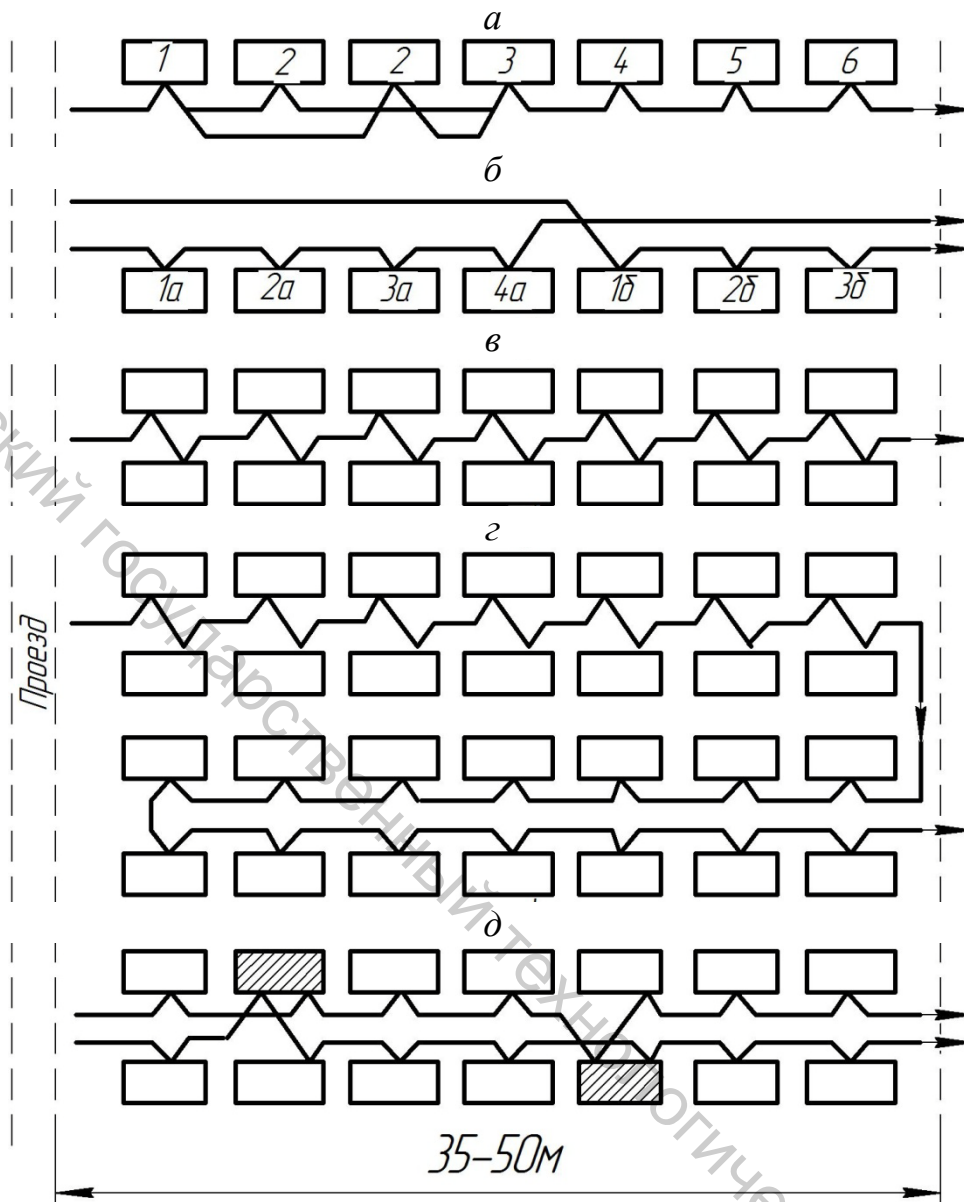


Рисунок 11.5 – Варианты размещения оборудования в непрерывно- и переменноточных линиях

В таблице 11.1 даны расстояния: a – между проездом и станками, расположенными фронтально (рисунок 11.6); b – между проездом и тыльной стороной станка; $в$ – между проездом и боковой стороной станка; $г$ – между станками, установленными в «затылок»; $д$ – между станками, 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.

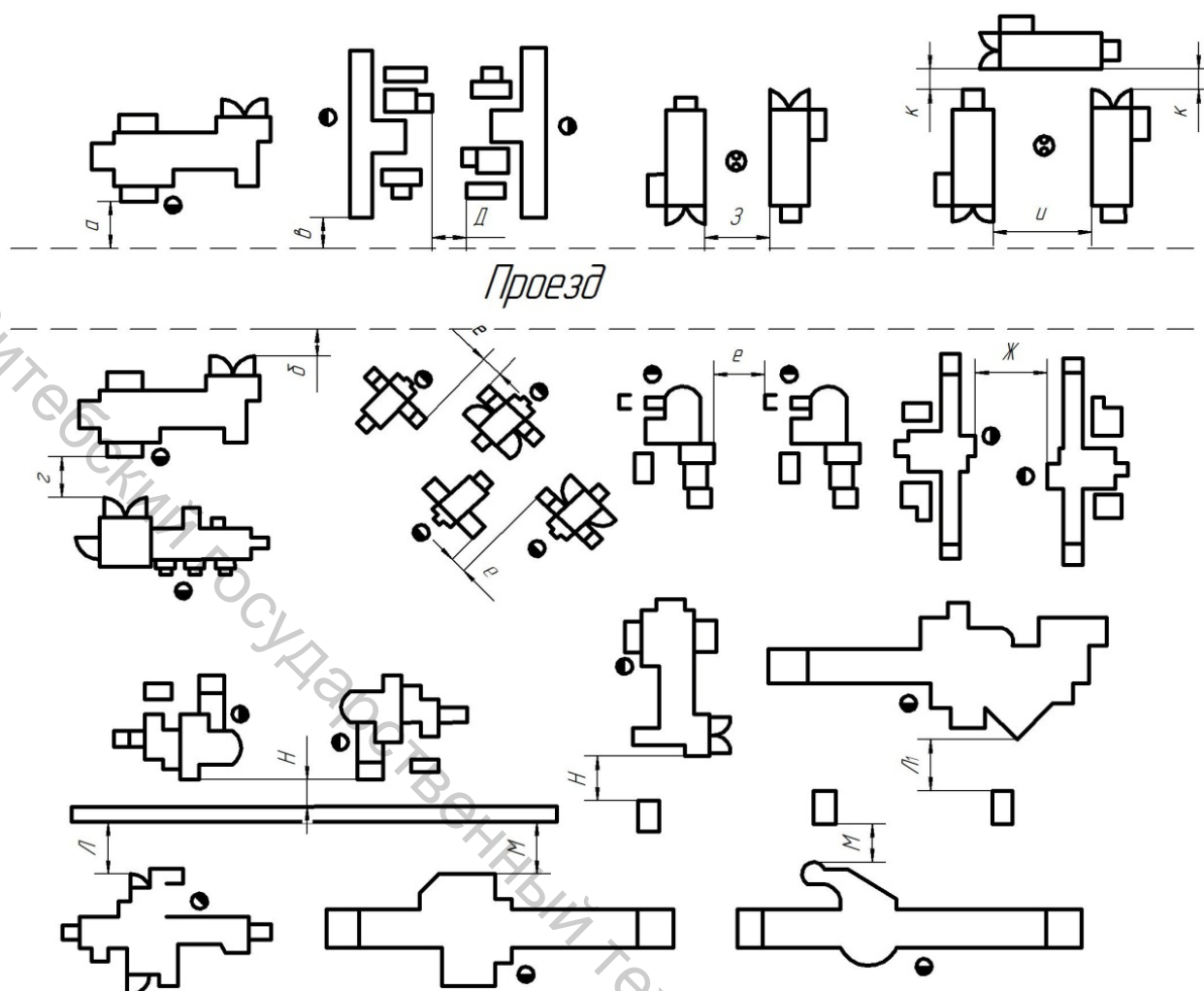


Рисунок 11.6 – Варианты размещения станков относительно проездов, друг друга, стен и колонн здания

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 подвешеного транспорта, при наличии на деталях незащищенных острых выступов, может быть увеличен. При определении расстояний между станками от станков до стен и колонн здания (таблица 11.1) нужно учитывать следующее.

1. Расстояния берутся от наружных габаритных размеров станков, включающих крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок 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 $e = 1000$ мм.

При поперечном размещении станков в количестве больше двух (по фронту) размеры расстояний между станками $г$ и $ж$ превращаются в проезды и должны приниматься по таблице 11.2.

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.

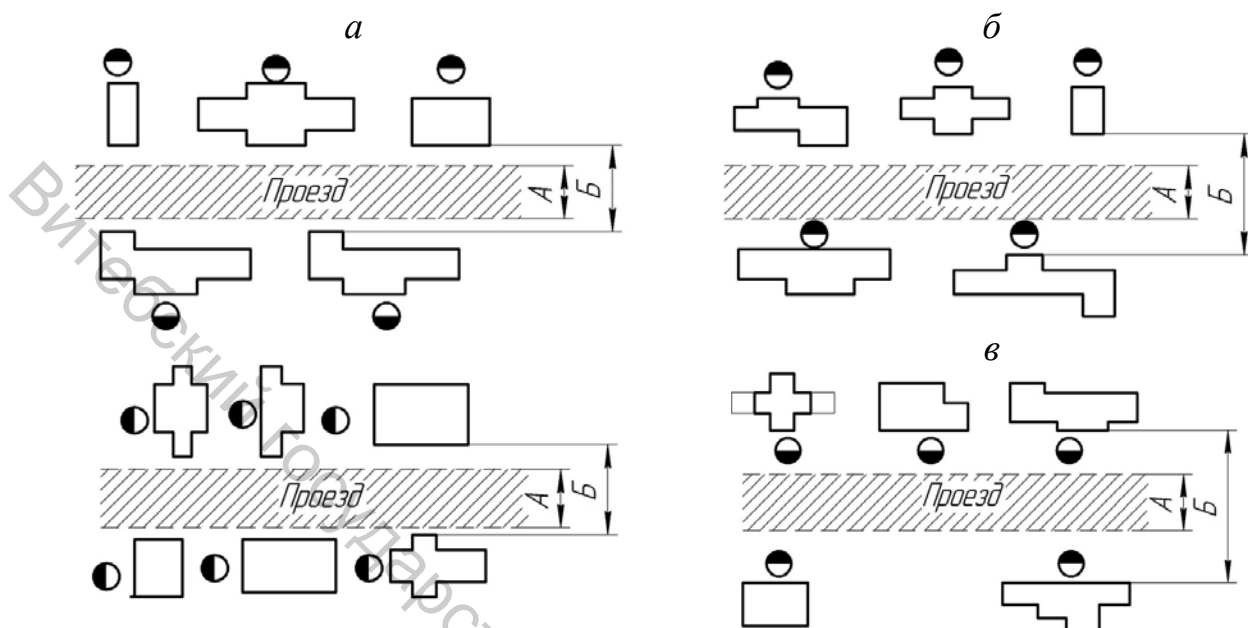


Рисунок 11.7 – Схемы к нормам расстояний между рядами станков

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 – d мм; при транспортировке витой стружки – $(d + 400)$;

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 (таблица 11.2) необходимо иметь в виду следующее.

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

раждений станков.

2. Под размером транспортируемых деталей или тары с деталями следует понимать размер в направлении, перпендикулярном проезду (по ширине проезда).

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

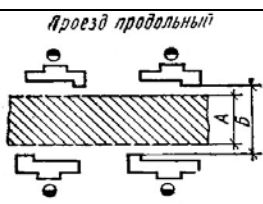
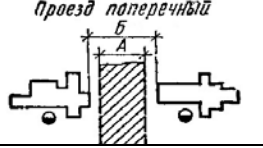
4. При размерах транспортируемых деталей (в направлении, перпендикулярном проезду) свыше 3 м ширина проезда и расстояние между рядами станков назначается индивидуально для каждого конкретного случая.

Таблица 11.2 – Ширина проездов и расстояния А и Б (в м) между рядами станков

Размеры	Размеры детали или тары	Вид транспортирования					
		склизами, на монорельсе, талями		краном		электрокарами	
		А	Б	А	Б	А	Б
Между тыльными или боковыми сторонами станков (рисунок 11.7 а)	0,8	—	—	2,0	2,5	2,0	2,5*
	1,5	—	—	2,5	3	2,5	3**
Между одним рядом станков, расположенным к проезду тыльной стороной, и вторым рядом, расположенным фронтом (рисунок 11.7 б)	0,8	1,2	2,5	2,0	3,3	2,0	3,3*
	1,5	2	3,3	2,5	3,8	2,5	3,8**
	3	—	—	3,5	4,8	—	—
Между фронтами двух рядов станков (рисунок 11.7 в)	0,8	1,2	3,2	2,0	4,0	2,0	4,0 *
	1,5	2,0	4,0	2,5	4,5	2,5	4,5**
	3	—	—	3,5	5,5	—	—

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 11.3 – Нормы ширины магистральных проездов механических цехов

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	3000	3400
		До 3	3500	4000
 <p>Проезд поперечный</p>	Электропогрузчики с подъемными вилами	До 0,5	3500	4000
		До 1	4000	4500
		До 3	5000	5500
	Грузовые автомашины	До 1	4500	5000
		До 5	5500	6000

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.

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. Рекомендуются применять одностороннее движение в проездах; двустороннее движение допускается только при обосновании его необходимости.

При планировке отделений, участков и рабочих мест сборки предусматривается следующее оборудование: верстаки, столы, сборочные автоматы и полуавтоматы, стенды, рельсовые и безрельсовые тележки, конвейеры, наземные рельсовые пути, подвесные монорельсовые пути, автоматические и полуавтоматические сборочные станки и линии, а также другое необходимое в конкретных условиях оборудование. Следует также предусматривать: места расположения сборщиков и возможность их перемещений; места расположения крупных деталей собираемых машин (станин, корпусов, плит, валов), а также других деталей, узлов и комплектующих изделий; места спуска подвесных конвейеров для навески и снятия узлов, подаваемых из механических цехов или со складов (при поточном производстве), а также необходимые проходы и проезды.

Расстояния между сборочными столами и верстаками, между конвейерами

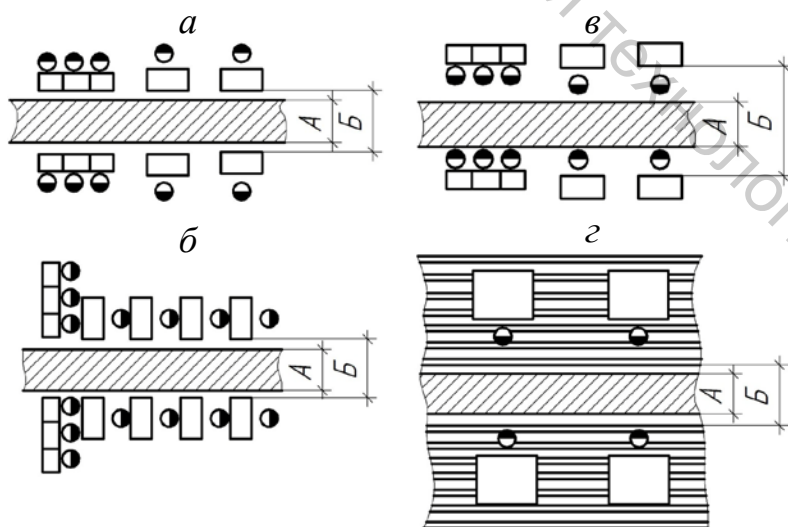


Рисунок 11.8 – Схемы к нормам расположения сборочных рабочих мест при механизированном транспорте

и стационарными рабочими местами, а также ширина проездов и расстояния между рядами рабочих мест устанавливаются по ОНТП 14–93 (таблица 11.4, рисунки 11.8 и 11.9). На рисунке 11.9 указаны схемы для конвейеров: а – шагающего; б – вертикально-замкнутого; в – горизонтально-замкнутого. При этом: А – ширина проезд; В – ширина конвейера; В – ширина собираемых изделий; Г – расстояние от конвейера или собираемых изделий до рабочих

мест (800–1000 мм в зависимости от крайних собираемых изделий); Д – размер от конвейера или от крайних собираемых изделий (в случае, если ширина собираемых изделий больше ширины конвейера) до проезда, принимается равным 300 мм.

Как видно из таблицы 11.4, сборочные столы и верстаки могут располагаться «в затылок» или попарно по фронту.

В нормы расстояний для размещения сборочных столов не включены площади для хранения деталей и узлов, размеры которых принимаются в зависимости от размеров собираемых узлов и серийности производства; верстаки можно устанавливать вплотную у стен за исключением случаев, когда у стены размещаются радиаторы отопления, трубопроводы и другие строительные элементы.

Таблица 11.4 – Нормы расстояний между сборочными столами и между верстаками

Рабочие места			Норма в мм при сборке узлов размером	
Наименование	Расположение	Эскиз	до 800×600	800×600 – 1500×1500
Сборочные столы	«В затылок» (а)		1000	1700
	Попарно по фронту (б)		2000	2500
Верстаки	«В затылок» (а)		1000	–
	Попарно по фронту (б)		2000	

В таблице 11.5 даны нормы расстояний между оборудованием при использовании *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*.

Нормы расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами для автоматизированных линий сборки приведены в таблице 11.6

Таблица 11.5 – Нормы расстояний при использовании автоматизированных транспортных средств, м

Транспорт	<i>Д</i>	<i>Е</i>	<i>Г</i>	<i>Ж</i>	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* приемопередаточных 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. Размер *К* определяется конструкцией оборудования. При двустороннем обслуживании вертикально-замкнутого конвейера ширину

рабочей зоны принимают равной 1 м с каждой стороны.

Таблица 11.6 – Нормы расстояний между оборудованием в автоматизированном сборочном производстве

Конвейер	Схема конвейерной линии
Шаговый	
Вертикально-замкнутый	
Подвесной	
Автоматизированный горизонтально-замкнутый	

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 обеспечивающую полностью автоматизированный цикл работы внутри комплекса и его связь с входными и выходными потоками остального производства [7].

Роботизированные технологические комплексы, используемые в машиностроительном 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 про-

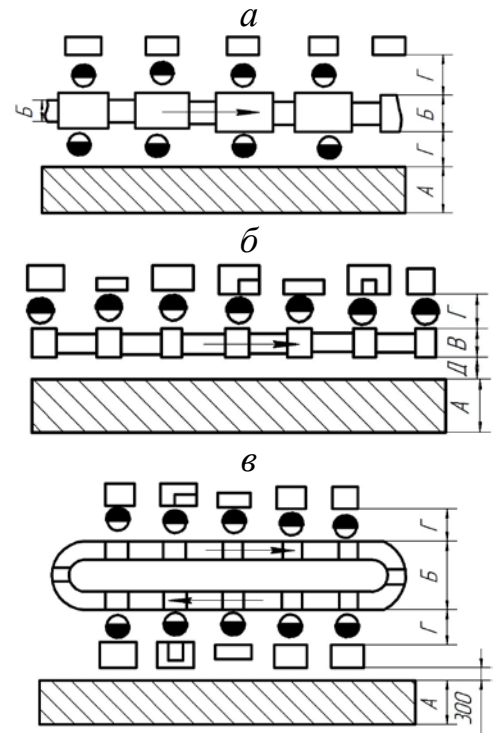


Рисунок 11.9 – Схемы к нормам расстояний между сборочными конвейерами и стационарными рабочими местами, столами и верстаками при использовании конвейров

цессе (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 основного оборудования внутри комплекса).

По структурному признаку (рисунок 11.10) различают следующие РТК:

–однопозиционные – модули «станок – робот», «сборочный стенд – робот» и т. д., включающие один робот в комплекте с едини-

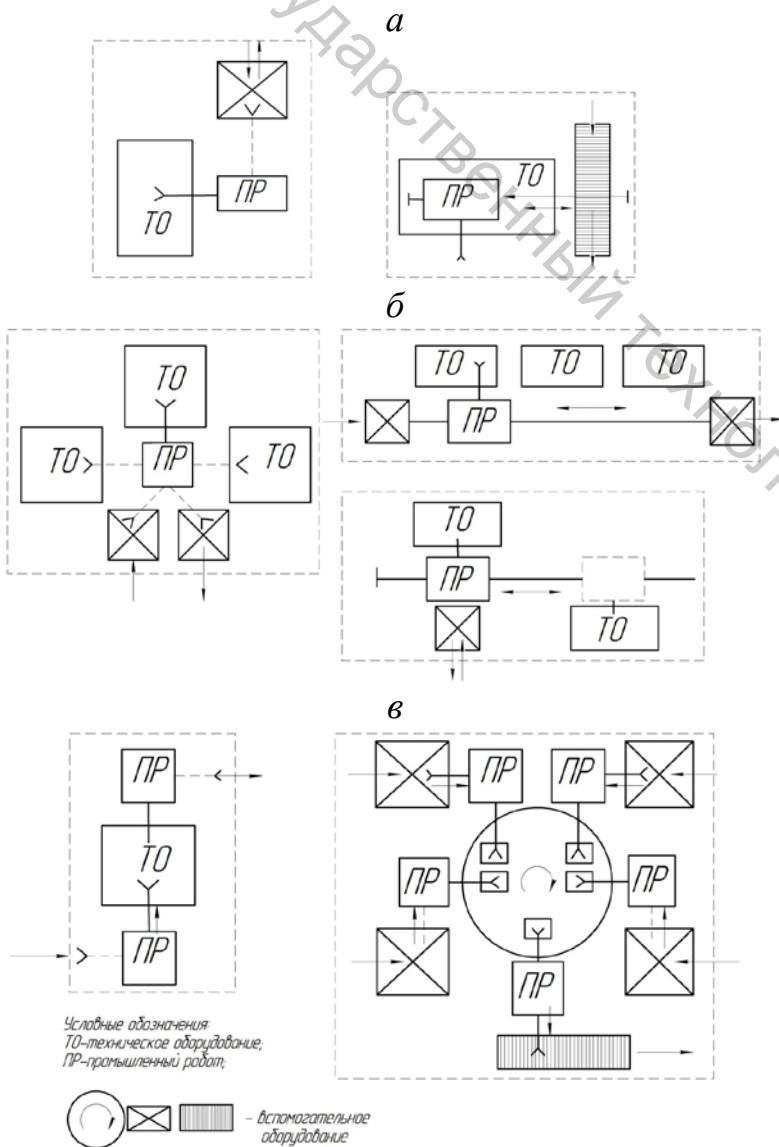


Рисунок 11.10 – Планировочные решения роботизированных комплексов

цей основного оборудования (рисунок 11.10 а),

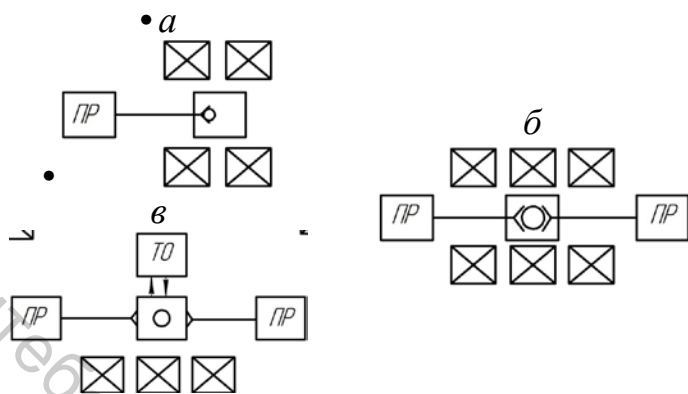


Рисунок 11.11 – Примеры создания сбороч-

–групповые, включающие один робот, обслуживающий группу основного оборудования (рисунок 11.10 б);

–многопозиционные, включающие группу роботов, выполняющих взаимосвязанные или взаимно дополняющие функции (рисунок 11.10 в), например, один загружает станок, другой его разгружает.

На рисунке 11.11 показан сборочный комплекс с одним (рисунок 11.11 а) и двумя (рисунок 11.11 б) промышленными роботами, где они производят транспортирование деталей и их сборку на сборочной позиции. На рисунке 11.11 в показан сборочный РТК, в котором вся сборка производится специализированным технологическим оборудованием (ТО).

Высокие требования к точности подачи деталей при сборке достигаются путем повышения точности позиционирования подающего устройства, а в отдельных случаях – использованием средств автопоиска.

Планировочный признак определяет пространственное расположение оборудования.

В планировках РТК встречаются пять типовых схем. Схема РТК.1 включает комплексы, характеризуемые линейным расположением технологического и

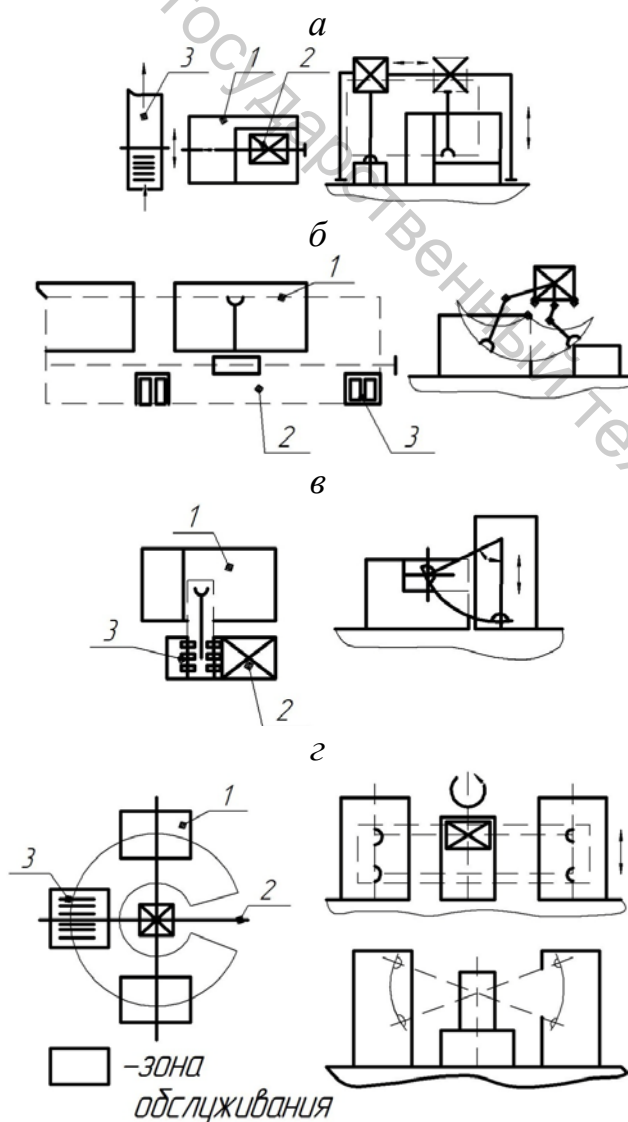


Рисунок 11.12 – Типовые планировки роботизированных технологических комплексов: 1 – основное оборудование; 2 – промышленный робот; 3 – вспомогательное оборудование

вспомогательного оборудования (рисунок 11.12 а). Этот тип планировки комплексов создается на базе роботов, работающих в декартовой системе координат. Схема РТК.2 характеризуется линейно-параллельным расположением основного и вспомогательного оборудования (рисунок 11.12 б). Создается на базе роботов портального типа с плечелоктевой конструкцией манипулятора. Схема РТК.3 включает комплексы, созданные на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат с горизонтальной осью вращения («качением» манипулятора) (рисунок 11.12 в). Схема РТК создается на базе роботов, работающих в цилиндрической системе координат, и характеризуется круговым расположением основного и вспомогательного оборудования (рисунок 11.12 г). Схема РТК.5 создается на базе роботов, работающих в сферической системе координат (рисунок 11.12 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.

11.2 Организация и планировка рабочих мест

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода. Улучшение оснащённости, рациональная планировка, хорошо налаженное обслуживание рабочих

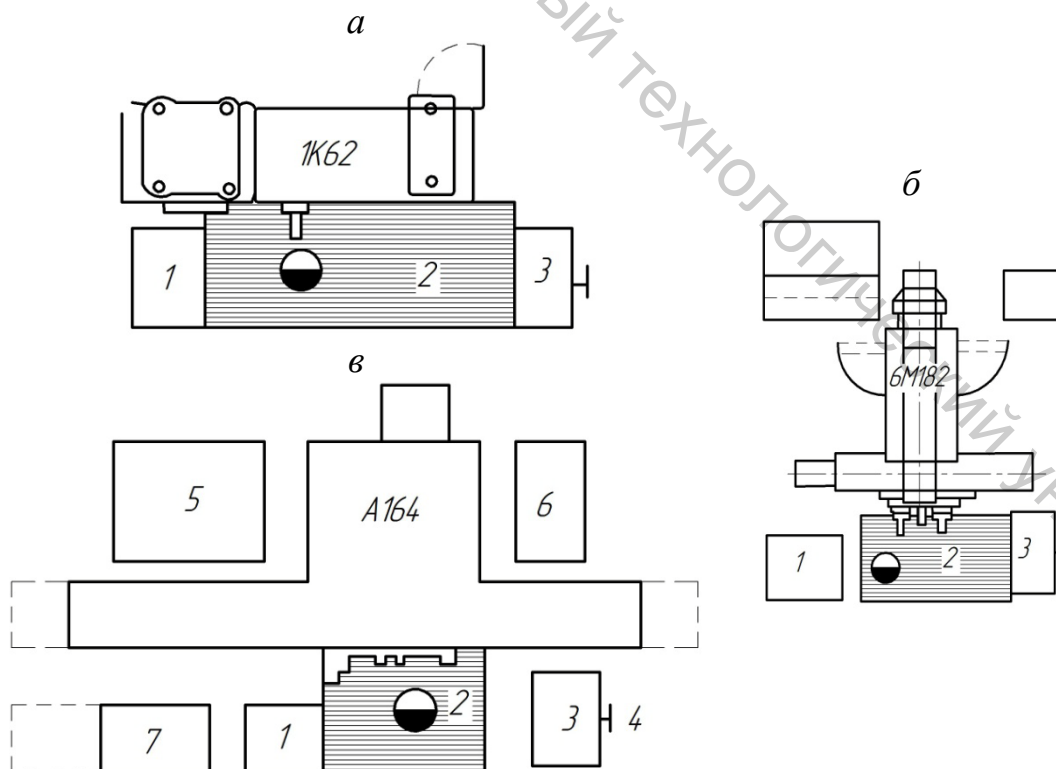


Рисунок 11.13 – Примеры планировки рабочих мест:

- 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

мест и другие подобные мероприятия являются важными факторами повышения производительности труда и снижения утомляемости работающего.

Важнейшей задачей проектирования 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 рисунке 11.13 приведены примеры планировок рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовщика с размещением необходимого инвентаря.

На рисунке 11.14 приведены другие варианты крупномасштабных планировок рабочих мест, рекомендуемые для использования в мелкосерийном производстве.

На рисунке 11.14 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 рисунке 11.14 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.

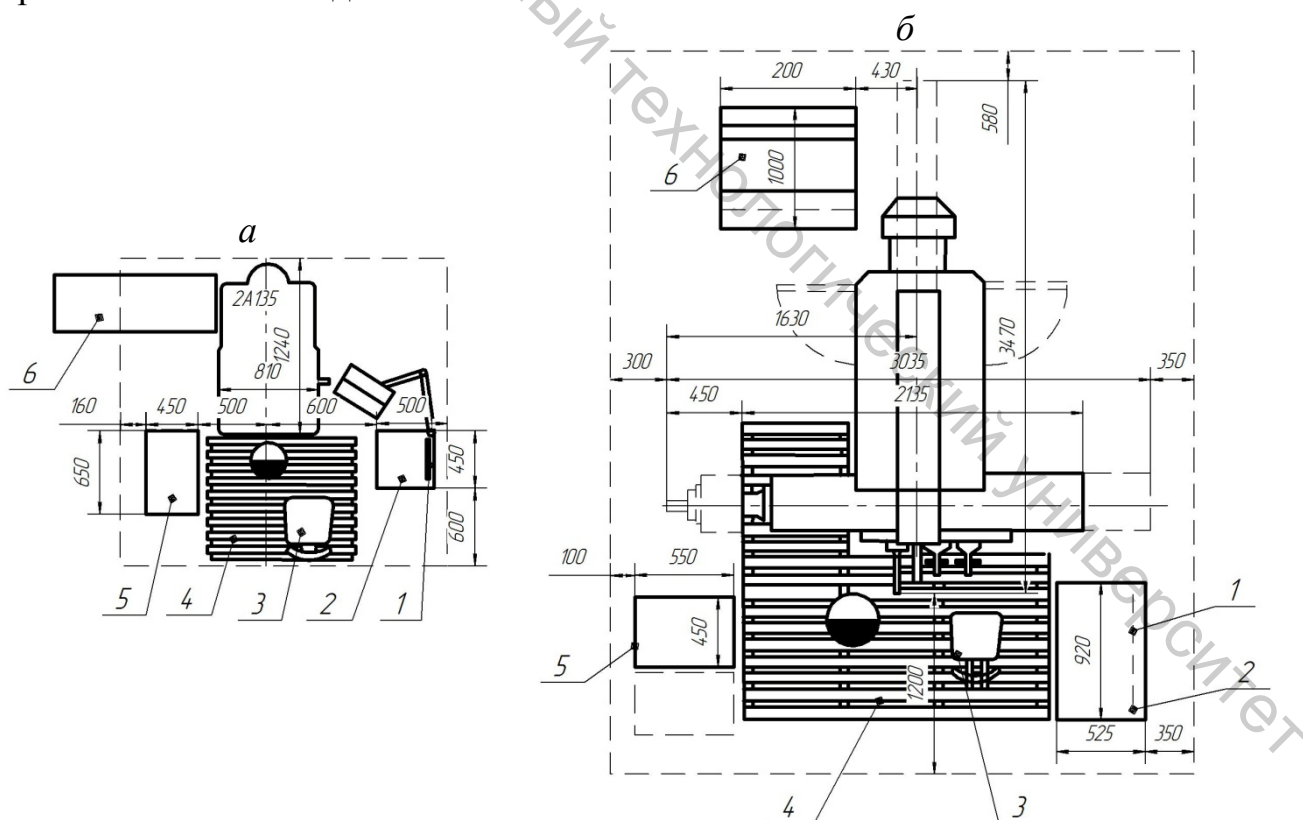


Рисунок 11.14 – Планировка рабочих мест сверловщика (а) и фрезеровщика (б):
 1 – пюпитр для чертежей; 2 – инструментальная тумбочка; 3 – стул;
 4 – решётка под ноги; 5 – приёмный стол; 6 – стеллаж

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 сэкономить 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 переходов рабочего станки иногда располагают под различным углом к проезду, рольгангу или конвейеру.

11.3 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 [3].

Линия (рисунок 11.15) состоит из четырех участков (I–IV). На линии 15 станков, 451 инструмент, 53 электродвигателя общей мощностью 406 кВт.

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 I вперед (холостой ход) связанный 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.

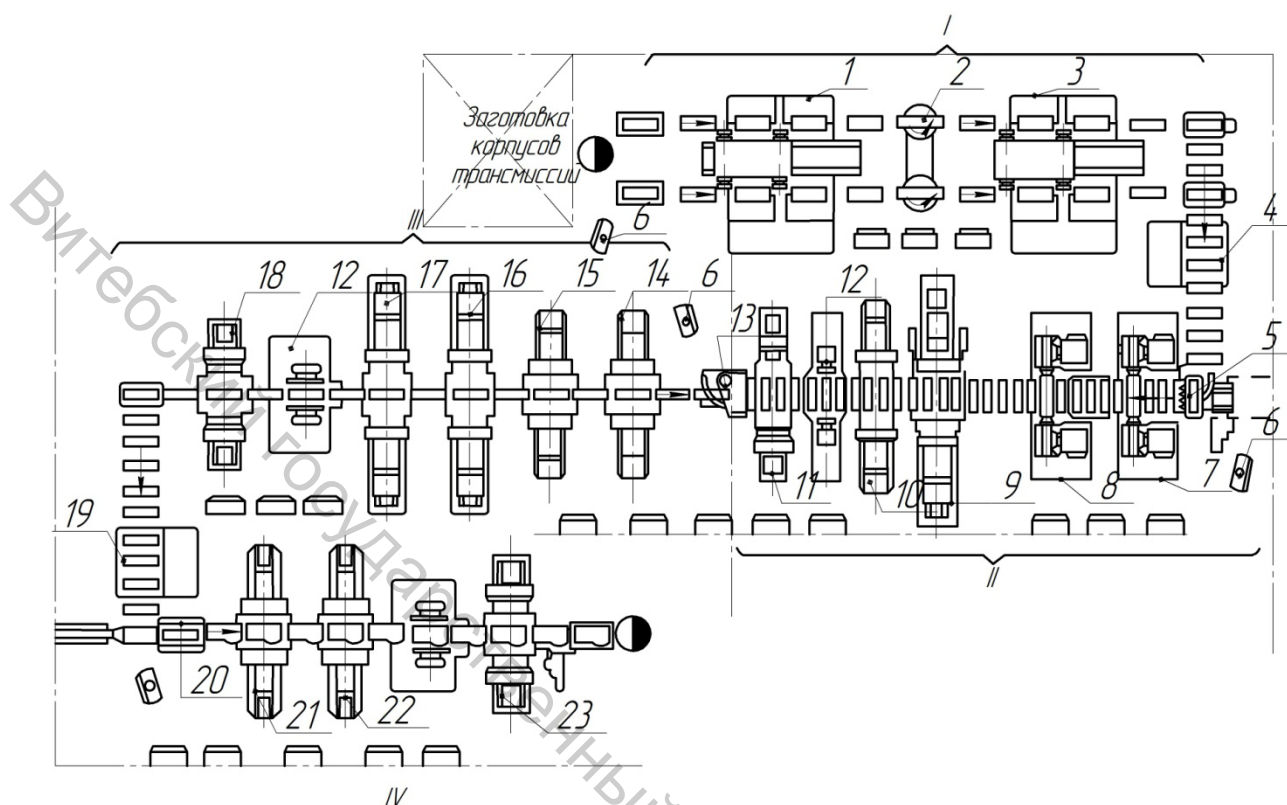


Рисунок 11.15 – Схема автоматической линии для обработки корпуса трансмиссии трактора: 1,3,7,8 – фрезерные станки, 2, 5, 13 – поворотные столы; 4, 19 – поперечные транспортеры; 6 – пульт управления участками; 9,10 14, 15, 16, 17, 21, 22 – станки для обработки отверстий; 11, 18, 23 – резьбонарезные станки; 12 – контрольные приспособления; 20 – поворотный барабан

На 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 III 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, кото-

рые 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: вначале линии – для установки деталей и в конце – для снятия их.

На рисунке 11.16 приведен пример планировки переменного-поточной линии с изображением необходимой оснастки рабочих мест, подъемно-транспортных средств, каналов для уборки стружки (заштрихован) и пр. [3].

На рисунке 11.17 приведена планировка ГПС, предназначенной для изготовления корпусов, столов, звеньев, звездочек и других деталей станков в условиях мелкосерийного производства. На планировке показаны вспомогательные линии расстояний. 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.

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 [5].

На рисунке 11.18 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, 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 [5].

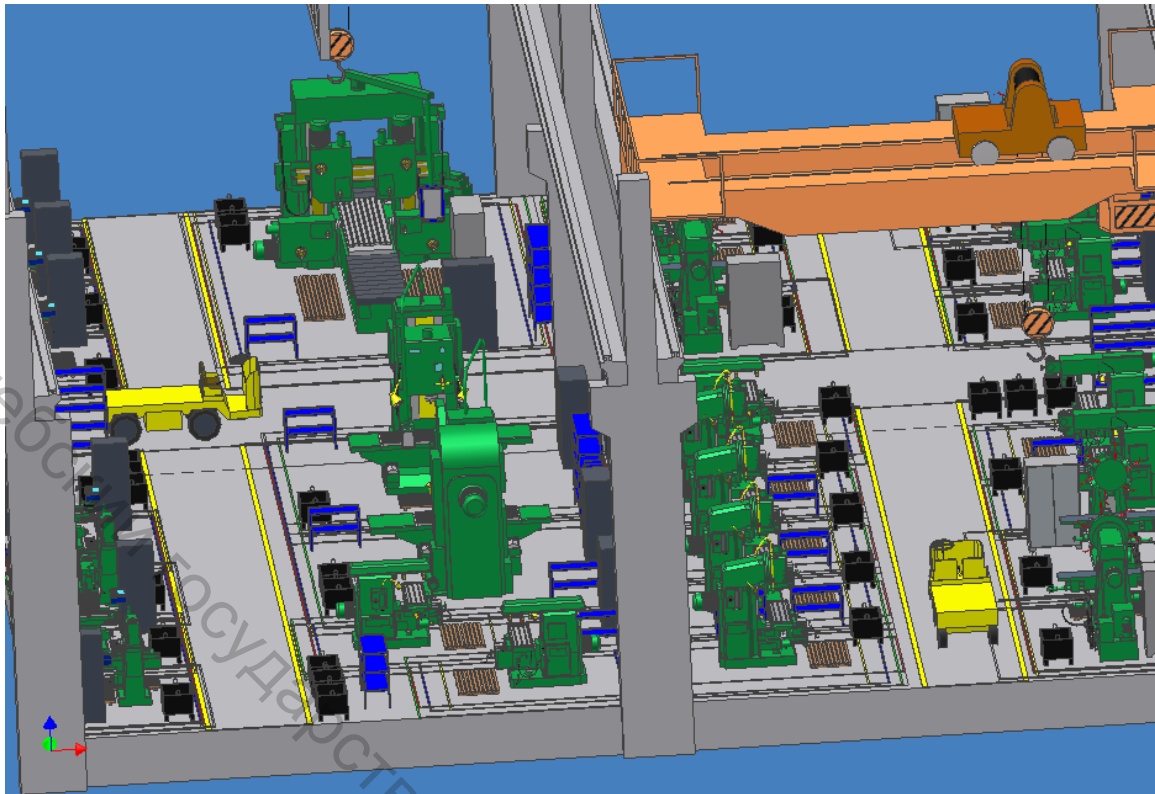


Рисунок 1.19 – Пример объемной планировки

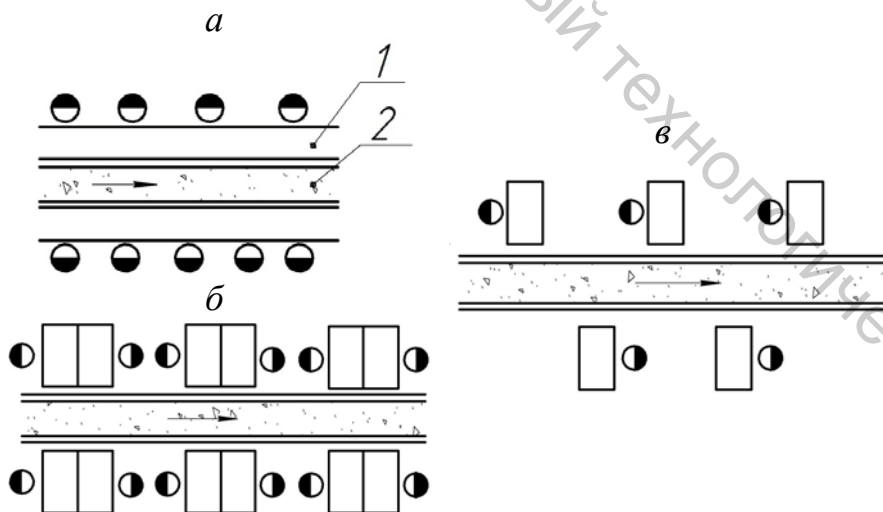


Рисунок 11.20 – Схемы расположения сборочных мест при использовании ленточного конвейера:

1 – верстаки; 2 – конвейер

столы, установленные перпендикулярно линии сборки (рисунок 11.20 б и в). Второй вариант удобнее при сборке легких и точных изделий.

При сборке на роликовом конвейере (рисунок 11.21) пригоночные операции выносят из потока на специальное рабочее место, для чего конвейер оборудуется отводными участками. Изделия передают на эти участки при помощи поворотных или подъемных секций, приводимых в действие пневмоцилиндрами.

Ниже рассматриваются примеры схем планировок участков сборки при различных видах транспортного оборудования.

При сборке на ленточных конвейерах (рисунок 11.20 а) могут применяться или длинные узкие верстаки (шириной 0,4–0,6 м), расположенные вдоль линии сборки, или индивидуальные рабочие

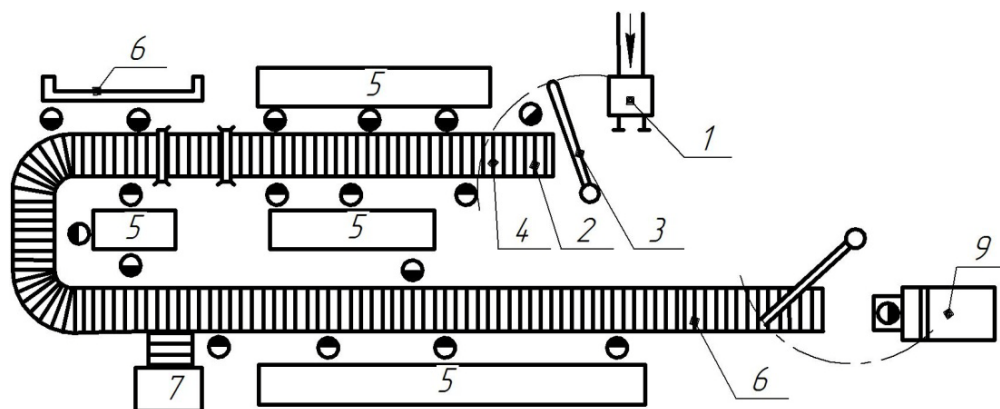


Рисунок 11.21 – Схема планировки сборочного участка при применении роликового конвейера: 1 – подача базовой детали; 2 – начало сборки; 3 – кран-укосина; 4 – рольганг; 5 – верстаки; 6 – стеллажи; 7 – место для выполнения пригоночной операции; 8 – конец сборки; 9 – передача собранного изделия на транспорт

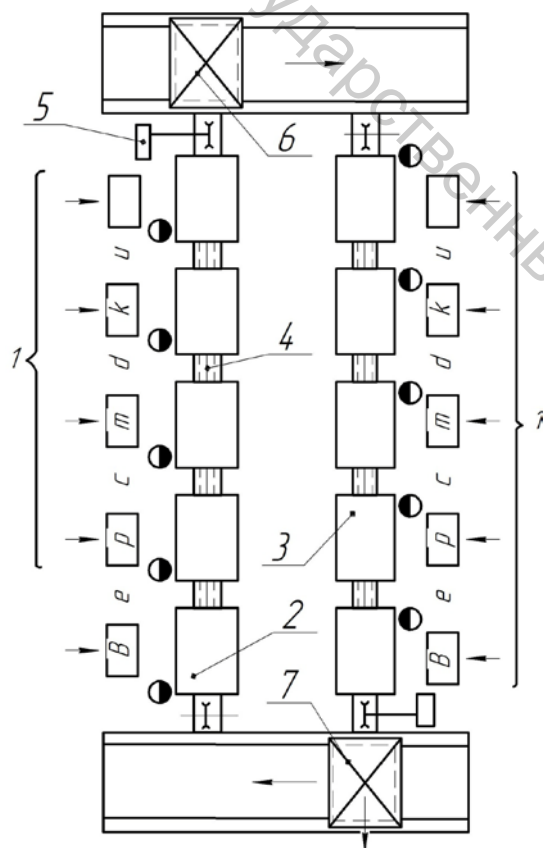


Рисунок 11.22 – Схема планировки сборочного участка на подвижных тележках: 1 – зона подачи деталей и узлов; 2 – начало сборки; 3 – тележка; 4 – цепь конвейера; 5 – привод конвейера; 6 – передача объекта на другую ветвь конвейера; 7 – выдача собранного изделия

Довольно часто при поточной сборке используются сборочные тележки, на которых закрепляют собираемые изделия. Тележки последовательно передвигают от одного рабочего места к другому со скоростью 10–15 м/мин. Колеса тележки часто снабжают литыми резиновыми шинами, вследствие чего она может перемещаться по обычному полу или же по металлическим полосам, уложенным на полу цеха. При значительной массе изделий тележки снабжают колесами с ребрами для движения по рельсам. Для удержания таких тележек в требуемых местах рельсы снабжают стопорными механизмами. Рельсы укладывают на бетонных подушках таким образом, чтобы головка их была заподлицо с полом или несколько утоплена.

Вспомогательный рельсовый путь (рисунок 11.22) применяют для возврата тележек в исходное положение [4].

На рисунке 11.23 предусматривается транспортировка тяжелых габаритных деталей или деталей, размещаемых в таре, подвесными конвейерами с автоматической навеской и съемку грузов пневмоподъемниками с последующей транспортировкой напольными роликовыми конвейерами как приводными, так и не приводными. Данная схема целесообразна при

небольшом числе технологических операций. По данной схеме изделие после контроля по наклонному роликовому конвейеру с отсекателем поступает на площадку пневмоподъемника. При прохождении пустой подвески конвейера кулачок подвески нажимает на переключатель и шток подъемника с изделием поднимается на уровень подвески. При нажатии кулачка на второй переключатель шток подъемника опускается в исходное нижнее положение, а изделие остается на подвеске и передвигается конвейером к месту сборки. Перед пунктом навешивания смонтирован предупредитель. При наличии изделия на подвеске происходит нажим на рычаг предупредителя и система навешивания отключается. Перед пунктом съема подвеска с изделием или тарой нажимает кулачком на переключатель и шток пневмоподъемника поднимает изделие выше подвески, освобождая ее от груза. При продвижении подвески кулачок нажимает на второй переключатель и шток пневмоподъемника с изделием опускается на наклонную площадку и по наклонному рольгангу скатывается к рабочему месту. При заполнении наклонного рольганга последнее изделие нажимает на переключатель и отключает систему съема. Неснятые изделия проходят мимо подъемника [4].

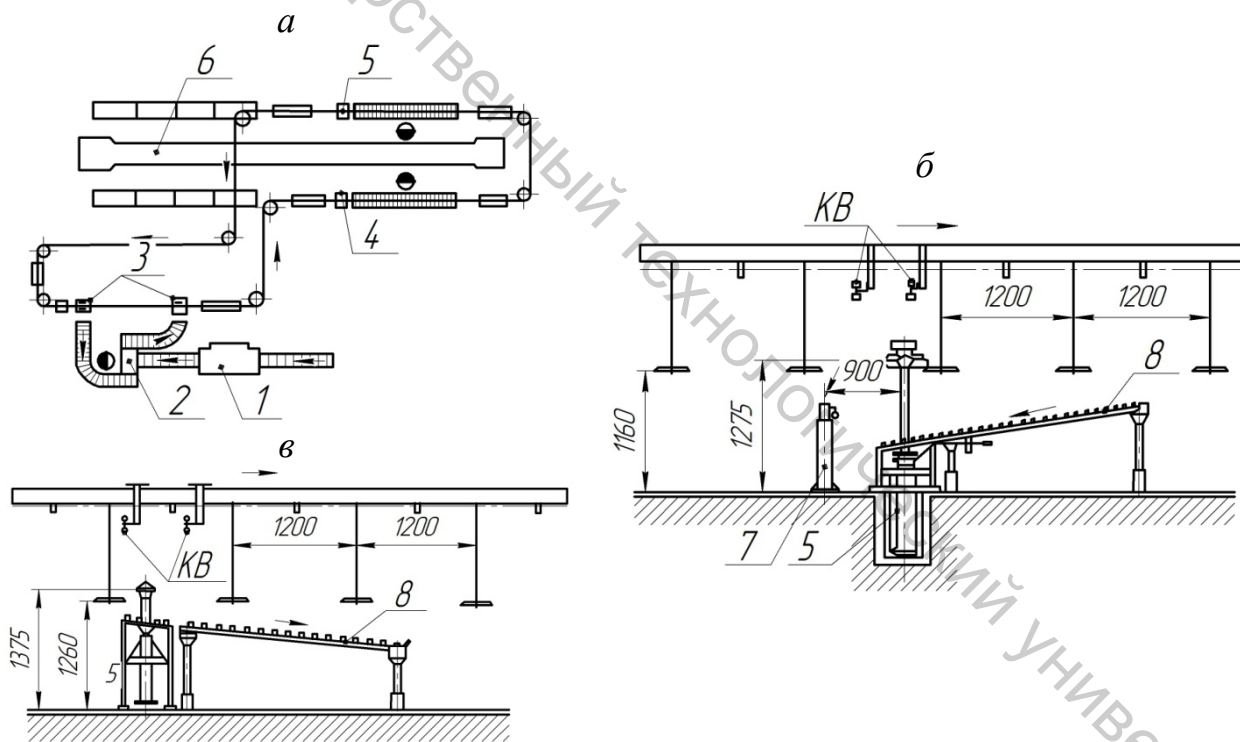


Рисунок 11.23 – Схема планировки сборочного участка с подвесным конвейером при автоматической навеске и съёмке тяжёлых деталей с конвейера: а – схема планировки участка; б – схема навески на подвесной конвейер; в – схема съёма деталей с подвесного конвейера; 1 – моечная машина; 2 – пункт контроля; 3 – пункты навешивания деталей на конвейер; 4 – пункты съёма; 5 – пневмоподъёмник; 6 – сборочный конвейер; 7 – предупредитель; 8 – роликовый конвейер

На рисунке 11.24 приведен пример решения межоперационного перемещения деталей и узлов в цехе общей сборки станков. Комплектующие детали в та-

ре и узлы поштучно доставляются в цех и на конвейер соответственно электрокаром и мостовым краном. Подача грузов к рабочим местам осуществляется конвейером на воздушной подушке. Снятие и установка – консольным краном. Собранные станки транспортируются в цех окраски рельсовой тележкой.

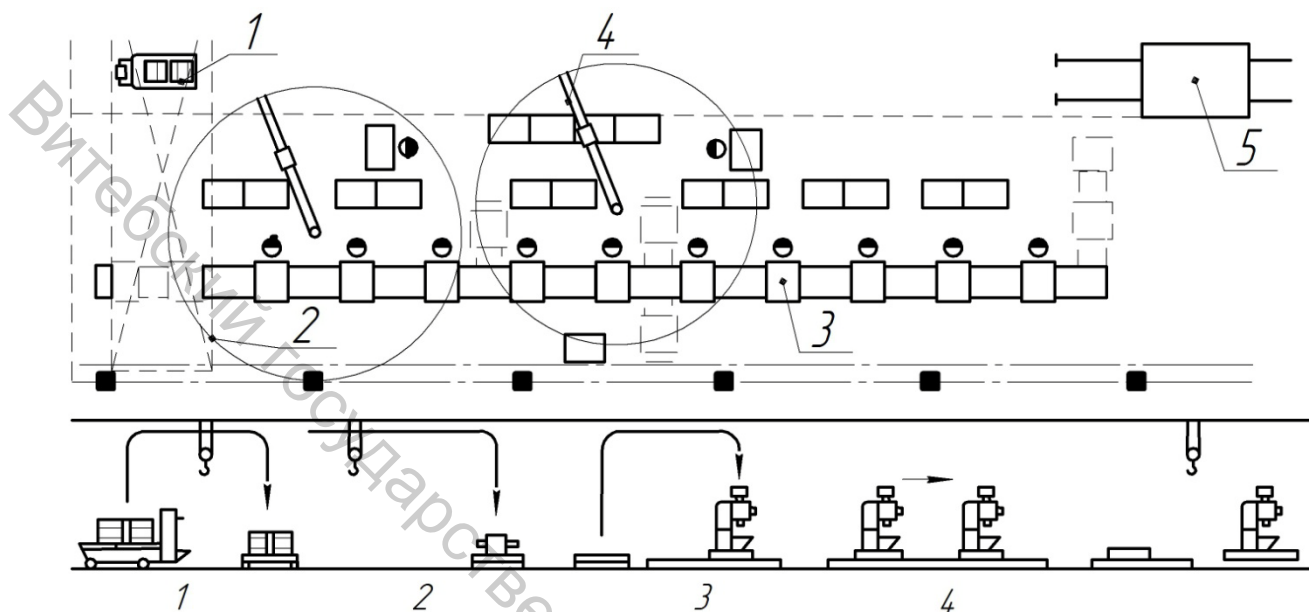


Рисунок 11.24 – Пример решения межоперационного перемещения деталей и узлов в цехе общей сборки станков (серийное производство): а – схема планировки участка; 1 – электрокар; 2 – мостовой кран; 3 – конвейер на воздушной подушке; 4 – консольный кран; 5 – тележка; б – схематическое изображение операций перемещения грузов; 1 – доставка комплектующих деталей на стеллаж подставку; 2 – доставка узлов к рабочим местам; 3 – передача крупных комплектующих деталей и узлов на платформу конвейера; 4 – передача собираемого станка с одного рабочего места на другое на конвейере; 5 – транспортировка собранных станков для окраски.

11.4. Основные технико-экономические показатели цеха

Для определения затрат по постройке и оборудованию спроектированного цеха и для выявления его технико-экономической эффективности выводится ряд технико-экономических показателей.

Основные технико-экономические показатели цехов приведены ниже.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность механического цеха:

1. Годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости (в рублях), в том числе запасных частей.
2. Годовой выпуск комплектов (узлов или деталей) или машин.
3. Годовой выпуск изделий (в тоннах), в том числе запасных частей.
4. Количество рабочих смен.
5. Площадь цеха (в квадратных метрах): а) общая; б) производственная.
6. Количество производственного оборудования с указанием, кроме то-

го, отдельно количества металлорежущих станков и автоматических станочных линий.

7. Количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) младшего обслуживающего персонала; г) инженерно-технического персонала; д) счетно-контровского персонала.

8. Основные фонды (в рублях), в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь.

9. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих.

10. Установленная мощность электродвигателей (в киловаттах).

Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность механического цеха:

11. Годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости), в комплектах (узлов или деталей) и тоннах: а) на одного работающего и одного рабочего; б) на единицу производственного оборудования; в) на 1 м² производственной площади в одну смену.

12. Годовой выпуск продукции в рублях (по себестоимости) – на 1 рубль основных фондов.

13. Основные промышленные фонды на 1 рубль выпуска.

14. Общая и производственная площадь на единицу производственного оборудования в квадратных метрах.

15. Средний коэффициент загрузки оборудования (по времени) в процентах.

16. Коэффициент сменности.

17. Средняя установленная мощность одного станка в киловаттах.

18. Средняя установленная мощность станочного оборудования в киловаттах на одного производственного рабочего в наибольшую по количеству работающих смену (энерговооруженность).

19. Трудоемкость и станкостоемость одного комплекта деталей, одной машины, одной тонны продукции в человеко-часах и станко-часах.

20. Степень охвата рабочих механизированным трудом в процентах.

21. Уровень затрат механизированного труда в общих трудовых затратах в процентах.

22. Уровень механизации и автоматизации производственных процессов в процентах (метод исчисления показателей 20, 21 и 22 см. ниже).

23. Коэффициент использования металла.

24. Себестоимость обработки и цеховая себестоимость 1 т и одного комплекта узлов или деталей на одну машину.

25. Структура цеховой себестоимости в процентах: а) материалы; б) основная заработная плата производственных рабочих; в) цеховые накладные расходы.

26. Отношение цеховых расходов к основной заработной плате производственных рабочих в процентах.

Абсолютные показатели, характеризующие производственную мощность

сборочного цеха:

1. Годовой выпуск изделий по цеховой себестоимости в рублях.
 2. Годовой выпуск изделий (комплектов или машин) в штуках и тоннах.
 3. Количество рабочих смен.
 4. Площадь цеха в квадратных метрах: а) общая; б) производственная.
 5. Количество единиц производственного оборудования.
 6. Количество работающих, в том числе: а) производственных рабочих; б) вспомогательных рабочих; в) младшего обслуживающего персонала; г) инженерно-технических работников; д) счетно-контровского персонала.
 7. Основные средства в рублях, в том числе: а) здания и сооружения; б) оборудование, инструмент и приспособления; в) производственный и хозяйственный инвентарь.
 8. Годовой фонд заработной платы производственных рабочих и всех работающих.
 9. Установленная мощность электродвигателей в киловаттах.
- Относительные показатели, характеризующие технико-экономическую эффективность сборочного цеха:*
10. Годовой выпуск изделий в рублях (по себестоимости): а) на одного производственного рабочего; б) на 1 м² производственной площади в одну смену.
 11. Годовой выпуск в комплектах (или машинах) и тоннах в год на одного производственного рабочего.
 12. Годовой выпуск изделий (по себестоимости) на 1 рубль основных средств в рублях.
 13. Общая площадь цеха на одного производственного рабочего в наибольшую (по количеству рабочих) смену в квадратных метрах.
 14. Производственная площадь на одного производственного рабочего в наибольшую смену в квадратных метрах.
 15. Общая площадь сборочного цеха в процентах от общей площади механического цеха (отделения).
 16. Коэффициент загрузки рабочих мест, коэффициент сменности.
 17. Трудоемкость сборки одного комплекта или одной машины или трудоемкость сборки 1 т выпуска изделий в человеко-часах.
 18. Трудоемкость сборки в процентах от трудоемкости механической обработки.
 19. Цеховая себестоимость одного изделия и 1 т изделий в рублях.

11.5 САПР планировок

Современные САПР планировок имеют возможность автоматизированной построения строительной подосновы, базы данных темплетов 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 [6].

Назначением программного комплекса LCAD (от Layout CAD – расстановка оборудования с помощью компьютера) является обеспечение программно-

инструментальной (функциональной) среды для автоматизированного рабочего места технолога-проектировщика, осуществляющего технологическое проектирование новых производственных помещений, а также технологическую реорганизацию существующего производства. Комплекс может быть также использован для получения различной справочной информации по установленному на производстве и введенному в базу данных системы оборудованию.

Программный комплекс LCAD использует и расширяет возможности пакета AutoCAD фирмы Autodesk за счет наличия дополнительного набора специальных приложений (функций проектирования). Эти приложения обеспечивают основные функции отрисовки строительной подосновы и проектирования технологических планировок производственных помещений. Доступ к функциям проектирования LCAD осуществляется с помощью пользовательских меню. Пользовательские меню LCAD по форме построения аналогичны всем видам (экранные, падающие, графические) меню пакета AutoCAD.

Программный комплекс LCAD позволяет автоматизировать процесс формирования:

- ◆ строительной подосновы (планов этажей зданий) по одноэтажным и многоэтажным промышленным, а также административно-бытовым зданиям;
- ◆ графической и текстовой документации по технологической планировке производственных помещений.

LCAD обеспечивает создание и ведение базы данных (БД), содержащей массивы текстовой и графической информации. Структура массивов БД позволяет использовать при проектировании следующие виды информации:

- ◆ характеристики оборудования (наименование и модель, габариты, вес, установленная мощность электродвигателя и некоторая дополнительная информация), с обеспечением поиска и выбора информации по классам и группам оборудования;
- ◆ темплеты («габаритки», «фишки») оборудования;
- ◆ спецификации по установленному оборудованию;
- ◆ принятые условные графические обозначения для нанесения на планировки;
- ◆ структуру производства (промышленная площадка – производственный корпус – цех – участок);
- ◆ генплан предприятия (для обеспечения быстрого выхода на нужную планировку производственных корпусов, цехов, участков);
- ◆ любые виды информации по цехам и участкам предприятия;
- ◆ справочные данные по нормам и требованиям к размещению оборудования.

LCAD предполагает создание и хранение в БД технологических планировок на строительной подоснове производственного корпуса (здания) в целом. Спецификация установленного оборудования хранится в БД в целом по предприятию.

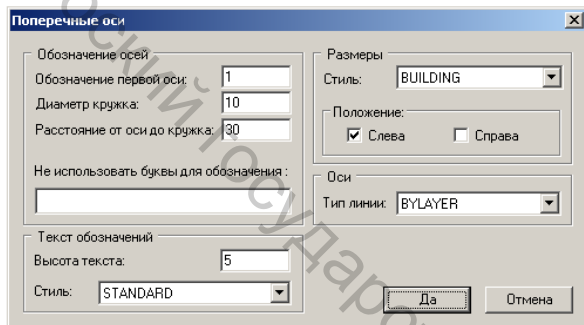
Оформление и вывод на печать графической (чертежи планировок) и текстовой (спецификации оборудования) документации может производиться как в целом по производственным корпусам, так и по отдельным цехам и участкам,

запрашиваемым в БД.

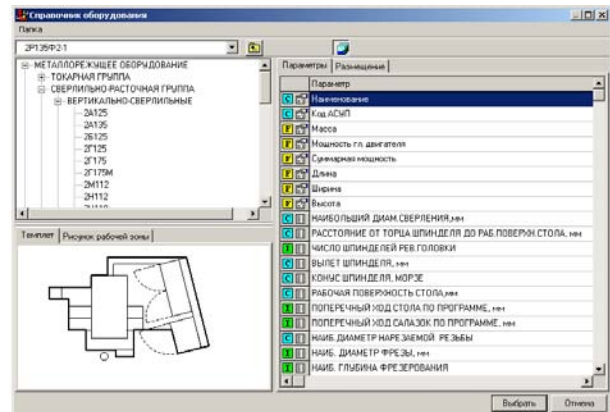
Пользователь LCAD должен владеть основными приемами работы в графическом редакторе AutoCAD.

Меню программного комплекса LCAD синтезировано из пунктов стандартного меню AutoCADa и пунктов меню, обеспечивающих обращение к функциям проектирования технологических планировок и строительной подосновы.

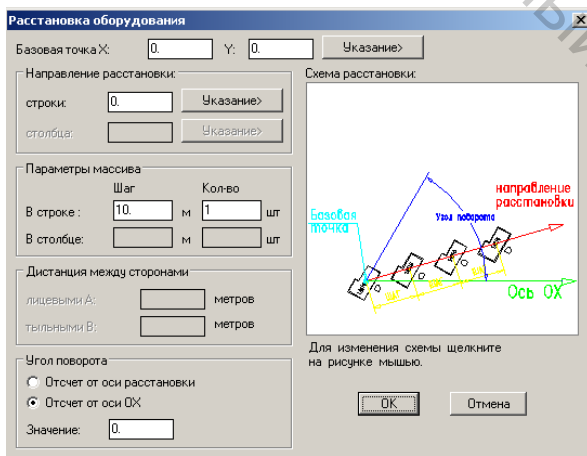
Элементы структуры LCAD-меню проиллюстрированы на рисунке 11.25.



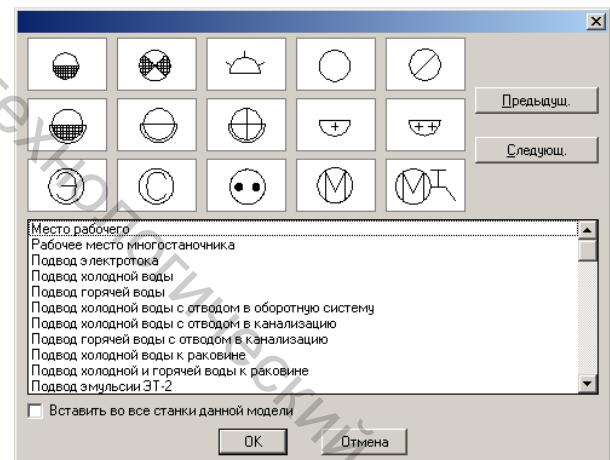
Прорисовка сетки колонн



Окно выбора оборудования



Окно расстановки оборудования



Окно выбора точечного условного обозначения

Рисунок 11.25 – Некоторые диалоговые окна LCAD

11.6 Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «планировка цеха (участка)».
2. Чем планировка отличается от компоновки.
3. Что указывается на планировках?
4. Изобразите Пример обозначений мест расположения рабочих, подводок различных сетей и нумерации оборудования на планировке.
5. Какие методы разработки планировок цехов находят применение в проектной практике?

6. Дайте определение понятию «темplet».
7. Перечислите основные требования, которые должны учитываться при разработке планировок.
8. Какими правилами и приемами следует руководствоваться при размещении станков механического цеха?
9. Как могут располагаться станки в пролетах цеха?
10. Изобразите варианты размещения оборудования в поточных линиях.
11. Какие расстояния нормируются при разработке планировок?
12. Изобразите нормируемые расстояния: между проездом и тыльной стороной станка; проездом и боковой стороной станка; станками, установленными в «затылок»; станками, установленными тыльными сторонами.
13. Что понимается под понятием «роботизированный технологический комплекс»?
14. Как различаются РТК по структурному признаку?
15. Какие типовые схемы планировок РТК Вам известны?
16. Изобразите планировки рабочих мест токаря, фрезеровщика и шлифовщика.
17. Перечислите основные технико-экономические показатели цехов.
18. Опишите возможности САПР планировок.
19. Какие процессы позволяет автоматизировать программный комплекс LCAD?

12 ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

12.1 Порядок расчетов

Для разработки энергетической части проекта завода необходимы исходные данные по отдельным видам энергии: электрической, сжатого воздуха, воды, пара, топлива по каждому цеху (ОНТП 14–93 [3]).

Электроэнергия. Проект электроэнергетического хозяйства 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 электроприемников* (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:

$$P_a = k_c \sum P_{уст}. \quad (12.1)$$

Величины коэффициента спроса k_c принимаются по опытным данным. Средние величины коэффициентом спроса для отдельных групп потребителей на заводе приведены в таблице 12.1.

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 12.1 – 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, клеварки 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):

$$W = \sum P_a F_D m \eta_z = k_c \sum P_{уст} F_D m \eta_z, \quad (12.2)$$

где $\sum P_a$ – сумма активных мощностей на шинах низкого напряжения, кВт;

F_D – действительный годовой фонд времени оборудования для одной смены, ч; m – количество смен работы оборудования; η_z – 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 (12.2) 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 12.2 приводятся примерные нормы расхода электроэнергии на освещение в час 1 м² площади (Вт).

Таблица 12.2 – 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 определяется по таблице 12.3 (ч).

Таблица 12.3 – 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, питающий 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 $M_a = 0,25M_v$, где M_v – установленная мощность; 0,25 – коэффициент, учитывающий неодновременность потребления энергии, потери в сетях и необходи-

мый 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_{ϕ} к числу часов рабочей смены T_{CM} , то есть

$$k_u = \frac{T_{\phi}}{T_{CM}}. \quad (12.3)$$

Средний часовой расход (теоретический) сжатого воздуха Q_{cp} в м^3 определится по формуле

$$Q_{cp} = Q_{непр} k_u, \quad (12.4)$$

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:

$$Q_D = 1,5 \sum Q_{cp} = 1,5 \sum Q_{непр} k_u. \quad (12.5)$$

Наибольший часовой расход воздуха $Q_{наиб}$ обычно принимается примерно на 30 % больше среднечасового действительного, то есть

$$Q_{наиб} = 1,30 Q_D. \quad (12.6)$$

По этому расходу подбирается оборудование компрессорной установки.

Годовая потребность в сжатом воздухе Q_{Γ} определится по действительному среднечасовому расходу для всего количества оборудования $Q_{\text{д}}$ и годовому фонду времени его работы $F_{\text{д}}$ при соответствующем количестве смен m с учетом коэффициента загрузки оборудования (по времени) η_3 :

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{д}} F_{\text{д}} m \eta_3 = 1,5 \sum Q_{\text{непр}} k_u F_{\text{д}} m \eta_3. \quad (12.7)$$

Расход воздуха на отдельные воздухоприемники часто устанавливают 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 ($Q_{\text{ср}}$) 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 атм 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: сульфозфрезолола на каждый одношпиндельный автомат, резбофрезерный и резбонарезной станок 2,3 кг; резбошлифовальный 2,5 кг; зубообрабатывающий 4,1 кг и многошпиндельный 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:

$$Q_{ox} = \frac{q_{ox} C_n 253}{1000} m / год,$$

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 ТВЧ, 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

$$Q_B = \frac{q_B S F_D m \eta_3}{1000}, \quad (12.8)$$

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 ёмкостью 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 (ёмкости 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 12.4.

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 гидрофильтрах 0,01–0,02 л на 1 м³ объема распылительной камеры.

Вода на бытовые нужды. Определение годового расхода воды ведется из расчета:

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;

Таблица 12.4 – 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

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 – 5л, 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:

$$Q_{\text{п}} = \frac{q_{\text{т}} HV}{i \cdot 100}, \quad (12.9)$$

где $q_{\text{т}}$ – 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 x 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, указываемых в технической характеристике оборудования.

Топливо для отопления. Теплоносителями при центральном отоплении могут быть вода, пар и воздух.

Годовая потребность топлива определяется по формуле

$$Q_T = \frac{q_T HV}{K \cdot 1000 \eta_k}, \quad (12.10)$$

где K – теплотворная способность условного топлива (7000 ккал/кг); η_k – коэффициент полезного действия котельной установки (в среднем равен 0,75).

12.2 Вопросы для самоконтроля

1. Разработку каких вопросов должен содержать проект электроэнергетического хозяйства?
2. На что в цеху расходуется электрическая энергия?
3. Что должно содержать задание на проектирование электроэнергетического хозяйства?
4. Как рассчитать годовой расход электроэнергии на освещение?
5. Какую информацию содержит проект пневматического хозяйства завода?
6. Для чего на машиностроительных заводах расходуется сжатый воздух?
7. Определите понятие «коэффициент использования воздухоприемников».
8. Для чего в механосборочных цехах используется вода и смазочно-охлаждающая жидкость?
9. Для чего в механосборочных цехах используются пар и топливо?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богорад, А. А. Грузоподъемные краны машиностроительных предприятий : учебник для ПТУ / А. А. Богорад. – 2 изд., перераб и доп. – Москва : Высшая школа, 1990. – 271 с.
2. 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.
3. Егоров, М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов : учебник для машиностроительных ВУЗов / М. Е. Егоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1969. – 480 с.
4. Мамаев, В. С. Основы проектирования машиностроительных заводов / В. С. Мамаев, Е. Г. Осипов. – Москва : Машиностроение, 1974. – 290 с.
5. 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.
6. Печков, Ф. И. LCAD: версия 4.15 : руководство пользователя / Ф. И. Печков [и др.]. – Минск : Репринт, 2002. – 98 с.
7. 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.
8. 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.
9. Проектирование машиностроительных заводов. Справочник : в 6-ти томах / под общ. ред. Е. С. Ямпольского. – Москва : Машиностроение, 1975.
10. Чарнко, Д. В. Основы проектирования механосборочных цехов / Д. В. Чарнко. – Москва : Машиностроение, 1975. – 352 с.

Приложение 1

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Таблица П.1.1 – Параметры ящечных металлических поддонов высокой грузоподъемности

Модель	Грузоподъемность, кг	Наружные размеры, мм			Масса, кг
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
1Н 864-11	500	640	840	653	55
1Н 856-11				753	62
1Н 866-11				853	74
1Н 1285-13	1000	840	1200	750	108
1Н 1286-13				850	120
1Н 1288-13				1050	139
1Н 1284-17	2000	840	1200	650	135
1Н 1285-17				750	150
1У 1286, 3-17	3200	840	1200	880	165
1У 1288-17				1050	190

Таблица П.1.2 – Параметры ящичных металлических поддонов малой грузоподъемности

Параметр	Поддон			
	ТМ 321.6-1А	1М 432-1А	1МП-642-2А	1МП-643, 2-2А
	Ящичный с передней скошенной стенкой		Ящичный	
Грузоподъемность, кг	200	200	200	200
Размеры внутренние, мм				
длина	200	300	400	400
ширина	300	400	600	600
высота	160	200	200	320
Размеры внешние, мм:				
длина <i>a</i> (вдоль стеллажа)	216	318	418	418
ширина <i>b</i> (в глубину стеллажа)	356	466	618	618
высота <i>c</i>	183	224	317	437
Масса, кг	5,1	10,8	20,7	28

Таблица П.1.3 – 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

Таблица П.1.4 – 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

Таблица П.1.5 – 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

Таблица П.1.6 – 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	крупносерийном	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

Таблица П.1.7 – Количество станков ремонтной базы

Количество 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		

Таблица П.1.8 – 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

Таблица П.1.9 – 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		

Таблица П.1.10 – 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		

Таблица П.1.11 – Основные параметры бесполочных и каркасных стеллажей

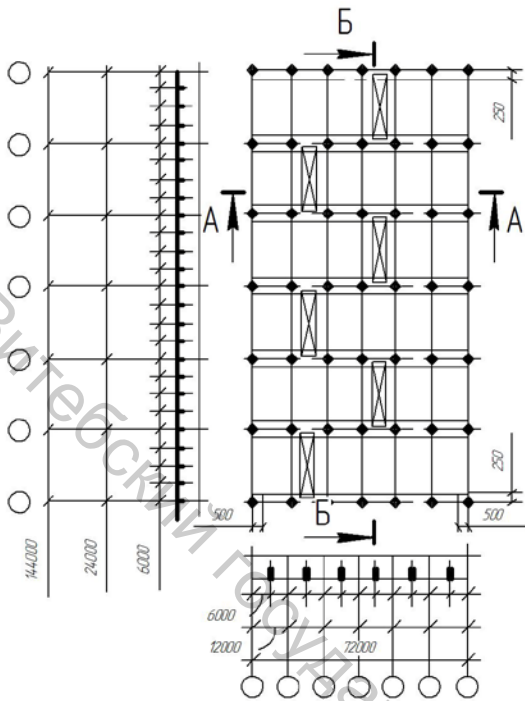
Стеллаж	Длина ячейки <i>A</i> , мм	Ширина стеллажа <i>B_{ст}</i> , мм	Нагрузка на ячейку, <i>H</i>
Бесполочный	450; 710; 950; 1320; 1800	450, 670, 850, 900, 1120, 1250	500, 1000 2 500, 5 000
Каркасный	450; 950; 1320; 1800; 2650	450; 670; 850; 900; 1120; 1250	10 000 20 000
Примечание. Высота стеллажей <i>H_{ст}</i> , 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.			

Таблица П.1.12 – 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													

Таблица П.1.13 – 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	<i>с скатной кровлей</i> 	6 и 7,2 (5 т)
		24×12	5184		<i>с плоской кровлей</i> 	
Дополнительные		24×12	3456	Крановые		10, 8 (20 т) 12, 6 (30 т)
		24×12	1728			
		30×12	2160			

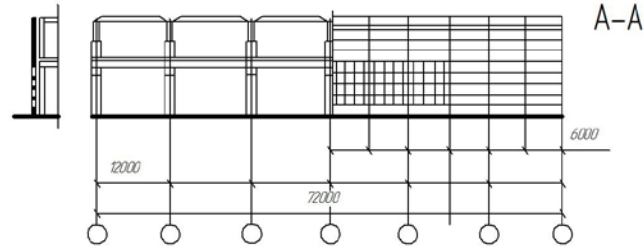


Шифры типовых серий, применяемых в УТС

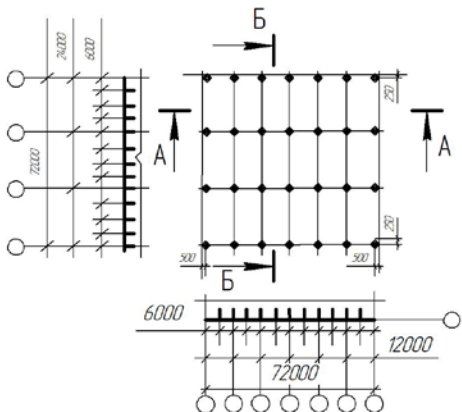
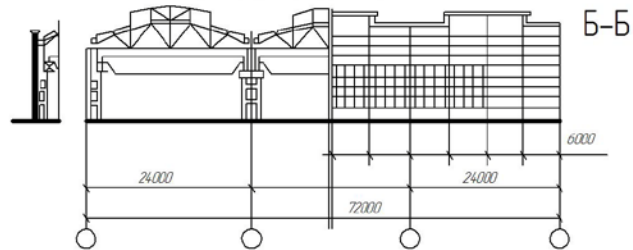
Строительные конструкции и изделия									
Колонны	Связи по колоннам	Плоская кровля	Скатная кровля	Связи по перекрытию	Железобетонные	Ячеистые	Колонны фахверка	Стеновые и оконные панели	
								Железобетонные	Ячеистые и керамзитовые
									Оконные

Монтажные детали					Архитектурно-строительные детали		
Сопрежение каркаса до низа ферм	Сопрежение стропил конструкцией покрытия	Сопрежение плит покрытия со строп. конструкц.	Сопрежение стеновых и оконных панелей		Стен и кровли	Конструкций	стальных лестниц
УТС 1963	Каталог унифицированных типовых секций Секция 7263 24-728			04-06	Лист 19		

Продольный разрез и пример решения фасада



Поперечный разрез и пример решения фасада

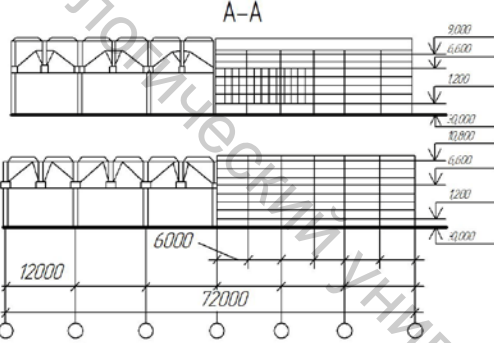


Шифры типовых серий, применяемых в УТС

Строительные конструкции и изделия									
Колонны	Связи по колоннам	Плоская кровля	Скатная кровля	Связи по перекрытию	Железобетонные	Ячеистые	Колонны фахверка	Стеновые и оконные панели	
								Железобетонные	Ячеистые и керамзитовые
									Оконные

Монтажные детали					Архитектурно-строительные детали		
Сопрежение каркаса до низа ферм	Сопрежение стропил конструкцией покрытия	Сопрежение плит покрытия со строп. конструкц.	Сопрежение стеновых и оконных панелей		Стен и кровли	Конструкций	стальных лестниц
УТС 1963	Каталог унифицированных типовых секций Секция 7263 24-728			04-06	Лист 19		

Продольные разрезы и примеры решения фасадов при скатной и плоской кровлях



Поперечные разрезы и примеры решения фасадов при скатной и плоской кровлях

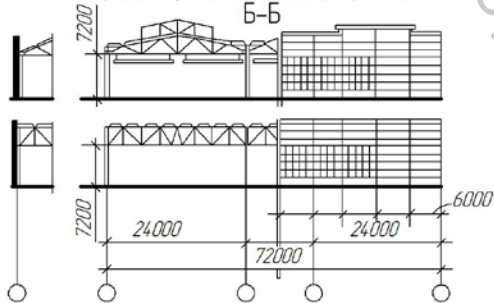


Рисунок П.1.1 – Оформление УТС

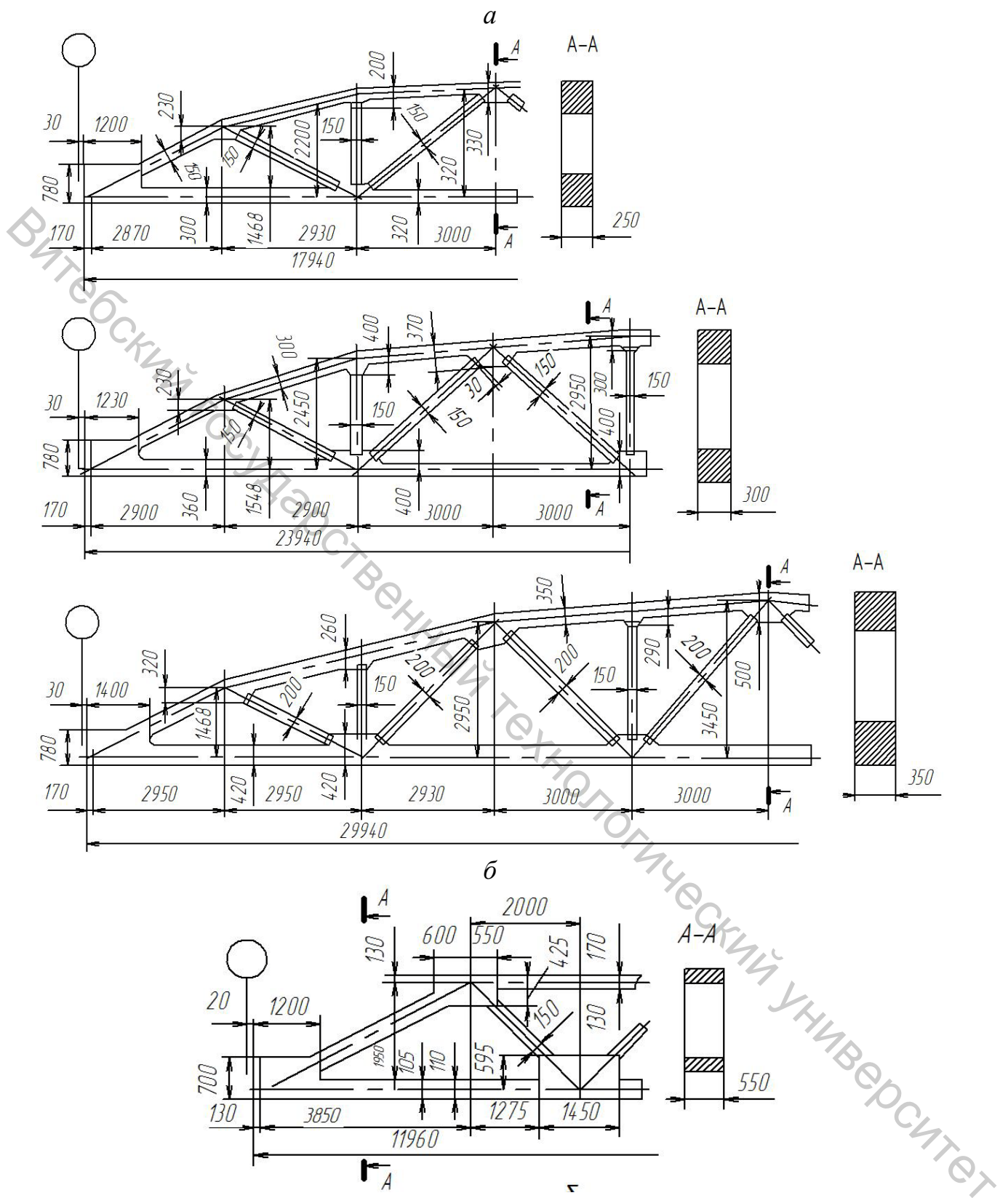
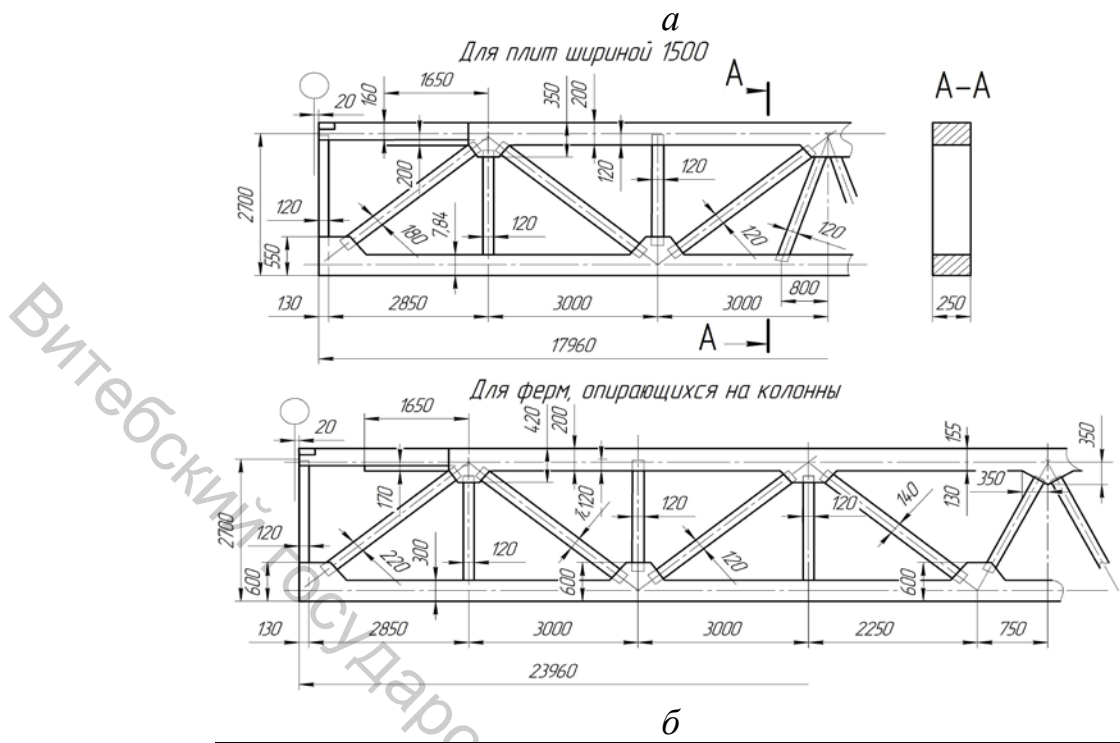


Рисунок П.1.2 – Унифицированные железобетонные стропильные сегментные фермы и подстропильная ферма для них: а – стропильные фермы для пролётов 18, 24 и 30 м при шаге колонн 6 и 12 м; б – подстропильная ферма



в

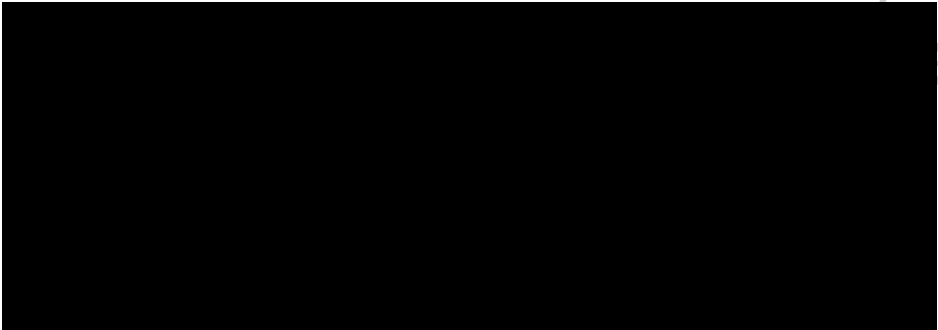


Рисунок П.1.3 – Унифицированные железобетонные стропильные сегментные фермы с параллельными поясами и подстропильная ферма для них: а – стропильные фермы для пролётов 18 и 24 м при шаге колонн 6 м; б – стропильные фермы для пролётов 18 и 24 м при шаге колонн 12 м; в – подстропильная ферма

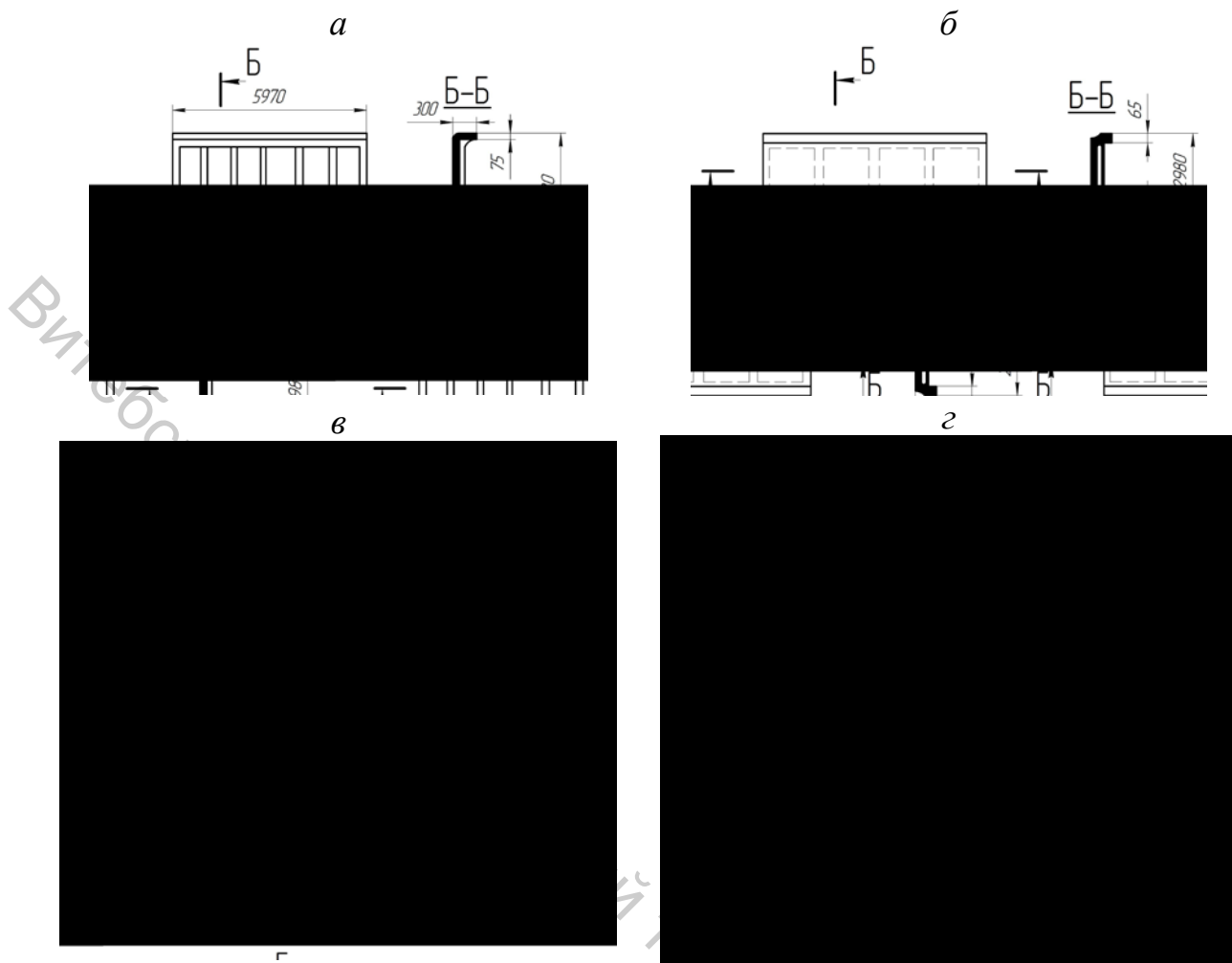


Рисунок П.1.4 – Предварительно напряжённые ребристые плиты покрытий: а – рядовая плита размером 3,6 м; б – доборная плита 1,5×6 м; в – рядовая плита 3×12 м; г – доборная плита 1,5×12 м

РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ

Таблица П.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-дочечные, 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, резбонакатные, гайконарезные, шлицепрорезные автоматы; зубообрабатывающие станки (полуавтоматы)	3...4

Таблица П.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 П.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 шестипиндельных 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, обрабатывающие тела вращения	7...8
Простая – автоматические линии, состоящие из универсальных и агрегатных станков с применением простой оснастки и центрального инструмента	9...10

Таблица П.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

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
Зубообрабатывающие 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-шлифовальные 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 П.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 П.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 П.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 необходимого количества стропальщиков по цеху следует производить отдельно для каждого пролета.
- Если в одном пролете размещается два и более цехов, необходимое количество стропальщиков подсчитывается по каждому цеху отдельно исходя из количества закрепленных за цехом кранов.

Таблица П.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 П.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
Крупносерийное	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 П.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

Примечания:

1. Большие значения норм следует применять: для механических цехов, изготавливающих мелкие и средние детали; для сборочных цехов, в которых производится узловая сборка.
2. Для механосборочных цехов количество комплектовщиков подсчитывается: по механическому отделению по нормам механических цехов; по сборочному отделению – по нормам сборочных цехов.
3. Нормы для расчета комплектовщиков изделий могут изменяться в зависимости от специфики отраслевых условий производства при соответствующих обоснованиях.

Таблица П.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 (мас-совое)	45...55	75...85
Среднесерийное	55...65	85...95
Мелкосерийное и единичное	65...75	95...105

Примечание. Большие значения норм следует применять для цехов и участков (отделений), производящие обработку и сборку крупногабаритных деталей и изделий.

Таблица П.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
та же, массой свыше 10 т	1800...1400
Сборочные цехи	2000...1800

Примечания:

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.
2. Для механосборочных цехов количество уборщиков определяется путем суммирования потребного количества уборщиков для механического и сборочного отделений.

Таблица П.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 П.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 П.2.15 – Данные для расчета младшего обслуживающего персонала (МОП)

Цехи	Тип производства	Количество МОП рабочих, % при по отношению к численности количество 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
	Крупносерийное (массовое)	1,0...1,2	0,8...1,0	0,6...0,8	0,4...0,6
Сборочные	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
	Крупносерийное (массовое)	1,1...1,3	0,9...1,1	0,8...1,0	0,6...0,8
Механо-сборочные	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 П.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
Механо-сборочные	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 П.3.1 – Строительные элементы

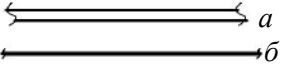
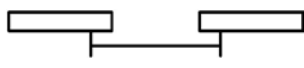
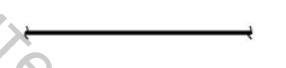




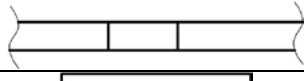
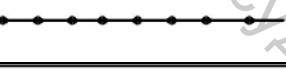
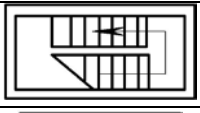


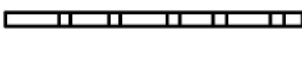

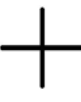
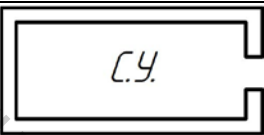
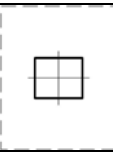

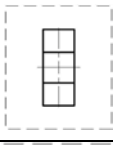
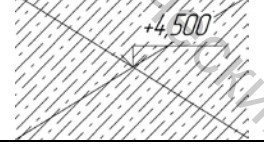

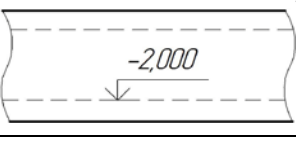

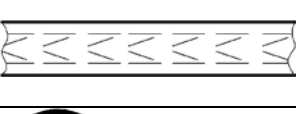
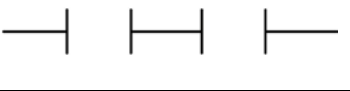


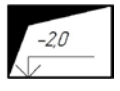
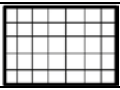
Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Капитальная стена <i>a</i> – на планировках <i>б</i> – на компоновках		Ворота или двери подъемные
	Перегородка всех типов на компоновках		Ворота или двери раздвижные (откатные двупольные)
	Перегородка остекленная		Двери или ворота створные однопольные
	Перегородка из стеклоблоков		Проем в перегородке или стене
	Перегородка сетчатая		Лестница
	Металлическая перегородка из листа		Трансформаторная подстанция
	Барьер		Центральный распределительный пункт (буквы ЦРП), распределительный пункт (РП), распределительное устройство (РУ)
	Колонна здания на компоновках		Санитарный узел (буквы СУ), тепловой узел (ТУ), вентиляционная камера (ВК)
	Колонны железобетонные (прямоугольная)		Подвал с отметкой пола подвала
	Колонны железобетонные (двухветьевая)		Антресоли, вентплощадки, балконы
	Колонная металлическая (двутаврового сечения)		Канал с отметкой его пола
	Колонная металлическая (прямоугольного сечения)		Канал для транспортировки стружки
	Проем для ворот и дверей во всех стенах на компоновке		Люк, проем в пол, в перекрытие или кровлю
	Ворота распашные или двери отворные двупольные		Приямок с отметкой пола приямка
			Трап напольный (решетка)

Таблица П.3.2 – Технологическое оборудование и другие условные обозначения

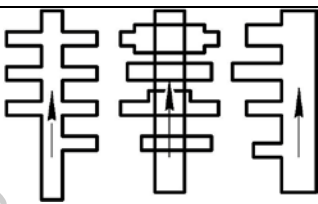
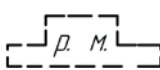
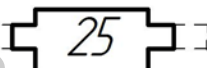
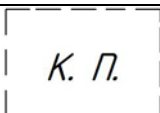
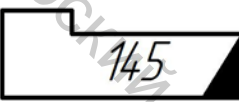

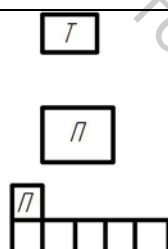


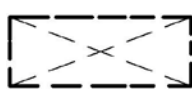



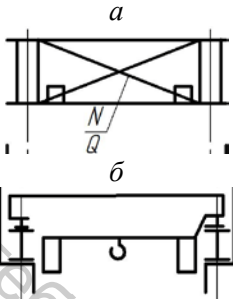
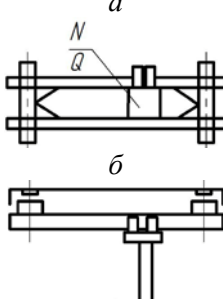
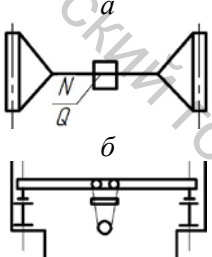
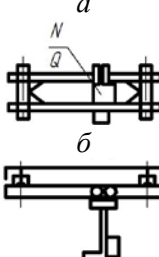
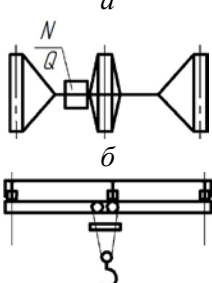
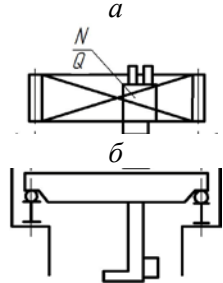
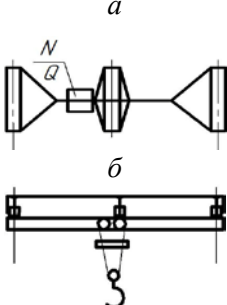
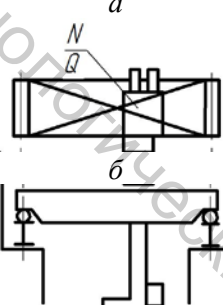
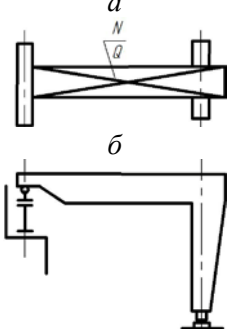
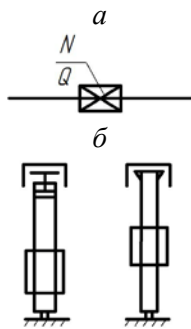
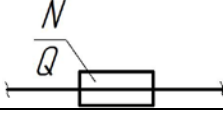
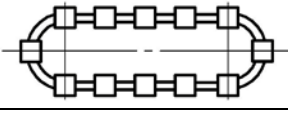
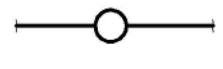

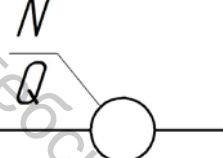


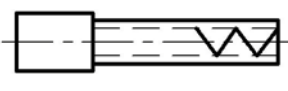

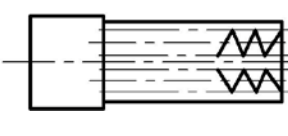
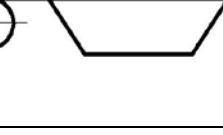
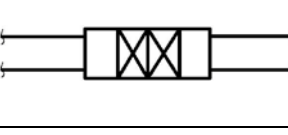
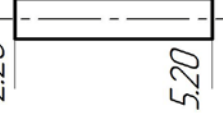
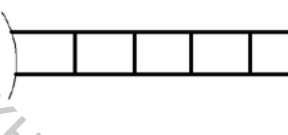

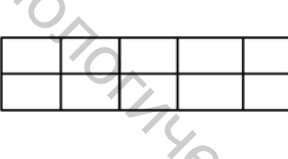

Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	Автоматическая линия		Резервное место оборудования
	Технологическое оборудование с номером по плану		Контрольный пункт
	Непереустанавливаемое технологическое оборудование, существующее в цехе		Границы цеха, отделения, участка (не огороженная)
	Оргоснастка, номер 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 П.3.3 – Подъемно-транспортное оборудование

Обозначение	Элемент	Обозначение	Элемент
	<p>Кран мостовой электрический (N – номер крана, Q – грузоподъемность) a – в плане, $б$ – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный управляемый с пола a – в плане, $б$ – в разрезе</p>
	<p>Кран однобалочный опорный a – в плане, $б$ – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер подвесной электрический однопролетный управляемый из кабины a – в плане, $б$ – в разрезе</p>
	<p>Кран подвесной электрический однобалочный однопролетный с электроталью a – в плане, $б$ – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер опорный электрический управляемый с пола a – в плане, $б$ – в разрезе</p>
	<p>Кран подвесной электрический однобалочный многопролетный с электроталью a – в плане, $б$ – в разрезе</p>		<p>Кран-штабелер опорный электрический управляемый из кабины a – в плане, $б$ – в разрезе</p>
	<p>Кран полукозловой с крановой тележкой a – в плане, $б$ – в разрезе</p>		<p>Кран штабелер стеллажный опорный или подвесной a – 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>
	<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>

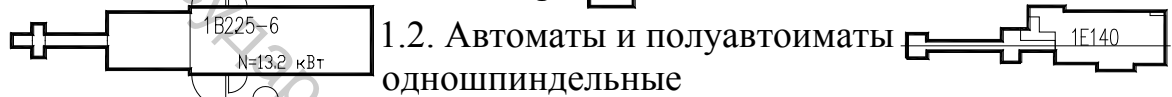
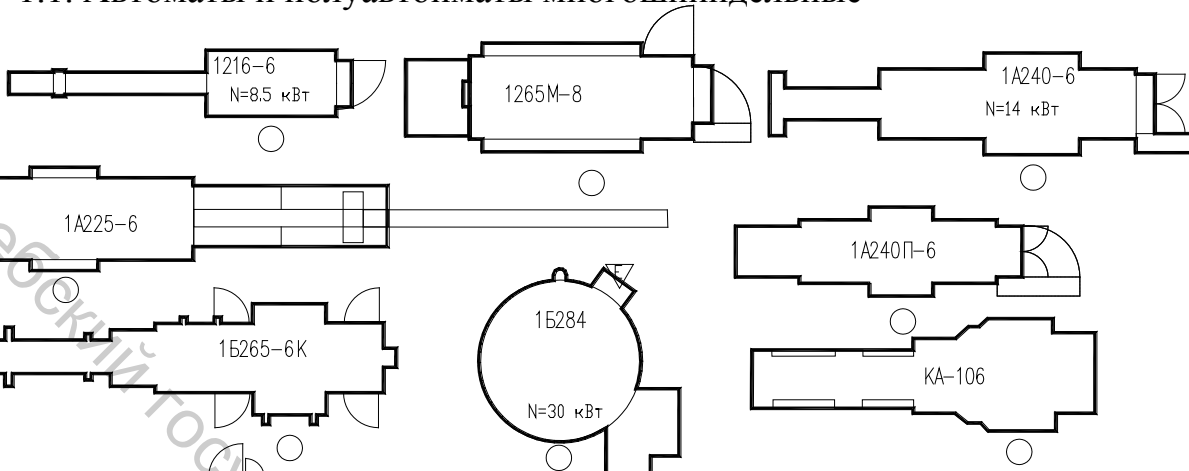
Окончание таблицы П.3.3

	Монорельс с талью в плане		Конвейер горизонтально-замкнутый в плане
	Электроинструмент на монорельсе в плане		Конвейер вертикально-замкнутый одноцепной в плане
	Подъемник пневматический на монорельсе в плане		Конвейер вертикально-замкнутый двухцепной в плане
	Элеватор в плане		Конвейер одновинтовой (одношнековый) в плане
	Конвейер подвесной цепной в плане		Конвейер двухвинтовой (двухшнековый) в плане
	Конвейер толкающего типа с неприводным отводом в плане		Каретка-оператор в плане
	Вертикальный подъем (спуск) трассы подвесных конвейеров всех типов с указанием отметок трассы в плане		Стеллаж многоярусный однорядный в плане
	Приводная станция подвесных конвейеров в плане		Стеллаж многоярусный двурядный в плане
	Склиз (скат, желоб) в плане		

ГАБАРИТНЫЕ ПЛАНЫ НЕКОТОРЫХ СТАНКОВ

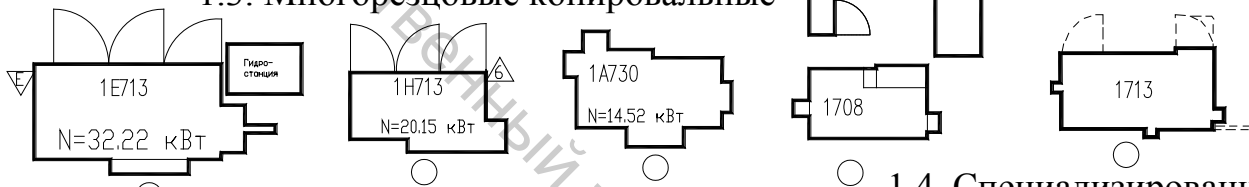
1. Токарные

1.1. Автоматы и полуавтоматы многшпиндельные



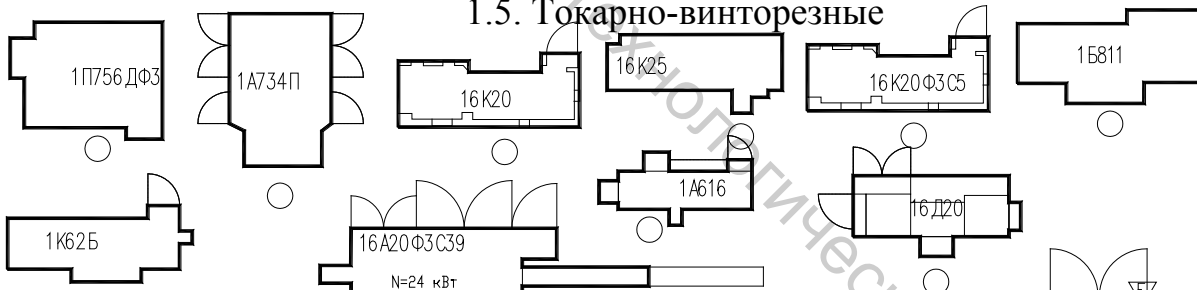
1.2. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные

1.3. Многорезцовые копировальные



1.4. Специализированный

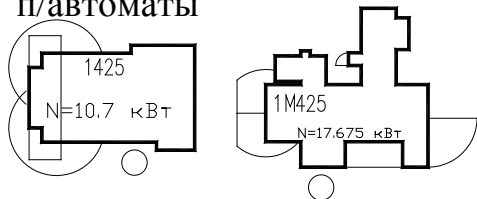
1.5. Токарно-винторезные



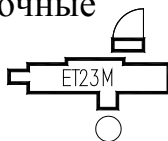
1.6. Токарно-револьверные



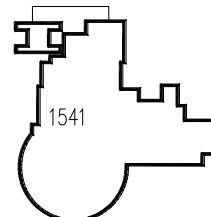
1.7. Токарно-револьверные п/автоматы



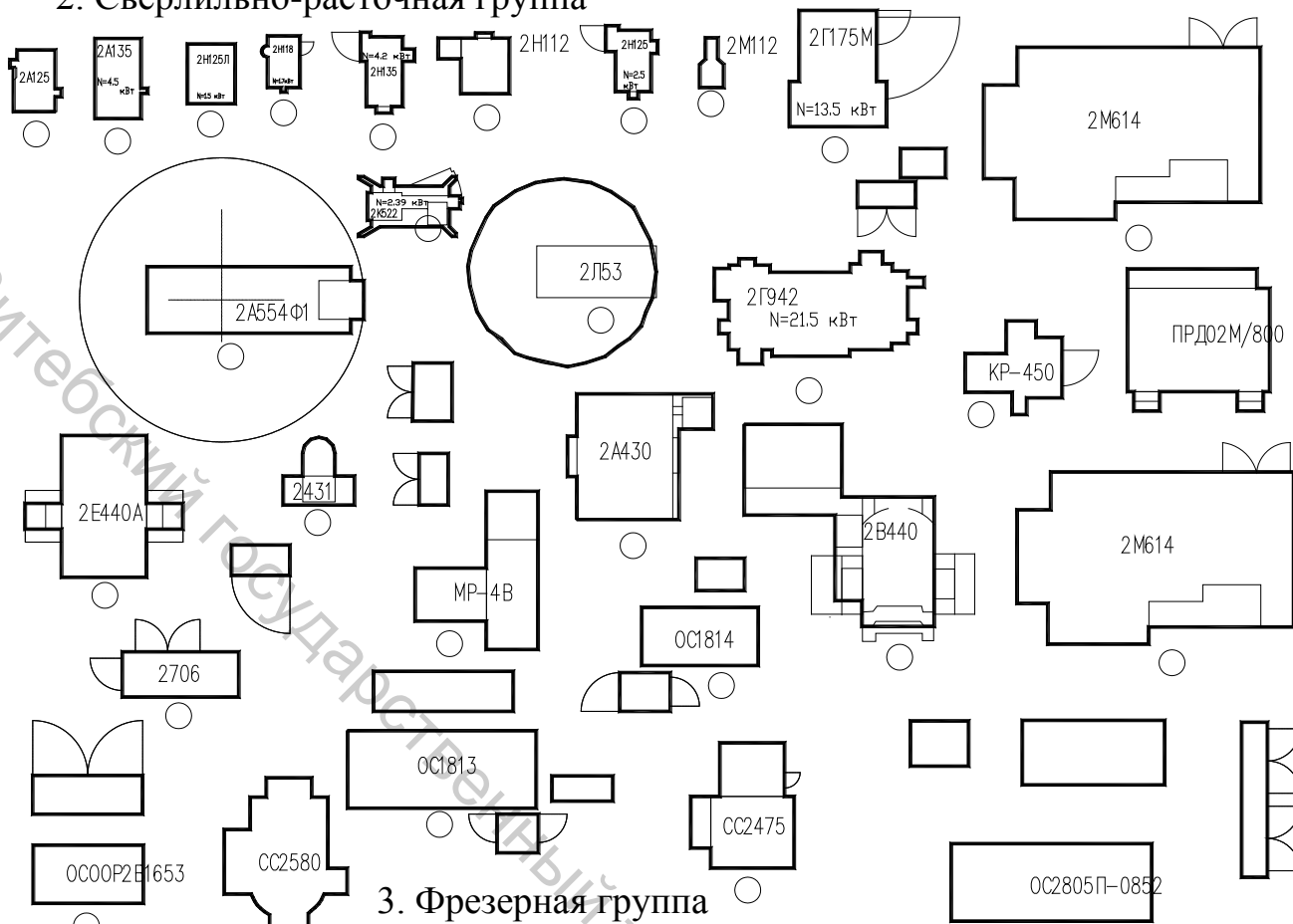
1.8. Токарно-канавочные



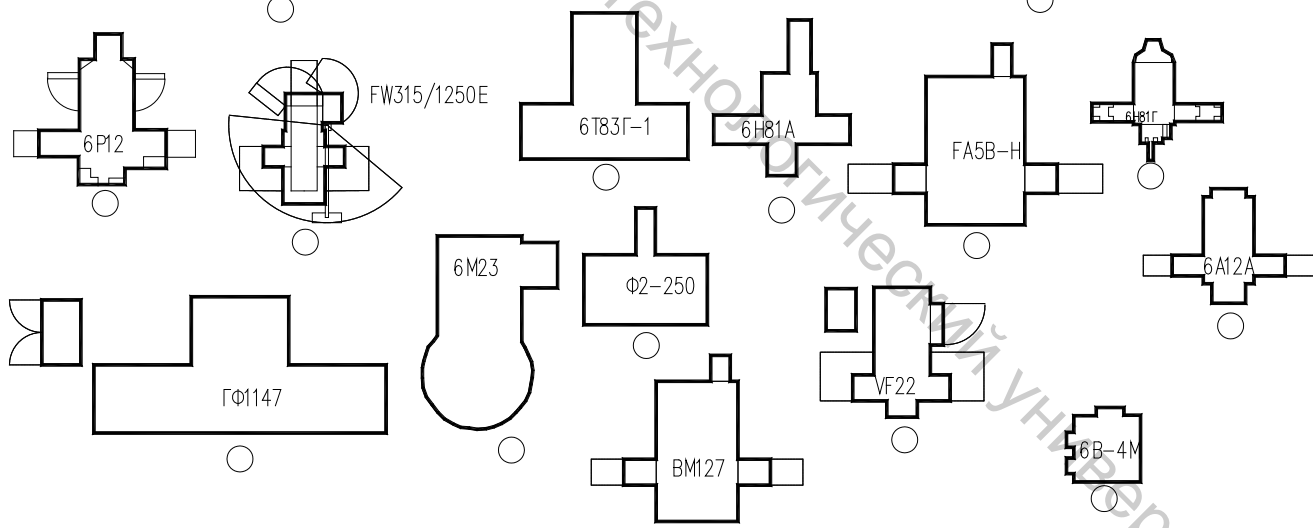
1.9. Токарно-карусельный



2. Сверлильно-расточная группа



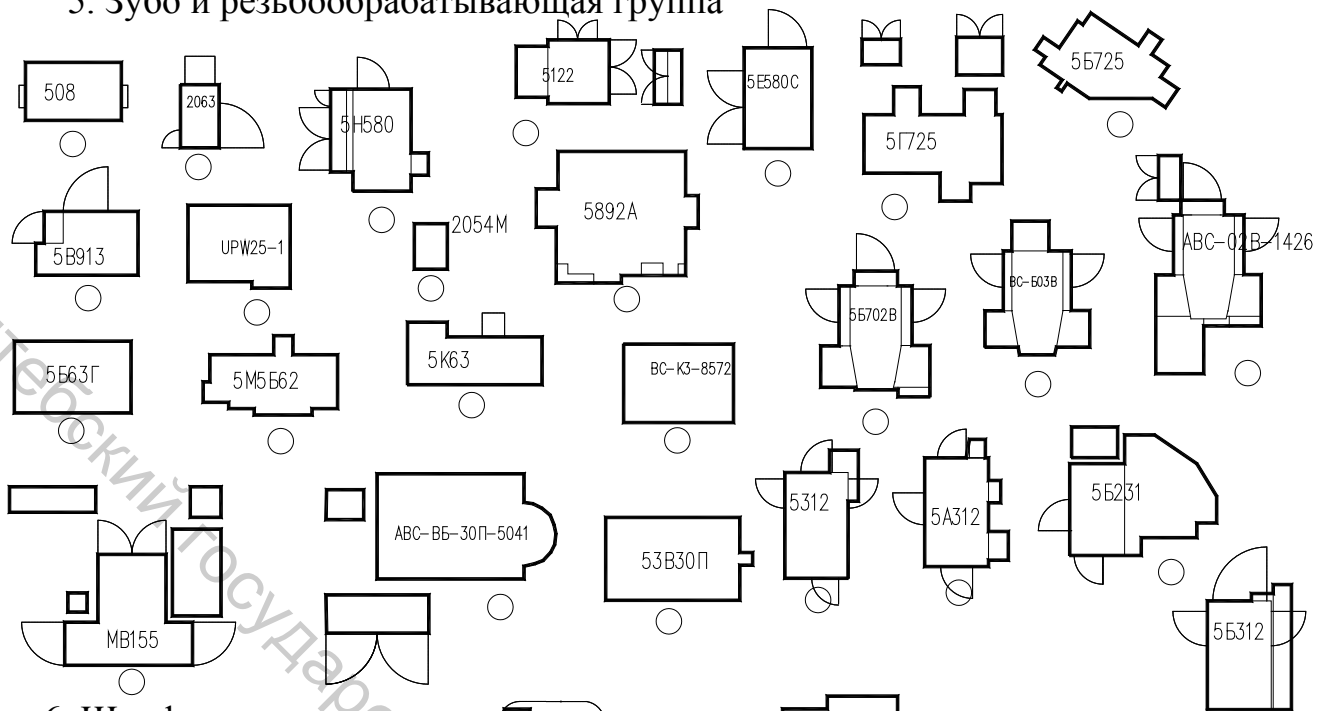
3. Фрезерная группа



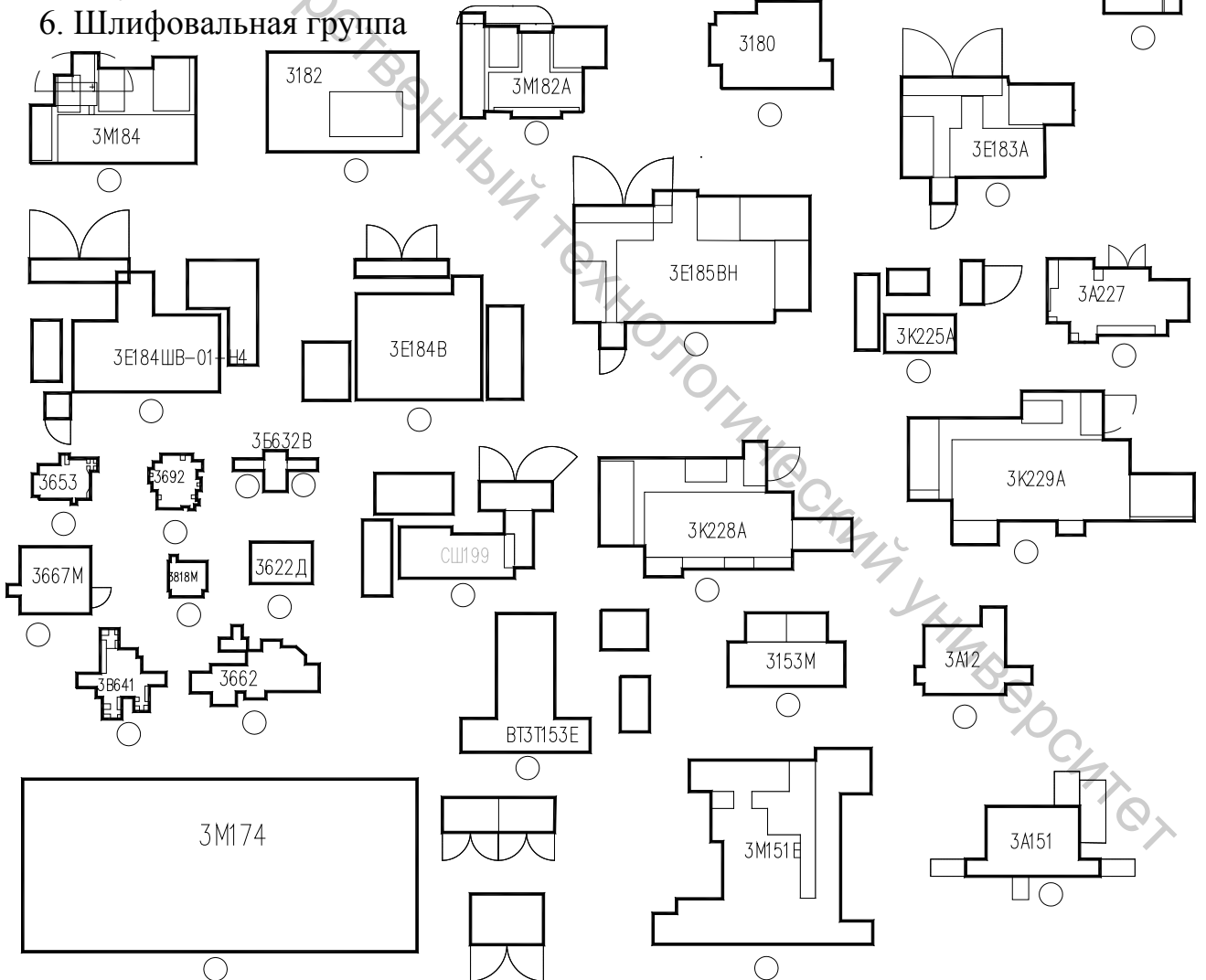
4. Строгальная, долбежная, протяжная группа

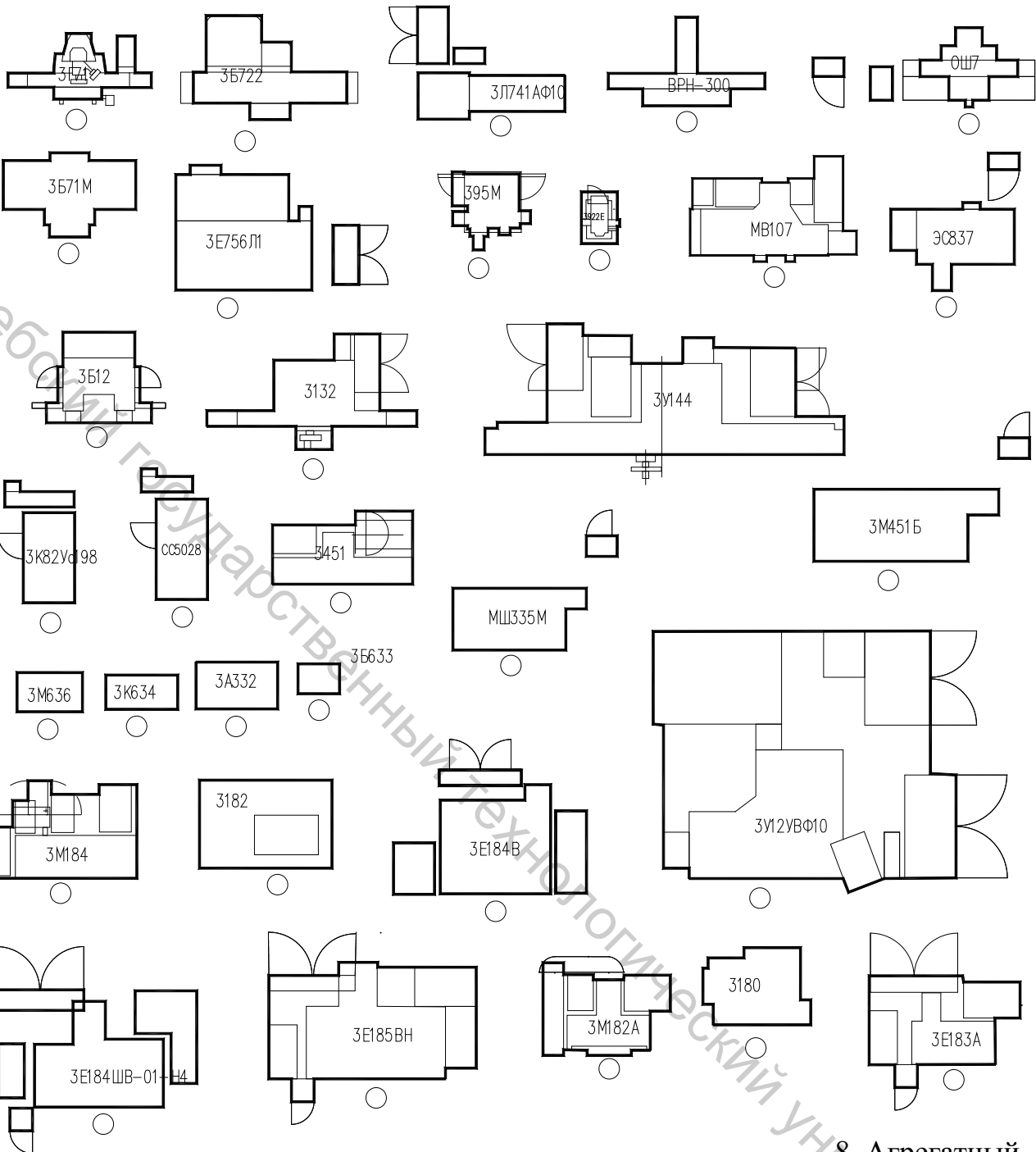


5. Зубо и резьбообрабатывающая группа

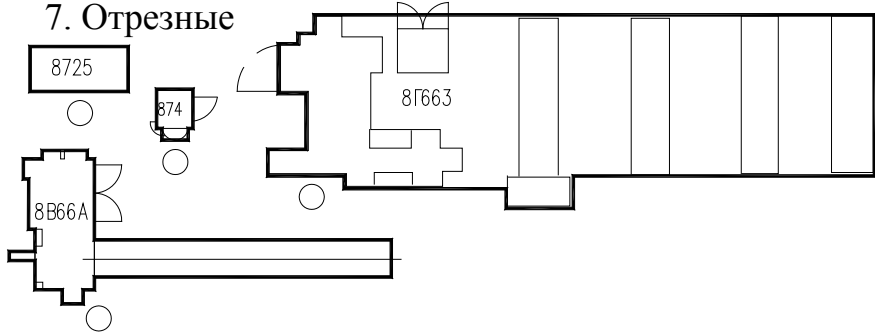


6. Шлифовальная группа





7. Отрезные



8. Агрегатный

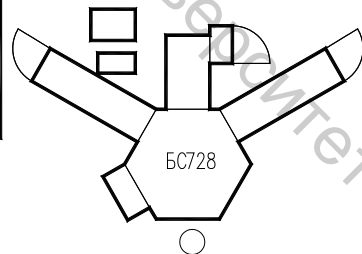


Таблица П.4.1 – Габариты и мощности некоторых станков

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	2100x	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 П.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
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 Ветикально-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 П.4.1

1	2	3
3.4 Карусельно-фрезерные		
6M23	2975x2090x3300	14
3.5 Продольно-фрезерные одностоечные		
ГФ1147	4500x2100x1900	50
3.6 Разные		
6B-4M	1165x1140x2336	0,6
3.6 Вертикально-фрезерные		
BM127	2560x2260x2430	14,2
Ф2-2502	1900x1800x1800	5,7
VF22	2000x1500x2100	12,02
6A12A	1765x2315x1950	6,84
FSS315E	1800x1990x2700	8
65A80ПМФ4-11	3755x5650x4100	33,53
4 Строгальная, долбежная, протяжная группа		
4.1 Долбежные		
7A420	2300x1270x2175	3,8
7403	1460x2980x3010	14,12
4.2 Поперечно-строгальные		
7Д37	3700x1850x1980	11,1
4.3 Протяжные горизонтальные		
7B56	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		
5H580	1785x1160x560	2,1
5.3 Зубодолбежные		
5122	2700x1100x1945	3
5.4 Зубозакругляющие		
5E580C	1785x1160x1870	4,91
5.5 Зубоотделочные, поверочные и обкатные		
5B725	2000x1550x1750	5
5Г725	2160x1750x1900	5,4
5.6 Зубошевинговальные		
BC-B03B	2260x1265x1930	3,2
5B702B	1950x1600x2130	5,1
ABC-02B-1426	2600x1600x2120	4,97
5.7 Зубошлифовальные		
5892A	2750x1820x1990	3,45
5.8 Разные		
5B913	1600x1000x2200	6,5
5.9 Резьбонакатные станки		
UPW25-1	1600x1300x1000	9,85
5.10 Резьбонарезные		
2054M	675x770x1550	0,72
5.11 Резьбофрезерные		
5K63	2105x1125x1130	1,5
5M5B62	2105x1125x1130	2
5B63	1825x1125x1675	5,75
5.12 Резьбошлифовальные		
MB155	2800x3490x1780	7,5

Продолжение таблицы П.4.1

1	2	3
5.13 Зубофрезерные		
ABC-ВБ-30П-5141	3600x2500x2700	41
BC-K38572	1720x1230x2140	2,81
53В30П	2300x1300x1950	7,1
5312	2000x1150x2120	10,4
5А312	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
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
6.5 Плоскошлифовальные с круглым столом		
3Л741АФ10	2860x2200x2660	15,82
ВРН-300	3050x1720x2120	8,37
ОШ7	1550x2570x1960	3
3Б71М	2600x1550x1960	3
3Е756Л1	3650x2415x3000	68
6.6 Разные		
395М	1680x1622x2000	2,58

Окончание таблицы П.4.1

1	2	3
3992E	870x900x2140	1,37
МВ107	3158x2000x1455	0,6
ЭС837	2405x1580x1505	16,62
6.7 Универсально круглошлифовальные		
3Б12	2600x1755x1750	7
3132	4100x2200x1720	10
3У144	6920x2585x1985	14
6.8 Хонинговальные		
3К8Ус198	2350x1500x3440	12
СС5028	2420x1500x3440	15,48
6.9 Шлицешлифовальные		
3451	2600x1513x1900	6,27
МШ335М	2600x1200x1800	13,55
3М4516	3600x1400x1800	8
6.10 Шлифовальные с ЧПУ		
3У12УВФ10	2260x1680x1780	11
6.11 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

Приложение 5

НОРМЫ ШИРИНЫ ПРОЕЗДОВ И РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ РЯДАМИ СБОРОЧНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

Расположение проезда	Способ транспортировки																		
	Мостовыми кранами						Электротележками (электрокарами)						Вильчатыми электропогрузчиками						
	Размеры транспортируемых узлов или изделий в мм																		
	До 800		До 1500		До 300		Характер движения	До 800 (до 1 т)		До 1500 (до 3 т)		До 2000 (до 5 т)		До 800 (до 0,5 т)		До 1500 (до 1 т)		До 2000 (до 3 т)	
А	Б	А	Б	А	Б	А		Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	
Между тыльными сторонами	2000	2500	2500	3000	—	—	Одностороннее	2000	2500	2500	3000	3000	3500	2500	3000	3000	3500	4000	4500
Между боковыми сторонами	2000	2500	2500	3000	—	—	Двустороннее	3000	3500	3500	4000	4000	4500	3500	4000	4000	4500	5000	5500
Между фронтами двух линий	2000	4000	2500	4500	—	—	Одностороннее	2000	4000	2500	4500	3000	5000	2500	4500	3000	5000	4000	6000
Между монтажными стенами	2500	3000	3000	3500	4000	4500	Одностороннее	2500	3000	3000	3500	3500	4000	3000	3500	3500	4000	4500	5000

Примечания: 1. Под размером транспортируемых узлов или изделий следует понимать размер в направлении, перпендикулярном проезду, то есть по ширине проезда, а в тех случаях, когда узлы или изделия транспортируются в таре, следует брать размер тары. 2. Ширина проездов при транспортировке электропогрузчиками дана с учетом возможности их поворота на 90°. 3. При размере узлов свыше 1,5 м или изделий свыше 3 м ширина проезда и расстояние между рядами рабочих мест назначаются индивидуально для каждого конкретного случая. Рекомендуется применять одностороннее движение; двустороннее движение допускается только при особой необходимости и соответствующем обосновании.

Учебное издание

Беляков Николай Владимирович
Горохов Вадим Андреевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ

Редактор *В.И. Ольшанский*
Корректор *Е.М. Богачёва*
Технический редактор *А.А. Угольников*
Компьютерная верстка *Н.В. Беляков*

Подписано к печати _____. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов _____. Уч.-изд. листов _____.
Тираж _____ экз. Заказ № _____.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет»
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.