Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Ш.Г. Насыров, В.И. Юршев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение

Оренбург
2019

УДК 658.5 : 621.0(07)

ББК 34.5 я73

Н32

Рецензент – доктор технических наук, профессор, директор АКИ А.И. Сердюк

Насыров, Ш.Г.

Н 32 Проектирование и организация специализированных цехов и участков в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ш.Г. Насыров, В.И. Юршев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019.
ISBN 978-5-7410-2328-0

Изложены методы и принимаемые решения при проектировании специализированных цехов и участков машиностроительного производства.

Предназначено для магистров, обучающихся по направлению 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Повышение износостойкости и восстановление деталей».

УДК 658.5: 621.0(07)

ББК34.5 я 73

© Насыров Ш.Г,
Юршев В.И., 2019

ISBN 978-5-7410-2328-0

© ОГУ, 2019

Содержание

Введение 6

Основные термины и определения 9

Сокращения и условные обозначения 14

Часть I Структура промышленного производства 15

1.1 Основы производственного процесса 17

1.2 Рабочее место, рабочая позиция, цех, производственная система 18

1.3 Проектирование – способ решения проблем производства 21

1.4 Пять типовых вариантов проектирования производства 23

Часть II Этапы и методика проектирования 25

2.1 Основные задачи проектирования 28

2.2 Предпроектные работы, аванпроект 29

2.3 Алгоритм выполнения работ при проектировании 31

2.4 Типы и организационные формы производственных процессов 33

Часть III Расчет параметров основного производства 37

3.1 Формы представления исходных данных 37

3.2 Годовая производственная программа и ее расчет 38

3.3 Определение количества основного оборудования 38

3.4 Проектирование по точной программе 39

3.5 Расчет трудоемкости по приведённой программе производства 41

3.6 Проектирование по условной программе производства 44

3.7 Проектирование по отраслевым или экспериментальным данным 45

3.8 Расчет годового фонда рабочего времени 46

3.9 Расчет станкоёмкости и трудоёмкости обработки 47

3.10 Состав и количество оборудования основной системы 50

3.11 Компоновки оборудования основной системы 54

3.12 Состав и расчет штата работающих в цехе (участке) 55

3.13 Производственные рабочие..... 56

3.14 Расчёт числа вспомогательных рабочих 60

3.15 Расчёт численности ИТР, служащих и МОП 61

3.16 Сводная ведомость общего состава работающих 63

Часть IV Специализированные цеха и участки 65

4.1 Заготовительные цеха 65

4.2 Ковочно-кузнечные цеха и участки 68

4.3 Литейные цеха и участки 69

4.4 Проектирование заготовительных цехов и участков 71

4.5 Проектирование цехов и участков металлоконструкций 73

Часть V Обрабатывающие цеха и участки 76

5.1 Проектирование механических, механосборочных цехов (участков)..... 77

5.2 Проектирование цехов и участков тепловой обработки 99

5.3 Планировка оборудования в термических цехах 118

5.4 Проектирование окрасочных цехов и отделений 118

5.5 Проектирование цехов (участков) покрытий (металлических, гальванических, плазменных и др.) 130

5.6 Проектирование цехов (участков) консервации и упаковки 136

Часть VI Проектирование вспомогательных цехов 139

6.1 Проектирование инструментального производства 139

6.2 Проектирование ремонтно-механических цехов и участков 143

Часть VII Обслуживающие подразделения 150

7.1 Транспорт, логистика 150

7.2 Железнодорожный, автомобильный, тележечный транспорт 153

7.3 Крановое оборудование 155

7.4 Подвесной транспорт 158

7.5 Напольные конвейеры и транспортеры 162

7.6 Складское хозяйство 166

7.7 Энергетические системы 171

Часть VIII Здания и сооружения 173

8.1 Архитектурно-строительные решения. Промышленные здания 174

8.2 Элементы промышленных зданий 186

8.3 Проектирование бытовых и служебных помещений 194

8.4 Компоновка и планировка цехов и участков 202

8.5 Планировка цеха (расположение оборудования и рабочих мест) 205

Список использованных источников 219

Приложение А 221

Приложение Б 222

Приложение В 223

Введение

Машиностроение – важная отрасль народного хозяйства России. В общем промышленном выпуске ее доля около 20 %. От эффективности машиностроительного комплекса зависят практически все отрасли экономики.

Проектирование предприятий машиностроения достаточно сложный многостадийный процесс, регулируемый Градостроительным Кодексом РФ, федеральными законами: ФЗ №3 84 и ФЗ № 123, ГОСТ Р 21.1101-2013, отраслевыми нормами технологического проектирования предприятий машиностроения: ОНТП 09-93, ОНТП 14-93, ОНТП-15-93, сводами правил по проектированию и строительству (СП), строительными нормами и правилами Российской Федерации (СНиП). Поэтому при проектировании требуется определенный уровень знаний нормативной документации, владение основными принципами и методиками расчета параметров и оценки эффективности предлагаемых решений.

Организация любого производства на основе технологического процесса (метода обработки) предполагает выполнение определенного объема работ по проектированию специального подразделения, обеспечивающего определенный объем выпускаемой продукции - предприятие, (завод), цех, участок.

Целью учебного проектирования является изучение основ и получение практического опыта проектной работы. Проектирование производственной единицы позволяет почувствовать проблемы выбора при недостаточности исходной информации, научится думать, искать и находить приемлемые решения, определиться какой из этапов такой работы соответствует желаниям, способностям и удовлетворяют творческие потребности личности.

Фактически это последний этап, позволяющий определиться с выбором своего места в профессии, оформление допуска (пропуска) в самостоятельную жизнь.

Каждый этап проектирования имеет определенные, наработанные практические решения. Как правило, над проектом работает коллектив специалистов различного профиля, имеющих соответствующее образование, опыт и умения коллектив-

ной работы, способность и возможность согласовать индивидуальные результаты превращая теоретическую разработку в новую самостоятельную, работоспособную производственную единицу.

Одной из особенностей процесса проектирования - строгая последовательность этапов проектирования. Каждый этап, имеющий свои особенности, как правило, относится к определенной области науки и практики, имеет отличную от других теоретическую и методическую базу, без знания которых продолжение невозможно. Часто в процессе работы меняется объект проектирования. В этом еще одна особенность проектирования.

Надо иметь в виду, что выделение основных блоков проектирования определяется профилем и специальностями кафедры. Поэтому углубленные исследования, производимые расчеты и направления формирования индивидуальных решений задаются кафедрой. Область знаний формируемых кафедрой МТМ является материаловедение и технологии материалов – научные представления о методах получения и обработки, проще говоря, именно технологии являются главными объектами разработки в процессе проектирования. Решения, принимаемые по другим блокам, носят более общий характер и показывают, как студент ориентируется в других областях знаний.

Следует иметь в виду, что и основные, и вспомогательные подразделения предприятий часто являются самостоятельными организационными единицами (малыми предприятиями), имеющими в своем составе все необходимое для выполнения определенных технологических процессов и изготовления определенных элементов изделий, агрегатов, а иногда изделий. В связи с этим проектирование основных и вспомогательных цехов представляют собой, вполне самостоятельную часть проекта всего предприятия. Эти обстоятельства определили структуру данного пособия.

В первой части учебного пособия приводится общая структура современного промышленного производства,

Во второй – этапы и методика проектирования при решении проблем совершенствования промышленного производства.

В третьей - общая методология процесса проектирования производства, представляющая собой структуру задач и принципов их решения, при проектировании основных производственных подразделений машиностроительного предприятия.

В четвертой – приводятся особенности проектирования каждого вида специализированного промышленного подразделения (цеха или участка) заготовительного, обрабатывающего или вспомогательного.

В пятой – описаны структура технологий, используемых в обрабатывающих цехах, особенности учет которых необходим при проектировании конкретного цеха или участка.

В шестой – показана роль, назначение и особенности проектирования вспомогательного (инструментального и ремонтно-механического) производства.

В седьмой – приведены конструкции, условия и эффективность применения, описания принципов расчета транспортного и складского хозяйства производства. Состав, роль и основные требования к энергетическому обслуживанию производственных цехов и участков.

Завершающая восьмая часть - посвящена вопросам компоновочно-планировочного оформления проекта и принимаемых строительных решений при проектировании промышленного производства.

Основные термины и определения

Аванпроект – это технические предложения, первоначальный этап полномасштабной разработки особо сложных систем, определяющий в общем виде возможные варианты нового конструктивные, схемные решения будущего объекта разработки, включающий пояснительную записку, необходимые схемы расчеты, чертежи, макеты, а также проект технического задания на проектирование.

Базовая информация – документация на изделия или детали, плановые здания.

Высота пролёта – расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

Вспомогательное оборудование – это оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления выпускаемой продукции, но выполняющее обслуживание основного оборудования.

Вспомогательные цехи – выполняют функции технического обеспечения предприятия в целом.

Вспомогательные участки – места, где осуществляется подготовка основного производства, ремонт, контроль качества, склады и санитарно-бытовые помещения.

Вспомогательные процессы – служат для бесперебойного выполнения технологических процессов.

Вспомогательные рабочие – это рабочие, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению производственной программы выпуска продукции, а занятые обслуживанием технологических процессов.

Внутриотраслевое взаимодействие – взаимодействие работников структурных единиц отрасли при решении перспективных и текущих производственных задач.

Генеральный план – план расположения всех зданий, сооружений и устройств, увязанный с технологическим процессом производства изделий, с особенностями рельефа местности.

Грузопоток – сумма грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определённом направлении между пунктами погрузки и выгрузки в единицу времени (час,

смену, сутки и т.д.).

Групповая форма организации процесса обработки – запуск в производство периодически или со значительными перерывами одинаковых или похожих (по операциям техпроцесса) заготовок.

Инженерно-технические работники (ИТР) – работники, выполняющие обязанности по управлению, организации и подготовке производства, занимающие должности с квалификацией инженера или техника.

Интенсивность грузопотока - число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

К конторским помещениям - относится площадь административно-конторских служб цеха, включая площадь конструкторских и технологических бюро

Компоновка – это чертеж с изображением в плане производственных, вспомогательных, складских, энергетических и конторско-бытовых помещений, а также примыкающих цехов и служб завода, расположенных в корпусе или части блока, без пространственного размещения оборудования.

Компоновка цеха – взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха.

Логистика промышленного производства – снабжающе-транспортирующая система подразделений промышленного производства.

Магистральные проезды служат для движения автопогрузчиков, грузовых автомобилей и уборочных машин в цехах (ширина не менее 4,0 м).

Младший обслуживающий персонал – охрана, гардеробщики и уборщики бытовых и конторских помещений.

Непрерывно-поточные, однопредметные линии – перемещение заготовок, применяющееся при обработке в массовом производстве.

Общая площадь цеха – сумма производственной и вспомогательной площади цеха (без служебно-бытовой площади).

Организационная форма производственного процесс.:

Основное производственное оборудование, выполняет обработку деталей, выпускаемой продукции предприятия.

Основные производственные цеха – цеха (участки) выполняющие работы по изготовлению заготовок, обработки деталей, сборки товарной продукции.

Основные производственные цеха:

– заготовительные (литейные, кузнечные, прессовые и др.);

– обрабатывающие (механические, термические, гальванические и др.);

– сборочные.

Отрасль **–** это система промышленных предприятий, выпускающих схожую продукцию, имеющих похожее или одинаковое сырье, технологию, оборудование; включающая структуру научных, научно-исследовательских, технологических, проектных, проектно-технологических, экономических институтов, центров, лабораторий и систему высших и средних специализированных учебных заведений для подготовки кадров.

Переменно-поточные или групповые поточные многопредметные линии **–** применяются в серийном производстве.

Планировка – это графическое изображение на плане всего технологического и вспомогательного оборудования, рабочих мест, проездов, проходов, подземных сооружений и инженерных сетей, предназначенных для обслуживания технологических процессов.

Планировка цеха – взаимное расположение оборудования и других производственных средств и устройств на площадях цеха.

Площадь бытовых помещений – предназначена для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе.

Показатели отраслевой отчетности **–** регулярная (ежемесячная, квартальная, годовая и др.) отчетность в отрасли, используемая для определения текущего состояния производства, выявления проблем и перспектив, подведения итогов**.**

Поточная форма обработки – непрерывное или ритмичное перемещение обрабатываемых изделий с операции на операцию в порядке последовательности их выполнения.

Программа производства – точная, приведённая или условная.

Производственные рабочие – это рабочие основного производства, непосредственно выполняющие операции изготовления продукции.

Производственная площадь – сумма площади, занимаемые рабочими позициями (местами), вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами (кроме площади магистрального проезда).

Производственная программа – перечнем продукции, которая должна быть изготовлена цехом за установленный период (год, квартал, месяц), в натуральных (шт.), ценностных (р.) единицах и единицах массы (т, кг).

Производственный процесс – это совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов.

Производство – комплекс производственных процессов, направленных на изготовление определенной продукции.

Производственные цеха, отделения и участки – предназначены для непосредственно осуществления технологических процессов.

Производственные участки – объединения нескольких рабочих мест или позиций, на которых происходит изготовление полуфабриката, детали или полностью изделия.

Пролёт – часть производственного здания, ограниченную в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн.

Промышленное предприятие (завод) – производственно-хозяйственная единица, занятая производством промышленной продукции.

Рабочее место, рабочая позиция – это специально оборудованное часть промышленной площади, где выполняется та или иная работа (в автоматизированном производстве – рабочая позиция).

Режим работы – определенный, строго установленный порядок работы на предприятии.

Руководящая информация – типовые или специальные технологические процессы, нормативные материалы на технологическое оборудование и оснастку, клас-

сификаторы на оборудование , технологические процессы различных методов обработки, классификаторы видов работ и профессий.

Служащие – работники, выполняющие административно-хозяйственные функции, ведущие финансирование, статистический учёт, решающие социально-бытовые и подобные вопросы.

Служебно-бытовые площади цеха предназначены для размещения конторских и бытовых помещений.

Справочная информация – данные о технологических процессах обработки заготовок, о прогрессивных методах обработки, содержащиеся в каталогах и справочниках, методики оценки технико-экономической эффективности, типовые каталоги компоновок и планировок оборудования участков и цехов.

Станкоёмкость – затраты штучного или штучно-калькуляционного времени на выполнение операции (станко-час).

Такт выпуска – длительность периода выпуска готовой продукции.

Технологический процесс – часть производственного процесса, связанная с качественным изменением состояния объектов производства.

Трудоёмкость – величина затрат живого труда на изготовление единицы продукции в человеко-часах.

Фонд рабочего времени – система экономико-статистических показателей, определяющих ресурсы рабочего времени (работников, оборудования) в границах предприятия или его подразделения.

Цех – подразделение промышленного производства, обособленное в административно-хозяйственном отношении.

Шаг колонн – расстояние между осями колонн в продольном направлении. (6, 9, 12 м).

Ширина пролёта – расстояние между осями колонн в поперечном направлении (9,18, 24, 30, 36 м).

Сокращения и условные обозначения

АКИ – Аэрокосмический институт

ГАЗ – гибкий автоматизированный завод

ГАЛ – гибкая автоматизированная линия

ГАУ – гибкий автоматизированный участок

ГАЦ – гибкий автоматизированный цех

ГПС – гибкие производственные системы.

ГПМ – гибкий производственный модуль

ЕСТПП – единая система технологической подготовки производства

ИТР – инженерно-технический работник

К – коэффициент

Кафедра МТМ – кафедра материаловедения и технологии материалов

$К_з$ – коэффициент загрузки оборудования

$К_{з.о}$ – коэффициент закрепления операций

МОП – младший обслуживающий персонал

ОКОНХ – Общесоюзный классификатор «Отрасли народного хозяйства»

ОНТП – отраслевые нормы технологического проектирования

СНиП – строительные нормы и правила

СОЖ – смазочно-охлаждающие жидкости (отделение для приготовления)

СП – сводами правил по проектированию и строительству

Спр – число оборудования основной системы

ТБ – техника безопасности

ТО – технологическая оснастка(по контексту)

ТО – термообработка (по контексту)

Тпр – проектная станкоёмкость

ТЭО – технико-экономическое обоснование

Fд – действительный фонд времени

ФЗ – федеральный закон

ЦЗЛ – центральная заводская лаборатория

ЦИС – центральный инструментальный склад

Часть I Структура промышленного производства

Машиностроительное производство (предприятие, завод) состоит из цехов, служб и хозяйств (рисунок 1.1).

Цех – подразделение производства, обособленное в административно-хозяйственном отношении и выполняющее функции по изготовлению продукции либо функцию технического или хозяйственного обслуживания. По наиболее распространенной классификации цехи разделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие (хозяйства).

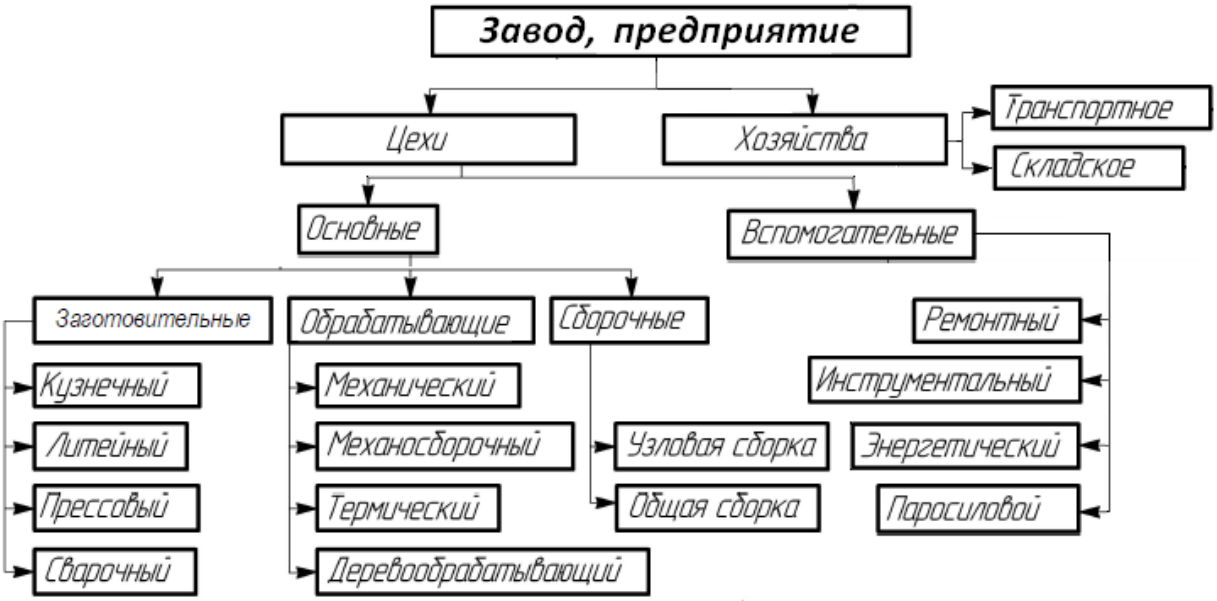


Рисунок 1.1 – Структура машиностроительного производства

Производственный цех представляет собой производственное, административно-хозяйственное обособленное подразделение предприятия.

Основной производственный процесс включает три стадии: заготовительную, обрабатывающую и сборочно-доводочную. Соответственно этому основные цехи подразделяются на заготовительные, обрабатывающие и сборочные.

К заготовительным относят литейные, кузнечные, прессовые, раскройно-заготовительные (правка, резка различных материалов и др.).

К обрабатывающим относятся цехи, связанные с изменением форм, размеров и физико-механических свойств заготовок для основного производства: механические, металлоконструкций, термические, металлопокрытий (гальванические), окрасочные, деревообрабатывающие и др.

Сборочными являются цехи узловой и общей сборки с испытательными станциями и сварочно-сборочные цехи.

Вспомогательные цехи выполняют функции технического обслуживания основного производства. К ним относятся: инструментальные, модельные, ремонтно-механические, электроремонтные, экспериментальные и др.

Обслуживающие включают в себя цехи и устройства, выполняющие функции хозяйственного и частично технического обслуживания завода. Эти цехи и устройства часто объединяют в хозяйства (службы) определённого назначения, например транспортное хозяйство, складское хозяйство.

В состав транспортного хозяйства завода входит транспортный цех с устройствами рельсового транспорта (депо мотовозов, вагонов) и безрельсового транспорта (гаражи автомобилей, электро- и автотележек и погрузчиков).

Складское хозяйство завода включает материальные склады:

– главные (центральные материальные склады),

– склады светлых нефтепродуктов (бензин, керосин и др.), красок, масел и смазочных материалов, химических материалов, круглого леса и пиломатериалов;

– склады металла, твёрдого и жидкого топлива;

– центральный инструментальный склад (ЦИС);

– склады покупных изделий и полуфабрикатов, получаемых со стороны;

– склады готовой продукции.

Энергетическое хозяйство обеспечивает завод всеми видами энергии и включает в себя котельные, теплоцентрали, понизительные подстанции, компрессорные и газогенераторные станции.

Санитарно-технические устройства – насосные станции, водозаборные устройства, гидроаккумуляторные системы, очистные сооружения.

К группе обслуживающих (общезаводских) устройств относят:

– центральную заводскую лабораторию (ЦЗЛ),

– вычислительные центры,

– службу охраны завода со сторожевыми устройствами,

– службу пожарной охраны с пожарными депо.

Производственная структура не является постоянной и определяется степенью специализации предприятия, его производственного и хозяйственного кооперирования. Что позволяет ограничить число стадий производственного процесса, исключив, например, заготовительное производство, а заготовки получать с других специализированных предприятий (центролитов, центрокузов, центросваров).

В 90-е годы большую самостоятельность получили участки – хозяйственно обособленное подразделение, меньшего чем цех размера, выполняющее производственные функций заготовительного, основного или вспомогательного производства. Основу специализированного участка (цеха) определяет система технологий выполняющих основную целевую функцию, например заготовительный, термический, сварки и др. Кроме основных функций, приходится включать подразделения, способствующие выполнению этих функций – инструментальный, ремонтно-механический, склады, транспорт и др. Поэтому размеры специализированного цеха (участка) определяются по объему необходимому для выполнения заданной производственной программы работ, и добавленными площадями для вспомогательных функций (управление, снабжение, транспорт, соцкультбыт, ТБ и др.).

Этим объясняется разнообразие в функционировании и индивидуальность каждого предприятия, цеха или участка.

1.1 Основы производственного процесса

Производственным процессом в машиностроении называется совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов. В основе производственного процесса лежит технологический процесс изготовления изделий,

во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства.

Для бесперебойного выполнения технологических процессов изготовления изделий в механосборочном производстве служат вспомогательные процессы.

Кроме основных технологических этапов в производственный процесс входят:

– складирование заготовок, полуфабрикатов и готовой продукции;

– доставка их к рабочим позициям;

– различные дополнительные виды обработки деталей;

– сборка изделий;

– испытания;

– контроль качества;

– регулировка;

– окраска;

– отделка;

– упаковка;

– отправка.

Этапы производственного процесса на машиностроительном заводе выполняются в отдельных цехах или в одном цехе.

Под цехом понимают административно-хозяйственное обособленное подразделение включающее, в отличии от участка, несколько производственных участков, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения, а также помещения общественных организаций.

1.2 Рабочее место, рабочая позиция, цех, производственная система

Рабочее место – это специально оборудованное часть промышленной площади, где выполняется та или иная работа (в автоматизированном производстве – рабочая позиция).

На рабочем месте (позиции) располагаются:

– технологическое оборудование;

– средства автоматизации загрузки и выгрузки заготовок (роботы, манипуляторы и т.п.);

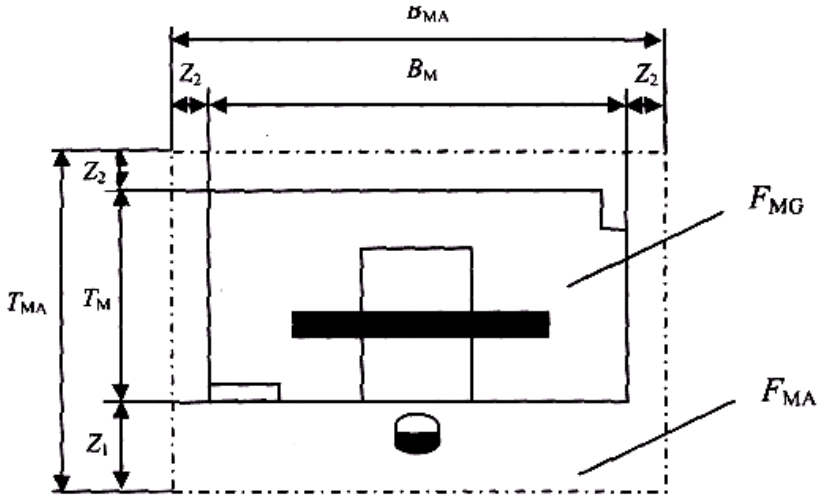
– накопители с полуфабрикатами и мерительный инструмент;

– технологическая оснастка;

– один или группа рабочих;

– средства охраны труда и управления операций.

На рисунке 1.2 показана структурная схема рабочей позиции производственного оборудования (станка, установки) [2].



$B_м$ – длина оборудования, м; $B_{ма}$ – длина рабочего места, м; $F_{мо}$ – площадь, м^2;

$T_м$ – ширина, м; $T_{ма}$ – ширина рабочего места, м; Fма – площадь рабочего места, м^2;

Z_1 – зона отступа и безопасности оператора, м; Z_2 – ширина отступа для обслуживания, м.

Рисунок 1.2 – Структура рабочего места у производственного оборудования

При объединении нескольких рабочих мест или позиций образуются производственные участки, на каждом из которых происходит изготовление полуфабриката или полностью детали. Функционирование производственного участка обеспечивается транспортно-накопительными устройствами, средствами технологическо-

го, инструментального и метрологического обслуживания, охраны труда и управления производством.

Совокупность производственных участков и вспомогательных подразделений представляет собой производственную систему, предназначена для изготовления продукции требуемого качества с заданным объёмом выпуска.

Производственная система, в общем виде, включает в себя основную и семь вспомогательных подсистем, а также их материальные, энергетические и информационные связи:

– система основного производственная оборудования;

– складская система;

– транспортная система;

– система инструментообеспечения;

– система ремонта и технического обслуживания;

– система контроля качества продукции;

– система охраны труда работающих;

– система подготовки и управления производством.

В системе основного производственного оборудования выполняются технологические процессы по изменению качественных характеристик объекта производства.

Например, заготовки, пройдя механическую обработку, приобретают требуемые форму, размеры, шероховатость, свойства поверхностного слоя материала.

Прерывистость и несогласованность производственного процесса изготовления деталей и изделий вынуждает создавать, определенные условия для хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых изделий – места складирования, структура и организация которых в совокупности является складской системой

Перемещение полуфабрикатов в пространстве осуществляется транспортной системой доставляющей их к определенному производственному оборудованию или месту складирования.

Обеспечение технологического оборудования режущим инструментом и оснасткой, а также контроль за эксплуатацией осуществляется системой инструментообеспечения.

Система технического обслуживания поддерживает требуемое состояние и работу производственного оборудования.

Использование системы контроля качества изделий обеспечивает выпуск продукции с требуемыми технологическими и качественными параметрами.

Современный уровень развития автоматизации производства еще не может обеспечить безлюдные процессы, поэтому необходима организация системы охраны труда и безопасных условий работы людей, особых санитарных условий.

Основная задача системы управления и подготовки производства – контроль за состоянием производственного процесса и воздействия на него в случае нарушений, разработке технологической и плановой документации, обеспечении производства заготовками и комплектующими изделиями, проведении организационных мероприятий по подготовке производства.

1.3 Проектирование – способ решения проблем производства

Каждая отрасль машиностроения (код доступа к Общесоюзному классификатору «Отрасли народного хозяйства» ОКОНХ приведен в списке литературы [д1]), каждое предприятие имеет свои, сугубо частные, характерные для данной отрасли особенности производства, которые нельзя не учитывать.

Современное производственное предприятие чрезвычайно сложная система функциональных производств. Это «живой организм» постоянно трансформирующий и совершенствующий свою структуру, приспосабливающий её к изменяющимся требованиям.

Современное производство – это сочетание различных производственных методов и технологий обработки, согласованно действующих и взаимодействующих при создании конкретной продукции.

Достаточно убедительным доказательством сложности современного производства является простой перечень (классификация), используемых технологий и методов обработки.

Многообразие всех технологий производства обеспечивается сочетанием трех вариантов формирующего воздействия на заготовку (деталь) [2].

1 Методы обработки без изменения объема обрабатываемого материала.

2 Методы обработки со съемом материала (обработка резанием).

3 Методы обработки с нанесением материала.

Каждое из этих направлений воздействия на исходный материал, объединяет возможные технологии обработки [2].

1 Без изменения объема обрабатываемого материала – обработка давлением, термообработка, химико-термическая, физическая и комбинированная обработка, каждая из которых, в свою очередь, разделяется на ряд разнообразных вариантов воздействия.

2 Методы со съемом материала: делятся на механические (токарные, фрезерные, шлифовальные и т.д.), электрофизические, электрохимические, химические и комбинированные методы, причем более 60–70 процентов от общего объема работ приходится на обработку лезвийным инструментом.

3 Бурно развивающееся направление с нанесением материала – это термомеханические, механические, электрофизические, химические и комбинированные методы.

Разнообразные сочетание этих методов обработки составляет сложную технологическую структуру современного производства (завода, цеха или участка), в которую входят:

– основные и вспомогательные технологии, создающие объект производства;

– логистика, объединяющая всю транспортно-снабженческо-складскую систему;

– система энергообеспечения (электричество, пар, тепло, вода, воздух и др.);

– система охраны окружающей среды (водозаборные станции, утилизация отходов, очистные сооружения и др.);

– система зданий и сооружений, объединяет все подразделения, формирует проектируемую структуру, превращая её в самостоятельную функциональную производственную единицу. Причем чем крупнее и разнообразнее продукция предприятия, тем сложнее структура и разнообразнее применяемые технологии.

Современная тенденция развития машиностроения – сокращение производственного цикла за счет использования комплексных технологий, объединяющих на оборудовании различные техпроцессов, которые ранее были самостоятельными, что позволяет исключить отдельные переходы, добиться автоматизации процесса и уменьшить затраты труда.

При осуществлении технологических процессов изменяются качественные и количественные характеристики объектов производства.

Процесс резания, в настоящее время, составляет 40-70 % общей трудоемкости изготовления машин. Объясняется это тем, что, в подавляющем большинстве случаев, только обработка резанием обеспечивает требуемое качество деталей. Поэтому, в настоящее время, производства, связанные с металлообработкой считаются ведущими.

Вместе с тем, развиваются новые методы, расширяющие технологические возможности обработки материалов, снижающие расход, повышающие качество обработки. Развивается тенденция вытеснения малопроизводительных и экологически вредных процессов.

Все эти процессы ведут к необходимости совершенствования существующего производства. Проблемы, как правило, решаются в процессе проектирования.

1.4 Пять типовых вариантов проектирования производства

Возникающее противоречия между текущим состоянием производства и требуемым уровнем его развития можно решить одним из пяти вариантов проектирования производства.

Принимается один из типовых вариантов проектирования, отличающихся це-

лями проектирования [1]:

– вариант «А» – проектирование нового промышленного предприятия; создание производства в «чистом поле»;

– вариант «Б» – перестройка и обновление действующего промышленного предприятия (реинжиниринг); рационализация, модернизация имеющегося производства; «непрерывное проектирование»;

– вариант «В» – расширение существующего производства; интенсивное использование или расширение существующей площади, или перебазирование части производства на новое место.

– вариант «Г» – сокращение размеров промышленного предприятия; обновление структуры производственной программы, реструктуризация производственных мощностей;

– вариант «Д» – ревитализация (оживление) промышленного производства, использование территории для новых целей (перепрофилирование).

Разработка и согласование всех требований и условий реализации техпроцессов, всех входящих в систему функциональных блоков – есть процесс проектирования. Надо иметь в виду, что любая модернизация производства, техники или технологии приводит к необходимости проектирования, включая внедрение новых перспективных методов обработки. Поэтому проектирование цехов и участков, наиболее востребованная задача проектирования.

Рассмотрим структуру и последовательность разных этапов процесса проектирования производства.

Часть II Этапы и методика проектирования

Для начала проекта производства необходимы исходные данные. Это, экономически обоснованное задание, в котором приводится планируемый объем выпускаемой продукции (деталей или изделий). Основные требуемые характеристики и получаемые результаты.

К тексту задания необходимо приложить комплект чертежей с разработанной технологией. С предварительными, укрупненными расчетами необходимого оборудования и указанием на планируемый режим работы производства. Все эти данные сопровождаются расчетами эффективности будущего производства.

Таких данных, как правило, нет. Поэтому их разрабатывают, или говорят «собирают». Это сложная и творческая задача. Необходимо выявить направления совершенствования и обосновать перспективность новых технических решений в будущем проекте. Учесть не только существующий уровень технологий, а сделать прогноз на развитие и совершенствование существующих технологий, а также используются новые технические решения и технологии, которые начали применяться в отрасли, или известны или получены некоторые результаты по перспективностьи их применения в будущем.

Поэтому разработку исходных данных до начала проектирования машиностроительных производств, цехов и участков осуществляется при участии ведущих специалистов отраслевых проектных организаций, выполняющих генеральное (основное) проектирование, и привлекающих субподрядные выполняющие разработку специальных частей проекта (строительной, теплоэнергетической, транспортной и т.д.).

Назовем стадии проектирования:

– «сбор» исходных данных;

– разработка аванпроекта (исходника, черновика) с технико-экономическим обоснованием (ТЭО) – результаты укрупненного расчета параметров и требований к будущему производству;

– детальное проектирование всех технологий, конкретизация и согласование всех производственных процессов;

– после утверждения предыдущего этапа, разработка рабочей документации (чертежей, планировок, нестандартного производственного оборудования);

– комплектование всех технологических частей проекта: (основного, вспомогательного и обслуживающего) производства;

– согласование технологических и строительных частей проекта. К выполнению строительного проектирования приступают на третьем этапе технологического проектирования, когда становятся известны основные характеристики основного производства.

Проект всего предприятия является результатом совместной работы большого количества различных специалистов.

Начинают работу технологи – они выбирают перспективные методы обработки, разрабатывают общую структуру используемых техпроцессов, определяют размеры производства, подготавливают задание субподрядным исполнителям: строителям, энергетикам, экологам. Результатом согласованной работы является комплект технической документации, предназначенный для создания производственной единицы: «Проект нового производства».

Разработанный, согласованный и утвержденный проект производства выполняется в следующем порядке:

– строители в указанном месте, возводят здания и сооружения;

– монтажные организации выполняют, в соответствии с проектом, обустройство этих зданий и сооружений;

– технологические службы отлаживают производственные процессы.

Таким образом, после довольно длительного времени, «***возникает новое***» производство.

В настоящее время процесс создания производства ускорился, но как правило, проектирование и реализация проектов происходит для варианта «А» за 5-8 лет, «Б» – 3-4 года, «В» – 2-3 года, «Г» – 1-2 года, «Д» не менее 1 года.

Основанием для проектирования является приказ отраслевого министерства или руководства производственного объединения (предприятия), в котором указывается объект и задача проектирования.

В общем виде задача проектирования формулируется в следующем виде: «Спроектировать предприятие (завод), цех или участок, обеспечивающий выпуск изделий определённой номенклатуры, требуемого качества, заданной программы выпуска при достижении минимально возможных приведённых затрат на изготовление, с учётом всех требований к охране труда».

Согласно СНиП-11-01-95[д2] Госстроя России в основной раздел проекта «Технологические решения» (это основа пояснительной записки к дипломному проекту) включают пункты в следующей последовательности:

– производственная программа;

– характеристика и обоснование решений по технологии производства;

– трудоёмкость (станкоёмкость) изготовления продукции;

– состав и обоснование применяемого оборудования;

– число рабочих мест и их оснащённость;

– характеристика межцеховых и цеховых коммуникаций;

– организация контроля качества продукции;

– организация ремонтного хозяйства;

– экологические характеристики (о количестве выбросов в атмосферу, в водные источники и на землю, решения по предотвращению и сокращению вредных выбросов, оценка возможных аварийных ситуаций и их предотвращение, вид, состав и объём отходов, подлежащих утилизации;

– потребность в основных видах энергетических ресурсов (для технологических нужд);

– технологические планировки;

– схемы грузопотоков.

При разработке нескольких вариантов проекта производства или его частей выбирается оптимальный, с минимумом значений приведённых затрат (формула 2.1).

$$З_{пр} = C + E_{н}K \longrightarrow \min, \qquad (2.1)$$

где C – технологическая себестоимость годового объёма продукции, р.;

$E_{н}$ – нормативный коэффициент окупаемости вкладываемых средств (в машиностроении принимают $E_{н}$ = 0,15);

К – капитальные вложения в здания, оборудования, технологическую оснастку и другие сооружения, необходимые для реализации проекта, р.

Одной из главных плановых и оценочных критериев уровня производства является программа производства – перечень продукции, которая должна быть изготовлена цехом за установленный период (год, квартал, месяц),– в натуральных единицах (шт.), ценностных (р.) и единицах массы (т, кг).

Основными техническими документами, результатом проектирования являются: компоновка площадей – чертежи пространственного расположения оборудования технологических процессов производства в промышленных зданиях и планировки оборудования, т.е. расположение оборудования на производственных площадях.

2.1 Основные задачи проектирования

В процессе проектирования комплексно решаются и взаимоувязываются самые разнообразные вопросы технологического, организационного и экономического характера, в том числе:

2.1.1 Экономические:

– определение производственной программы с указанием типоразмера и количества выпускаемой продукции;

– выбор места для строительства с учетом рационального обеспечения материальными ресурсами, водой, топливом, рабочей силой и метеоусловиями;

– определение основных и оборотных средств, себестоимости и эффективности затрат.

2.1.2 Технические:

– разработка технологических процессов получения заготовок, тепловой, механической обработки деталей, сборки;

– определение основного и вспомогательного оборудования;

– определение необходимого рабочего времени и потребности в рабочей силе;

– определение рабочих площадей цеха и планировка;

– разработка мероприятий по охране труда, безопасности в т.ч. противопожарной и защите окружающей среды.

2.1.3 Организационные:

– разработка схем управления и взаимосвязи между отдельными службами;

– разработка календарного планирования, оформление отчетности, контроля производства, определение источника финансирования, возможности сбыта продукции;

– разработка мероприятий по организации труда и обслуживанию рабочих мест.

2.2 Предпроектные работы, аванпроект

Методы разработки проектов механических производств, подходят для проектирования цехов с иными технологиями обработки. Особенности использования и необходимые корректировки и дополнения приводятся в пояснительной записке.

Сбор исходных данных, анализ существующего уровня производства выполняется во время проведения предпроектных работ и технико–экономического обоснования (ТЭО) целесообразности выполнения одного из пяти типовых вариантов проектирования. (см. стр 25).

ТЭО утверждается руководителями проекта и заказчика. Оно является основанием для разработки аванпроекта и технической заявки на создание производственной системы.

Аванпроект это технические предложения, первоначальный этап полномасштабной разработки особо сложных систем (черновик, первый вариант проекта). Выполняет основная проектирующая организация на основе ТЭО, в котором ориентиры (цели) проектирования определены укрупненно:

– определена номенклатура обрабатываемых материалов и заготовок;

– выбраны основные принципы построения технических процессов;

– составлены маршрутные технические процессы;

– оформлены графики загрузки оборудования на программу;

– определена станкоёмкосгь обработки программы выпуска продукции;

– рассчитано необходимое количество оборудования;

– определены коэффициенты загрузки оборудования;

– выбрана номенклатура режущих и мерительных инструментов, оснастки;

– решены вопросы организации и управления производством;

– уточнен уровень технико–экономических показателей;

– определена экологическая эффективность производственной системы.

Аванпроект проверяется и корректируется, разными специалистами и экспертами, дорабатывается, а после утверждения является основанием для разработки задания на проектирование, которое выполняется более подробно, учитывая все тонкости производственного процесса и условия реализации на определенной территории.

В задании на создание производственной системы включается приказ Министерства или договор с заказчиком:

– даётся обоснование выбора площадки для строительства;

– указывается номенклатура и объём выпускаемых изделий;

– указывается, какие заготовки, полуфабрикаты, готовые изделия цех получает со стороны и какие выдаёт в порядке кооперации;

– даётся режим работы производства;

– указываются фонды времени работы оборудования; рабочих мест и рабочих;

– определяются требования по защите окружающей среды;

– даются указания о направлениях расширения производства (по ТЭО);

– намечаются предполагаемые сроки строительства цеха;

– указываются требования к разработке вариантов проекта или его частей;

– приводится перечень основных требований к архитектурно–художественному оформлению инженерных, служебных, бытовых и производственных помещений.

В задании также указывают стадийность проектирования: в две стадии – когда выполняется рабочий проект (утверждаемая часть) и рабочая документация – для крупных и уникальных производств, или в одну стадию – при этом выполняется только рабочая документация, это для производств с несложными процессами или с повторным использованием типовых проектов.

2.3 Алгоритм выполнения работ при проектировании

При выполнении работ проектирования промышленного производства придерживаются последовательности работ приведенных на рисунке 2.1.

Необходимые исходные данные:

1 – программа выпуска;

2 – габаритные размеры, масса и материал изделий; (чертеж деталей;

3 – качество изделий (требования в чертежах, технических требованиях);

4 – трудоёмкость и станкоёмкость операций (по техпроцессу);

5 – типаж оборудования(по разработанному техпроцессу);

6 – режим работы производства (как правило, 2 смены, задается заказчиком).

Этапы проектирование основной системы включают:

7 – определение количества основного (технологического) оборудования;

8 – выбор состава производственных участков;

9 – определение состава и количества оборудования на участке;

10 – алгоритм работы оборудования на участке;

11 – расчёт производственной площади;

12 – разработка требований к условиям работы оборудования;

13 – составление задания на проектирование нестандартного оборудования;

14 – компоновка производственных участков;

15 – планировка основного оборудования;

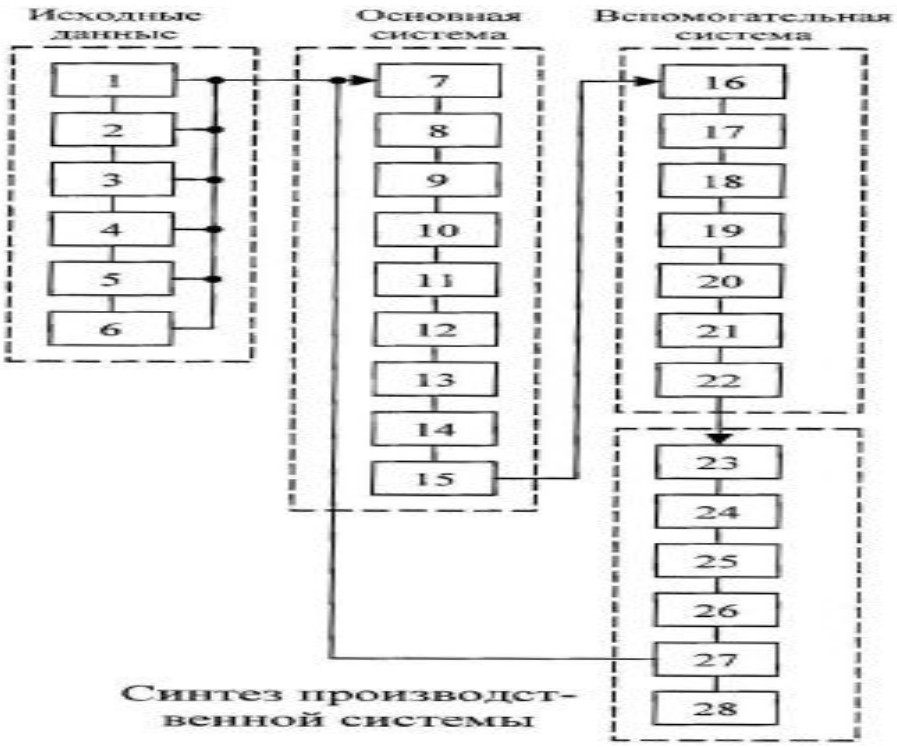


Рисунок 2.1 – Алгоритм выполнения работ при проектировании промышленного производства

Этапы проектирование вспомогательных систем включают:

16 – проектирование складской системы;

17 – проектирование транспортной системы;

18 – проектирование системы инструментообеспечения;

19 – проектирование системы ремонтного и технического обслуживания;

20 – проектирование системы контроля качества изделий;

21 – проектирование системы охраны труда;

22 –проектирование системы управления и подготовки производства.

На этапе синтеза производственной системы выполняют:

23 –определение общей площади цеха и его габаритов;

24 – уточнение компоновки цеха;

25 – уточнение планировки оборудования;

26 – уточнение состава и количества работающих;

27 – определение технико-экономических показателей;

28 – выбор оптимального варианта проекта.

Следует учитывать, что каждый цех (участок) имеет свои специфические, только ему присущие особенности. Производственное предприятие (завод) или его подразделение – цех или участок, проектируются для выполнения конкретной производственной программы. Поэтому основные исходные данные формируются на основе известных (заданных) параметров конкретной продукции (детали или изделия). Производственные параметры зависят от типа производства, форм организации процессов и используемых технологий.

2.4 Типы и организационные формы производственных процессов

Различают три типа производства изделий, в зависимости от номенклатуры и объёма выпуска изделий – единичное (Е), серийное (С) и массовое (М).

Тип производства определяют по коэффициенту закрепления операций ($K_{з.о}$) по стандарту ЕСТПП ГОСТ 14004–83 [д3].

$$K_{з.о} = Q / M, \qquad (2.2)$$

где Q – число операций, выполняемых за месяц;

M – количество рабочих мест, выполняющих данные операции.

Коэффициент закрепления операций определяют по отношению к предприятию, цеху или участку. При:

1 – $K_{з.о} \leq 10$ – массовое и крупносерийное производства;

$10 < K_{з.о} \leq 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о} < 40$ – мелкосерийное производство.

Для единичного производства пределы $K_{з.о}$ более 40.

На начальных этапах проектирования тип производства определяют ориентировочно, используя имеющийся опыт, например рекомендации, приведённые в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Ориентировочные данные для предварительного определения типа производства [1]

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год		
	тяжелых (массой более 100 кг)	средних (массой от 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	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50 000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50 000

Более точное определение тип производства производится по коэффициенту закрепления операций – $K_{з.о}$. При этом тип производства отдельных участков, как правило, имеют разный тип производства.

Для специализированных цехов тип производства определяют ориентировочно по длительности производственного процесса (в % от фонда времени): – 95-100 % – массовое, ≈ 50 % – среднесерийное, 5-10 % – единичное.

По типу производства выбирается организационная форма производственного процесса (групповая, поточная или массовая), зависящая:

– от установленного порядка выполнения операций;

– расположения технологического оборудования;

– числа изделий и направления их движения.

Производственные участки в зависимости от сложности выпускаемой продукции, программы производства и режима работы могут быть организованы по технологическому, предметному и линейному принципам.

Технологический принцип – комплектование деталей по технологиям обработки (токарный, фрезерный, зубофрезерный и др. участки).

Технологические участки характерны для значительной номенклатуры изготовляемых изделий и небольших объёмов выпуска, т.е. когда изделия производят единично или малыми сериями и исключается возможность полной загрузки оборудования изготовлением одного изделия.

В таких случаях с целью повышения коэффициента загрузки оборудование делят на группы по признаку одинакового служебного назначения, например, на группы токарных, фрезерных, зуборезных и других станков. Каждая группа однотипного оборудования размещается в определённой части цеха (участке). Изготавливаемые детали в определённой последовательности проходят отдельные участки, где обрабатываются. Полуфабрикаты мелких и средних деталей после выполнения определённых операций при условии занятости оборудования участка поступают для хранения на площади межоперационного склада. Крупногабаритные изделия хранятся около станков или на специальных подкрановых площадках.

Предметный принцип – создание предметно–специализированных цехов (цех двигателей, коробок передач и т.п.) и отдельных участков. Формирование предметных участков производится по принципу общности конструктивных форм и технологических операций деталей, обрабатываемых на этих участках, по признакам:

– вид материала заготовки, габариты;

– технологический процесс обработки;

– конструктивный вид детали.

При рассматриваемой форме организации обработки оборудование на участке размешают примерно по ходу операций технологического процесса изготовления деталей данной группы, что уменьшает протяжённость путей транспортных операций, затраты времени и средств на их выполнение.

Примерами предметных участков являются участки обработки валов, зубчатых колёс, корпусных деталей и т.п. Подобная форма используется как в серийном, так и в массовом производствах (для последних – специализированные цехи).

Линейный принцип формирования участков и цехов характеризуется строго определённой последовательностью операций технологического процесса в каждый момент времени и предусматривает поточные формы механической обработки.

Поточные формы характерны преимущественно для массового и крупносерийного производства, но могут быть использованы и в серийном. Их внедрение предполагает:

– достаточно устойчивую по времени программу выпуска;

– тщательную проработку конструкции изделия и технологии;

– чёткую организацию обслуживания, снабжения материалами и комплектующими.

Поточные линии механической обработки, в зависимости от количества наименований деталей, закреплённых за линией, могут быть однопредметными (поточно-массовыми) и многопредметными (поточно-серийными).

Гибкие производственные системы (ГПС) – совокупность технологического оборудования и системы обеспечения его функционирования в автоматическом режиме, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры. В зависимости от уровня организационной структуры ГПС подразделяются на гибкие производственные модули (ГПМ), гибкие автоматизированные линии (ГАЛ), гибкие автоматизированные участки (ГАУ), гибкие автоматизированные цехи (ГАЦ) и гибкие автоматизированные заводы (ГАЗ).

Часть III Расчет параметров основного производства

При проектировании необходимо использовать все виды информации по разрабатываемому объекту – базовую, руководящую и справочную.

Проведем анализ содержания этапов при проектировании основного производства, возможность их применения для специализированных цехов и необходимые для этого изменения и дополнения.

3.1 Формы представления исходных данных

Рассмотрим особенность использования исходных данных, задаваемых заказчиком.

Годовая производственная программа выпуска — это перечень (номенклатура) изготавливаемых деталей или изделий, с указанием объёма выпуска за год (шт). Если задается ряд похожих деталей по размерам или техпроцессу изготовления их объединяют (для упрощения расчетов) в единое изделие – представитель (таблица 3.1).

Таблица 3.1– Форма годовой программы для проектирования

Характеристика детали				Годовая программа					
Наименование продукции	Марка материала	Габаритные размеры h, мм×b×a	Масса детали, кг	Основная	Зап. части 5 %	Кооперация	Брак 0,5 %	Прочее	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3.2 Годовая производственная программа и ее расчет

Трудоемкость основного производства (н/час) получается путем умножения трудоемкости изготовления всех комплектов деталей, входящих в изделие, на годовой выпуск этого изделия. Для каждой детали предусмотрено увеличение количества на брак, зап. части, испытание (выборочный разрушающий контроль), поставка по договорам (кооперация) и для других целей.

$$Т_{г.п} = Т_{дет} \times Г_{пр.в} \qquad (3.1)$$

где $Т_{г.п}$ – трудоемкость годовой программы, н/час;

$Т_{дет}$ – трудоемкость изготовления 1 детали (детали-представителя), н/час;

$Г_{пр.в}$ – годовая программа выпуска, шт.

3.3 Определение количества основного оборудования

Определение количества основного (технологического) оборудования первая задача, определяющая параметры будущего производства.

Для определения количества основного технологического оборудования необходимо знать трудоемкость годовой производственной программы изготовления продукции, т.е. трудоемкость изготовления одной детали, умноженной на заданную годовую программу и станкоемкость (объем работ в н/час, выполняемый на единице оборудования в год) т.е. планируемые возможности выполнения работы одной единицей производственного оборудования.

Последовательно определим эти данные.

В задании на проектирование задается объект производства и исходные данные, (возможные варианты) – реальное состояние при проектировании, особенно небольших производств.

1 Чертежи, техпроцессы на каждую деталь, нормативная документации в полном объеме.

2 Набор некоторых (ограниченного числа) чертежей на детали, часть техпроцессов, некоторая часть нормативной документации.

3 Ограниченное число деталей, укрупненные, ориентировочные данные по технологиям производства, неточные значения некоторых параметров деталей.

4 Чертежи нескольких основных деталей, практически отсутствуют техпроцессы их изготовления, документация в стадии разработки, некомплектна.

Рассмотрим стратегию проектировщиков.

Благоприятная возможность «безпроблемного» проектирования в первом случае. Это проектирование по разработанной, опробованной и точной программе.

3.4 Проектирование по точной программе

Программа называется точной, если содержит:

– подробную номенклатуру, изготавливаемых деталей;

– годовой объём выпуска каждой детали;

– рабочие чертежи и технические требования на все детали.

Наличие подробного технологического процесса не вызывает проблем с расчетом сводных данных. Все данные по трудоемкости выполнения, (время обработки, наименование станков, режущий инструмент, станочная техоснастка и т.д.), выбираются из технологических процессов и умножаются на годовую программу. Такой вариант расчета называют проектированием по точной программе.

Проектирование поточной программе применяется для крупносерийных и массовых производств. Для таких производств, всегда разрабатывают подробный и реальный техпроцесс, откуда можно получить достоверные сведения.

Полученные в результаты расчетов данные представляют в укрупнённом (таблица 3.2) и подетальном (таблица 3.3) виде.

Таблица 3.2 – Программа (годовая) цеха (участка)

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса изделий, т	Масса изделий, т	
				на одно изделие	на программу
П р и м е ч а н и е – При проектировании механических цехов массового производства наряду с годовым выпуском указывается и суточный выпуск.					

Таблица 3.3 – Подетальная годовая производственная программа

№ п/п	№ чертежа		Наименование детали	Марка материала	Вид заготовки	Число деталей на изделие	% на запасные части	Число деталей			Масса, кг		Масса на программу (с запасными частями), т	
	узла	детали						на основную программу	на запасные части	всего	заготовки	детали	заготовок	деталей

А если технологического процесса нет.

Если нет, то приходится разрабатывать техпроцесс и считать, т.е. нормировать, а затем, полученные данные использовать.

3.5 Расчет трудоемкости по приведённой программе производства

Второй вариант представления исходных данных. При отсутствии данных по номенклатуре, рабочим чертежам деталей, но известны основные типы изделий, то трудоёмкость определяют по приведённой программе.

Для этого известную номенклатуру деталей, разбивают на группы, схожие по конструкции и технологии изготовления (группа валов, корпусных деталей, шестерён и т.д.).

В каждой группе выбирается представитель – как правило, деталь, на которую имеются рабочие чертежи, позволяющие разработать техпроцесс обработки и рассчитать нормы времени на изготовление. Все остальные изделия (детали) данной группы приравнивают (приводят) к представителю.

Для этого используют сводный (общий) коэффициент приведения, учитывающий различие по материалу, массе, серийности, трудоемкости, качественным параметрам (шероховатости, микротвердости) и др. (формула 3.2).

$$K_{oi} = K_1 K_2 K_3, \qquad (3.2)$$

Ошибка опытных проектировщиков не превышает ±10%. Суммирование с данными (нормами) других деталей уменьшается до ± 5%.

где K_1 – коэффициент приведения по массе, учитывает различие по массе – представителя и другого изделия данной группы.

Для геометрически подобных деталей (формула 3.3).

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{G_i}{G_{пр}}\right)^2}, \qquad (3.3.)$$

где Gi – масса приводимого изделия, кг;

$G_{пр}$ – масса изделия-представителя, кг;

K_2 – коэффициент приведения по серийности, учитывает изменение трудоёмкости обработки детали (формула 3.4).

$$K_2 = \left[\frac{N_{пр}}{N_i}\right]^{\alpha}, \qquad (3.4)$$

где $N_{пр}$, Ni – годовые объёмы выпуска представителя и изделия группы;

α – 0,15 – для деталей среднего машиностроения (массой до 2000 кг);

K_3 – коэффициент приведения по сложности, учитывает влияние точности и шероховатости обработки на трудоёмкость

$$K_3 = K_т K_ш, \qquad (3.5)$$

где $K_т$, $K_ш$ – коэффициенты по точности и шероховатости.

При механической обработке коэффициент K_3 – средний квалитет по сложности. T – среднее значение точности по формуле 3.6 и таблице 3.3, среднее значение параметра шероховатости R_a.– формула 3.7 и таблица 3.4.

$$\overline{T} = \frac{\sum(T_i n_i)}{\sum n_i}, \qquad (3.6)$$

где Ti – i–й квалитет;

ni – число размеров i–го квалитета.

$$\overline{Ra} = \frac{\sum (Ra_j n_j)}{\sum n_j}, \qquad (3.7)$$

где Ra_j – j-е значение Ra;

n_j – число поверхностей, имеющих значение Ra_j.

Коэффициент $K_т$, определяем по таблице 3.3.

Таблица 3.4 – Зависимость $К_т$ от среднего квалитета

Средний квалитет $\overline{T}$	6	7	8	11	12	13
$K_т$	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Коэффициент $K_ш$ определяем по таблице 3.4.

Таблица 3.5 – Зависимость $К_ш$ от среднего значения Ra

Ra	20	10	5	2,5	1,25	0,63
$K_ш$	0,95	0,97	1,0	1,1	1,2	1,4

Среднее значение Ra (механическая обработка), $К_з$.

$$\overline{Ra} = \frac{\sum (Ra_j n_j)}{\sum n_j}, \qquad (3.8)$$

$$K_з = \frac{K_{тi} K_{шi}}{K_{т.пред} K_{ш.пред}}. \qquad (3.9)$$

В таблице 3.6 приведён результат расчёта по приведённой программе.

Таблица 3.6 – Пример расчета приведенной программы

Наименование изделия	Краткая характеристика изделия	Годовой выпуск, шт./год	Масса, т		Коэффициенты приведения				Приведенная программа, шт./год
			одного изделия	годовой программы	по массе, K_{1j}	по серийности, K_{2j}	по сложности, K_{3j}	общий, K_{oj}	
Изделие А	Т 1	200	0,7	140	0,92	1,2	1,2	1,32	264
Изделие Б	Т 2	400	0,8	320	1,0	1,0	1,0	1,0	400
Изделие В	Т 3	300	0,5	150	0,73	1,04	1,1	0,84	250
Итого:		900		610					814

За изделие-представитель выбрано изделие Б, на которое имеются чертежи.

В результате расчёта имеем вместо трёх разнотипных изделий с реальным суммарным объёмом выпуска 900 шт./год – 814 приведённых к представителю.

Проектирование по приведённой программе используют для участков и цехов серийных производств.

3.6 Проектирование по условной программе производства

Третий вариант исходных данных. Условной программа является в том случае, если точные данные по номенклатуре и характеристике изделия отсутствуют. В этом случае программу задают по известным аналогичным изделием, на которое имеются данные и к которым приводят условную программу.

Проектирование по условной программе близко к проектированию по приведённой программе. Разница только в том, что представитель является условным. Определив трудоёмкость условного представителя умножением на годовую программу, получают годовую трудоёмкость всей программы.

Условную программу используют для проектирования цехов единичного или опытных производств.

3.7 Проектирование по отраслевым или экспериментальным данным

Третий вариант задания на проектирование возникает в случае спешного проектирования, как правило, после разработки новой техники, с новыми перспективными параметрами.

Каждая отрасль, формирует (для служебного пользования) сводные данные, характеризующие входящие в отраслевую структуру подразделения: производственные, проектные, научно–исследовательские, учебные. Среди этих показателей находят отражения факты освоения новой продукции, с разбивкой на объемные, размерные, экономические, технологические особенности и характеристики.

Например, разработан проект нового пылесоса с новыми технико–экономическими характеристиками (приводятся данные: Вес, Р–р, Сс, Цена и др.). Разработаны техпроцессы изготовления основных и оригинальных деталей. Для изготовления партии изделий 20 шт, построено отдельное производственное помещение, цех или участок (площадь – $Sм^2$). Сметная стоимость (смS, млн.р.). Выпущено (программа выпуска – Nn). Количество занятых рабочих (Вв, чел). Себестоимость (SS, р). Зарплата рабочих (ЗПЛ млн.р.). Приводится ряд других технико–экономических данных.

Приблизительно такой же объем данных получается в процессе аналитического обзора развития техники или промышленного шпионажа.

В этом случае используется тактика сходная с предыдущим вариантом, но данные еще более не конкретны. Успех проектирования определяется опытом, умением аналитически определять перспективы развития, технологические нюансы, с учетом способности и умения рабочих и специалистов предприятия решать творческие задачи.

Например, как Вы обоснуете ответ на вопрос: как на основе приведенных выше данных определить параметры нового производства для изготовления перспективной конструкции пылесоса с годовой программой выпуска Nn – 10000 шт.

Режим работы, как правило, 2 смены, задается заказчиком или рассчитывается по трудоемкости годовой производственной программы.

3.8 Расчет годового фонда рабочего времени

А) Оборудование.

Механические и сборочные цехи проектируют, как правило, для работы в две смены. Как исключение, работу уникального и тяжёлого оборудования можно предусматривать в три смены.

При проектировании используют номинальный и действительный годовой фонда работы оборудования и рабочих.

Номинальный фонд работы $F_н$ зависит от числа рабочих дней в году, длительности смены, числа смен, т.е.

$$F_н = F_г l m, \tag{3.10}$$

где $F_г$ – число рабочих дней в году, $F_г = 250$ дней;

l – длительность смены, $l = 8$ ч;

m – число смен работы.

Для оборудования $m = 2$, рабочего $m = 1$.

Для каждого вида оборудования предусматриваются потери времени, связанные с плановыми осмотрами и ремонтом, по «Типовой системой технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования [4]».

Действительный годовой фонд $F_д$ равен номинальному за вычетом потерь на ремонт – для оборудования (таблица 3.7) и отпусков – для рабочих (таблица 3.8).

Таблица 3.7 – Действительный (расчётный) годовой фонд времени работы оборудования, по видам оборудования и режима работы (числа смен)

Оборудование	Режим работы, ч		
	Односменный	Двухсменный	Трехсменный
Металлорежущее	2000 – 2040	3725 – 4060	5465 – 6060
Сборочное	2000 – 2070	3725 – 4140	5465 – 6210

Б) Рабочие.

Таблица 3.8 – Действительный годовой фонд времени рабочих $Ф_{д.р}$

Номинальный фонд $Ф_н$, ч	Потери от номинального фонда при отпуске 24 рабочих дня, %	Действительный годовой фонд, $Ф_{д.р.}$, ч
2000	10	1800

3.9 Расчет станкоёмкости и трудоёмкости обработки

Станкоёмкость – затраты штучного или штучно–калькуляционного времени на выполнение операции. Станкоёмкость детали (в станко-часах) включает всё нормированное время по всем операциям механической или иной обработки.

Под трудоёмкостью понимают величину затрат живого труда на изготовление единицы продукции в человеко-часах.

Связь между трудоёмкостью и станкоёмкостью, формула 3.11:

$$T_{\text{чел.-ч}} = \frac{T_{\text{ст.-ч}}}{K_{\text{м}}}, \qquad (3.11)$$

где $T_{\text{чел.–ч}}$ – трудоёмкость обработки в чел.-ч;

$T_{\text{ст.– ч}}$ – станкоёмкость обработки в ст.-ч;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночности – число станков, обслуживаемых одним рабочим.

Определение станкоёмкости в крупносерийном и массовом производстве, выполняется по разработанным техпроцессам, которые, как правило, разрабатываются для массового производства деталей с нормированием операций.

В этом случае трудоёмкость обработки детали T будет равна:

– для массового производства

$$T = \sum_{i=1}^{n} t_{\text{шт}\,i}\ ; \qquad (3.12)$$

– для крупносерийного (серийного) производства

$$T = \sum_{i=1}^{n} t_{\text{шт.-к}\,i}\ , \qquad (3.13)$$

где $t_{\text{шт}}\ i$ и $t_{\text{шт.}}$-к$_i$ – штучное и штучно-калькуляционное время обработки детали на i–й операции, мин.

Для цехов мелко- и среднесерийного производств, с разработкой приведённой программы, нормирование операций обработки производят для детали–представителя.

Станкоёмкость изготовления других деталей группы осуществляют, используя коэффициенты приведения:

$$T_i = T_{пр} K_{oi}, \qquad (3.14)$$

где T_i и $T_{пр}$ – станкоёмкость любого изделия из группы деталей и представителя соответственно;

K_{oi} – общий коэффициент приведения рассматриваемой детали.

Для цеха единичного или мелкосерийного производства, при техническом перевооружении и реконструкции станкоёмкость находят для цеха в целом, по заводским данным – $T_ф$, определяемую по формуле 3.15

$$T_ф = \frac{T_{цех} K_м}{K_н}, \qquad (3.15)$$

где $T_{цех}$ – станкоёмкость годовой программы, в станко-часах;

$K_м$ – коэффициент многостаночного обслуживания;

$K_н$ –средний по цеху коэффициент выполнения норм.

Достигнутая (фактическая) станкоёмкость ужесточается с учётом снижения норм при внедрении прогрессивной технологии и оборудования, предусмотренных в проекте.

$$T_{пр} = T_ф K_у, \qquad (3.16)$$

где $T_{пр}$ – станкоёмкость проекта, ст.-ч;

$K_у$ – коэффициент ужесточения норм.

Коэффициент ужесточения корм определяют, разрабатывая технологические процессы на отдельные детали и нормируя операции обработки, сопоставляя с базовыми нормами на подобные детали (формула 3.17).

$$K_у = \frac{\sum t_{шт.-к.пр}}{\sum t_{шт.-к.б}}, \qquad (3.17)$$

где числитель – норма времени по проекту; знаменатель – по базе.

Проектная станкоёмкость определяется из выражения, формула 3.18.

$$T_{пр} = T_{ф} \times K_{у} \times KD, \quad (3.18)$$

где KD – коэффициент изменения объёмов выпуска:

$KD = N_{пр} / N_{б}$ – проектный и базовый объёмов выпуска деталей, шт./год.

Годовая станкоёмкость цеха находится по удельной станкоёмкости механической обработки единицы массы изделия или комплекса деталей изделия (3.19).

$$T_{пр} = T_{удg} GN, \quad (3.19)$$

где $T_{удg}$ – удельные затраты времени на изготовление 1 т изделия;

G – масса изделия в тоннах;

N – годовой выпуск изделий, шт.

$$T_{пр} = T_{уд} N, \quad (3.20)$$

где $T_{уд}$ – время обработки комплекта деталей изделия.

В отраслевых источниках, приводятся удельная трудоёмкость обработки 1 т изделий и 1 т комплекта деталей, и выпуск на 1 единицу оборудования, по каждому типу оборудования (печи, установки, комплексы). Они позволяют достаточно точно определить производительность будущего производства.

3.10 Состав и количество оборудования основной системы

Расчёт необходимого количества оборудования производится двумя способами: точно и укрупнённо.

Точный способ требует разработанного техпроцесса и нормирования операций.

Расчётное число станков, С, для непоточного производства определяют по каждому типоразмеру по формуле 3.21.

$$C_р = \frac{T_\Sigma}{F_д}, \qquad (3.21)$$

где T_Σ – суммарная станкоёмкость обработки годового выпуска деталей на станках данного типоразмера в ст.-ч;

$F_д$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

$$T_\Sigma = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{шт.-к\,i} N_i}{60}, \qquad (3.22.)$$

где $t_{шт.-к\ i}$ – штучно–калькуляционное время выполнения операции второй детали, мин;

N_i – число деталей, проходящих данную операцию;

n – количество типоразмеров деталей, обрабатываемых на операции (станке).

Расчётное число станков округляют до целого большего – $С_{пр}$.

$$С_р / С_{пр} = K_з \qquad (3.23)$$

Отношение называют коэффициентом загрузки $К_з$. Максимальные значения 0,95, средние 0,8-0,9.

Количество оборудования в поточной линии рассчитывают по каждой операции по формуле 3.24

$$С_р = \frac{t_{шт\,i} N_i}{F_д \cdot 60} = \frac{t_{шт\,i}}{\tau}, \qquad (3.24)$$

где $t_{штi}$ – штучное время обработки детали на i–й операции, мин;

t – такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска однопредметной поточной линии находят из выражения

$$\tau = \frac{F_д \cdot 60}{N} \qquad (3.25)$$

Для многопредметной линии при обработке деталей с одинаковой станкоёмкостью

$$\tau = \frac{F_д \cdot 60}{N_А + N_Б + \ldots + N_n}\eta, \qquad (3.26)$$

где $N_А$, $N_Б$, ..., N_n – годовые объёмы выпуска деталей;

η – коэффициент, потерь времени на переналадку оборудования для другого типа η = 0,85-0,95.

Если на многопредметной поточной линии изготавливаются детали с различными станкоёмкостями то по формуле 3.27

$$\tau = \frac{F_д \cdot 60}{N_А + K_1 N_Б + K_2 N_В + \ldots + K_n N_n}\eta, \qquad (3.27)$$

$$K_1 = (\Sigma t_{шт.}Б\ \Sigma t_{шт.}А\ ); \qquad (3.28.)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий отношение станкоёмкости детали Б к детали А;

K_2 – коэффициент отношения станкоёмкости детали В к детали А и т.д. таблица 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет такта выпуска для трех деталей

Наименование детали	Годовой выпуск, шт.	Станкоём-кость, мин	Отношение станкоёмкостей к детали А	Расчет такта выпуска, t, мин
А	60 000	10	1,0	$\tau_{А}=\frac{3880\cdot60\cdot0,92}{60\,000+2\cdot48\,000+1,5\cdot24\,000}=1,12$
Б	48 000	20	2,0	$\tau_{Б=К_{1\tau_А}}=1,12\cdot2=2,24$
В	24 000	15	1,5	$\tau_{В=К_{2\tau_А}}=1,12\cdot1,5=1,68$

При укрупнённом методе количество основного оборудования определяется целиком по цеху (по участку) по формуле 3.29

$$C_{пр}=\frac{T_{пр}}{F_{д}\,K_{з.ср}}, \qquad (3.29)$$

где $T_{пр}$ – проектная станкоёмкость, по удельной станкоёмкости, ст.-ч;

$K_{з.ср}$ – средний по цеху коэффициент загрузки станков, рекомендуемые значения которого приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Рекомендуемые коэффициенты загрузки оборудования

Вид цеха	$К_{з.ср}$		
Механический	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное про-изводство	Крупносерийное и массовое производство
	0,80-0,9	0,75-0,85	0,65-0,85

Дополнительное оборудование принимается в % от количества основного оборудования, по среднеотраслевым данным.

Дополнительное технологическое оборудования цеха (участка), как правило, это:

– прессы для запрессовки обрабатываемых деталей на оправки;

– установки для удаления заусенцев;

– оборудование для закалки с нагревом ТВЧ;

– контрольные стенды и др.

Их количество составляет 5-30 % от количества основного технологического оборудования. Таким образом, общее число станков в цехе принимают равным

$$C = (1{,}05...1{,}3)\ C_{пр}. \qquad (3.30)$$

После расчёта количества оборудования оформляют ведомость [5], в которой указываются модели, габаритные размеры, мощность, балансовая стоимость, масса и количество по каждому станку.

Эти данные используют для разработки энергетической, строительной и других частей проекта.

На специальные станки, автоматические линии составляют технические задания для их проектирования и изготовления.

3.11 Компоновки оборудования основной системы

Разработка плана размещения всего оборудования предполагает расчет общей площади цеха (суммарная площадь основной и вспомогательной систем) и составление компоновочной схемы механического цеха.

Производственную площадь $S_{пр}$ определяют по показателю удельной $S_{уд.пр}$ площади, приходящейся на единицу основного оборудования:

$$S_{пр} = S_{уд.пр} \times C_{пр}, \qquad (3.31)$$

где $C_{пр}$ – число оборудования основной системы;

$S_{уд.пр}$ – *у*дельная площадь зависит от площади под оборудованием и транспортирующими конвейерами.

С учётом вспомогательных отделений и магистральных проездов общую площадь увеличивают на 35-40 %.

3.12 Состав и расчет штата работающих в цехе (участке)

Промышленно-производственный персонал цеха делят на пять категорий:

– производственные (основные) рабочие;

– вспомогательные рабочие;

– инженерно-технические работники (ИТР);

– служащие;

– младший обслуживающий персонал (МОП).

Производственные рабочие – рабочие, выполняющие операции по изготовлению продукции основной программы цеха.

Вспомогательные рабочие – лица, не принимающие непосредственного участия в выполнении операций по изготовлению основной продукции цеха, а занятые обслуживанием производственного процесса.

Инженерно-техническими работниками (ИТР) считают работников, выполняющих обязанности, связанные с техническим руководством производственными процессами и организацией производства или занимающих должности, для которых требуется квалификация инженера (магистра, бакалавра) или техника.

К служащим относят работников цеха, выполняющих функции по части, финансам, учёту и статистике, чертёжников, операторов копировальных машин.

Младший обслуживающий персонал составляют гардеробщики, уборщики непроизводственных помещений (цеховых контор, бытовых помещений), курьеры административной службы.

3.13 Производственные рабочие

К производственным рабочим механического цеха относят станочников, операторов и наладчиков автоматических линий, операторов–наладчиков, обслуживающих модули в ГПС, а также разметчиков, мойщиков деталей, слесарей и других рабочих, занятых выполнением операций технологического процесса изготовления деталей основного производства.

В цехах серийных производств при точном проектировании число рабочих основных профессий определяют по каждому виду оборудования по годовой станкоёмкости:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\text{д. р}} K_{\text{м}}}, \qquad (3.32)$$

где T_S – суммарная годовая станкоёмкость изготовления деталей на оборудовании данного типа, ст.–ч;

$F_{\text{д. р}}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего;

Ф = 1800 ч;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночности, показывающий число единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим.

Годовую трудоёмкость по отдельным специальностям подсчитывают по данным ведомостей расчёта оборудования (см. п. 3.6).

При укрупнённом проектировании число рабочих на основном оборудовании определяют по их числу на участке или цехе:

$$R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{пр}} F_{\text{д}} K_{\text{з.ср}}}{\Phi_{\text{д. р}} K_{\text{м. ср}}}, \qquad (3.33)$$

где $C_{\text{пр}}$ – принятое число единиц оборудования участка или цеха;

$F_д$ –действительный годовой фонд времени работы оборудования;

$K_{з.ср}$ –средний по цеху коэффициент загрузки оборудования;

$K_{м.ср}$ – средний коэффициент многостаночности.

Коэффициенты многостаночного обслуживания принимают в зависимости от оборудования и условий его планировки, анализа действующих цехов:

– для мелкосерийного и единичного производства – $K_{м.ср}$ = 1,1-1,35;

– для среднесерийного – $K_{м.ср}$ = 1,3-1,5;

– для крупносерийного и массового – $K_{м.ср}$ = 1,9-2,2.

В автоматизированном производстве к числу производственных рабочих относят операторов и наладчиков автоматических линий.

Для установки заготовок и снятия обработанных деталей для обслуживания одной автоматической линии механической обработки принимают одного или двух операторов в зависимости от условий её обслуживания.

Потребное число операторов и наладчиков для автоматических линий по данным норм технологического проектирования приведены в таблицах 3.11-3.13.

Таблица 3.11 – Нормы обслуживания автоматических линий оператором

Характер автоматических линий	Число операторов по обслуживанию одной линии в смену
Линия с автоматизацией переналадки деталей с линии на следующую операцию	1
Линия без автоматизации переналадки деталей с линии на следующую операцию	2

К общему числу производственных рабочих автоматических линий цеха добавляют 5 % запасных рабочих.

При детальных расчётах число основных производственных рабочих уточняют с учётом размещения оборудования и анализа условий многостаночного обслуживания. Такой анализ проводят на основе разработанных планировок.

При этом рассматривают возможности обслуживания одним рабочим нескольких станков одной смежной линии.

Таблица 3.12 – Число рабочих позиций, обслуживаемых 1 оператором

Категория сложности наладки	Число рабочих позиций, обслуживаемых одним наладчиком
Особо сложная (многошпиндельные токарные автоматы, двусторонние торцешлифовальные и бесцентрово-шлифовальные автоматы)	2
Сложная для обработки деталей 6–7-го квалитетов точности, средней сложности для обработки деталей 6–7-го квалитетов точности	4
Средней сложности для обработки деталей 7–8-го квалитетов точности	6
Простая для обработки деталей 7–8-го квалитетов точности	8

Особенно тщательно анализ проводят при проектировании участков и линий крупносерийного и массового производства.

Основное условие для использования многостаночного обслуживания заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий смог выполнить работу по обслуживанию других станков, т.е.

$$t_{\text{м}} \geq \sum_{i=1}^{m-1} t_{\text{р}i} \ , \qquad (3.34)$$

где $t_{\text{м}}$ – время работы станка без участия рабочего, когда рабочий свободен от обслуживания станка и активного наблюдения за его работой:

t_{pj} – суммарное время обслуживания и активного наблюдения за работой других станков с учётом времени на переход рабочего от одного станка к другому.

Для выполнения условия (3.34) составляются циклограммы обслуживания оборудования поточной линии рабочим и оператором [2], определяющие занятость и последовательность перехода станочника к обслуживаемым станкам поточной линии.

Средний коэффициент занятости рабочих на всей линии принимается не более

$$K_з = t_{рi} / T_ц = 0{,}7\text{-}0{,}8 \qquad (3.35)$$

В соответствии с операционными картами, определяющими характер выполняемых операций, устанавливают разряд рабочего при выполнении операций и средний разряд производственных рабочих цеха или участка.

В заключение расчёта составляют сводную ведомость производственных рабочих по сменам (таблица 3.13).

В настоящее время при двухсменном режиме работы численность производственных рабочих в первой смене (% общего числа производственных рабочих) рекомендуется принимать:

– в единичном и мелкосерийном производстве – 60 %;

– в среднесерийном – 55 %;

– в крупносерийном и массовом производстве – 50 %.

Таблица 3.13 – Ведомость расчета количества рабочих цеха (участка)

Профессия	Число единиц оборудования	Годовая трудоёмкость в станко-часах	Коэффициент многостаночного обслуживания	Число рабочих		В том числе по сменам		
				расчётное	принятое	I	II	III
Итого производственных рабочих								
Примечание. Указанный перечень профессий является примерным и устанавливается в каждом отдельном случае применительно к разработанному проекту.								

3.14 Расчёт числа вспомогательных рабочих

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие:

– техническое обслуживание производственных участков и линий;

– рабочие ремонтных и инструментальных служб;

– транспортные и подсобные рабочие;

– уборщики производственных помещений;

– рабочие складов и кладовых и др.

Численность вспомогательных рабочих при укрупнённом проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих.

При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоёмкости выполняемого объёма работ.

В таблице 3.14 приведены данные о соотношении (в %) числа вспомогательных рабочих цехового подчинения в зависимости от числа производственных рабочих цеха.

Указанные соотношения даны с учётом централизации всех вспомогательных служб и не учитывают ремонтных рабочих по текущему ремонту и межремонтному

обслуживанию технологического, подъёмно–транспортного и электрооборудования, слесарей-инструментальщиков, заточников, наладчиков контрольно-измерительных приборов, рабочих по приготовлению смазочно-охлаждающих жидкостей, водителей электрокаров и контролёров ОТК.

Таблица 3.14 – Численность вспомогательных рабочих (в % от основных)

Цехи и линии	Производство			
	единичное и мелкосерийное	средне-серийное	крупно-серийное	массовое
Ориентировочно	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25

Нормы производственного подразделения уточняются по отраслевым нормативам.

Если рабочие-ремонтники, заточники и слесари входят в состав цеха, то указанные нормы необходимо увеличить на 4-5 %.

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают:

– в цехах единичного производства и мелкосерийного производства 65 %;

– среднесерийного 60 %;

– крупносерийного и массового 55 % вспомогательных рабочих.

3.15 Расчёт численности ИТР, служащих и МОП

К категории инженерно–технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями (начальник цеха, его заместители, начальники отделений, участков, лабораторий, мастера), а также инженеры–технологи, техники, экономисты, нормировщики, механики, энергетики и т.д.

При укрупнённом проектировании численность ИТР цехов определяется нормами [2] в зависимости от числа основного оборудования цеха, или в зависимости от числа производственных рабочих (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Нормы для определения численности ИТР

Организация труда	Число ИТР (% числа производственных рабочих) при производстве			
	единичном и мелкосерийном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
Индивидуальная	24...18	22...16	21...15	20...15
Бригадная	12...9	11...8	10...8	10...7

При детальных расчётах численность ИТР уточняют в соответствии с разработанной структурой цеха и схемой его управления.

Предполагается, что 70 % общей численности ИТР работает в первую смену.

К категории служащих относится персонал, выполняющий работы по счёту, отчётности, снабжению, оформлению: бухгалтера, кассиры, копировщики, чертёжники, секретари, учётчики, заведующие складов и кладовых.

Использование ЭВМ для бухгалтерского учёта и расчёта заработной платы позволяет централизовать эту работу в масштабе предприятия.

Для первой смены численность служащих принимают равной 70 % общей численности служащих.

К категории младшего обслуживающего персонала относят уборщиков конторских и бытовых помещений. Их численность определяют по норме один человек на 500-600 м^2 площади указанных помещений.

Более подробно нормы расчёта численности ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала для механических цехов приведены в нормативах справочника [2].

Численность персонала ГПС определяют при детальном проектировании и конструкторской проработке отдельных её подсистем.

3.16 Сводная ведомость общего состава работающих

После подсчёта всех категорий работающих сводные данные заносят в таблицу 3.16, которая [2] входит в состав пояснительной записки к проекту.

Таблица 3.16 – Сводная ведомость общего состава работающих

Группа работающих	Число		Обоснование расчета
	всего	в том числе в максимальную схему	
Производственные рабочие: а) станочники б) слесари, разметчики и прочие			
Итого производственных рабочих			
Вспомогательные рабочие			по нормативам ___, что составляет ___ от производственных рабочих
Итого рабочих			
Инженерно-технические работники			
Служащие			
Младший обслуживающий персонал			_____ % от рабочих
			_____ % от рабочих
			_____- % от рабочих
Всего работающих			

Часть IV Специализированные цеха и участки

4.1 Заготовительные цеха

Заготовительные цеха предназначены для своевременного обеспечения основного производства качественными заготовками.

Перенос в специализированный заготовительный цех снижает затраты труда в основном производстве за счет:

– специализации производства, при этом заготовками обеспечиваются все производственные подразделения предприятия (цеха и участки);

– концентрации специфических технологий (ковка, прессование, штамповка, термообработка, раскрой листового и профильного металла) позволяет перевести единичное и мелкосерийное производство в среднесерийное и массовое.

Основные направления совершенствования работы заготовительных цехов:

1 Максимальное приближение свойств и габаритных параметров заготовок к характеристикам готовых деталей за счет применения прогрессивных технологий заготовительного производства, повышающих точность заготовок и производительность труда:

а) в литейном производстве – литье в кокиль, литье в оболочковые формы, точное литье под давлением, центробежное литье и др.;

б) в кузнечном производстве – штамповка в закрытых штампах, безоблойная штамповка, штамповка взрывом, гидроударная штамповка и др.

2 Минимизация себестоимости заготовительных операций за счет:

а) выделение заготовительных цехов (участков) в отдельные административно самостоятельные структурные единицы предприятий обеспечивающее концентрацию, специализацию и снижение затрат (себестоимости) полученных заготовок.

Концентрация и специализация заготовительных производств обеспечивает возможности использования более производительного оборудования, оснащения современными технологиями, лабораторной базой, автоматическими системами кон-

троля качества, позволит создать специализированные поточные линии, что приведет к сокращению материалоемкости и трудоемкости заготовительных процессов;

б) повышения производительности заготовительного производства на основе механизации, автоматизации и внедрения поточных методов;

в) применения групповых заготовительных технологий и групповой технологической оснастки, позволит сократить длительность производственного цикла изготовления заготовок, минимизировать затраты на переналадку оборудования и издержки, связанные с хранением запасов технологического оснащения.

3 Повышение экологической безопасности заготовительного производства:

а) за счет внедрения прогрессивных заготовительных технологий, сокращающих объем отходов производства и обеспечивающих возможность вторичного использования отработанных вспомогательных материалов;

б) аутсорсинга заготовительных процессов и перехода машиностроительных предприятий на использование услуг высокоспециализированных и концентрированных производителей заготовок;

в) оснащения заготовительных производств современными высокоэффективными технологиями и системами предотвращения возникающих выбросов.

4.1.1 Производственная структура заготовительных цехов включает:

– основные и вспомогательные отделения;

– прицеховые склады;

– служебные и бытовые помещения.

К основным отделениям относятся отделения:

– заготовительное (осуществляет предварительную резку и раскрой применяемых конструкционных материалов);

– ковочное;

– штамповочное;

– термическое;

– очистное;

– насосно-трансформаторное (осуществляет подготовку рабочих энергоносителей (сжатого воздуха, воды и силовой электроэнергии) для последующего питания ими основных технологических агрегатов цеха);

– ремонтно-механическое (выполняет ремонты и техническое обслуживание оборудования цеха, применяемых инструментов и оснастки).

Прицеховые склады заготовительных производств осуществляют хранение и транспортировку основных и вспомогательных материалов, инструмента и оснастки, готовых заготовок, запасных частей для ремонта оборудования цеха и т.д.

4.1.2 Особенность организации труда работников заготовительных цехов – бригадные методы работы, из-за необходимости обслуживания крупных технологических агрегатов (ковочных и штамповочных машин, литейных конвейеров, формовочных машин и т.д.), требующих одновременного согласованного тяжелого физического труда нескольких работников, обеспечивающего минимизацию перерывов между технологическими операциями.

Важной особенностью бригадной формы организации труда в заготовительных цехах является разделение основных операций от вспомогательных, а также внутрибригадная специализация работников.

Отделение вспомогательных технологических операций (например, подготовки литьевых форм, загрузки шихты в литейных цехах или установки штампов и наладки машин в кузнечных цехах) от основных операций (например, заливки металла в формы в литейных цехах или штамповки в кузнечных) обеспечивает сокращение длительности технологического цикла, уменьшение времени простоя технологических агрегатов и минимизацию перерывом между основными операциями.

Закрепление различных работ за рабочими бригады, приводит к углублению трудовой специализации работников, что повышает уровень производительности труда работников и бригады в целом.

4.2 Ковочно-кузнечные цеха и участки

Цех предназначен для производства деталей и заготовок из слитков или проката черных металлов методом свободной ковки на молотах и прессах (рисунок 4.1).

Производительность цеха – зависит от потребностей основного производства от 1 до 100 тыс. т поковок в год. Максимальный вес поковок достигает 3-5 т.

В крупных цехах ковка и штамповка могут осуществляться в нескольких отделениях в зависимости от мощности и габаритных параметров применяемых технологических агрегатов (например, в отделениях легких, средних и тяжелых прессов).

Вспомогательных отделений кузнечных цехов:

– контрольное;

– инструментально-штамповое (осуществляет хранение, комплектование и выдачу на рабочие места используемых инструментов и оснастки).

Рисунок 4.1 – Схема технологических потоков кузнечно-прессового цеха

Состав подразделений ковочно-кузнечного производства:

– заготовительное отделение с промежуточным складом;

– отделение ковки на прессах;

– отделение ковки на молотах;

– термическое отделение;

– очистное отделение;

– ремонтно-механический участок;

– насосно-аккумуляторное отделение;

– кладовые инструментов;

– склад готовой продукции.

4.3 Литейные цеха и участки

Предназначены для производства стального и чугунного листа в среднем объемом от 1 – до 50 тыс. т в год. Дневная плавка чугуна составляет 20-30 %, а стали – 70-80 % от общего суточного объема. Максимальная масса отливок в среднем составляет от 0,5 до 5 т.

Процессы в цехе являются вредными по санитарной характеристике производственного цикла с избыточным выделением тепла и пыли, что требует обязательного устройства дополнительной светоаэрации. В качестве конструкций дополнительной аэрации используют фонари в коньковой части покрытия.

Основная часть продукции поступает в кузнечно-прессовый и механический цеха для дальнейшей обработки (рисунок 4.2).

Состав подразделений литейного производства:

– склад исходных материалов для плавки;

– плавильное отделение;

– склад земли и смесеприготовительное отделение;

– отделение стального литья;

– отделение чугунного литья;

– участки выбивки отливок;

– термообрубное отделение;

– участок исправления отливок и склад готовых отливок;

– склад моделей;

– ремонтное отделение.

В литейных цехах к числу основных отделений относятся:

– смесеприготовительное (осуществляет предварительное создание формовочных смесей);

– формовочное (осуществляет изготовление литейных форм);

– стержневое (изготавливает литейные стержни для последующего получения отверстий в отливках);

– плавильно-заливочное;

– обрубное (осуществляет очистку полученных отливок);

–термическое.

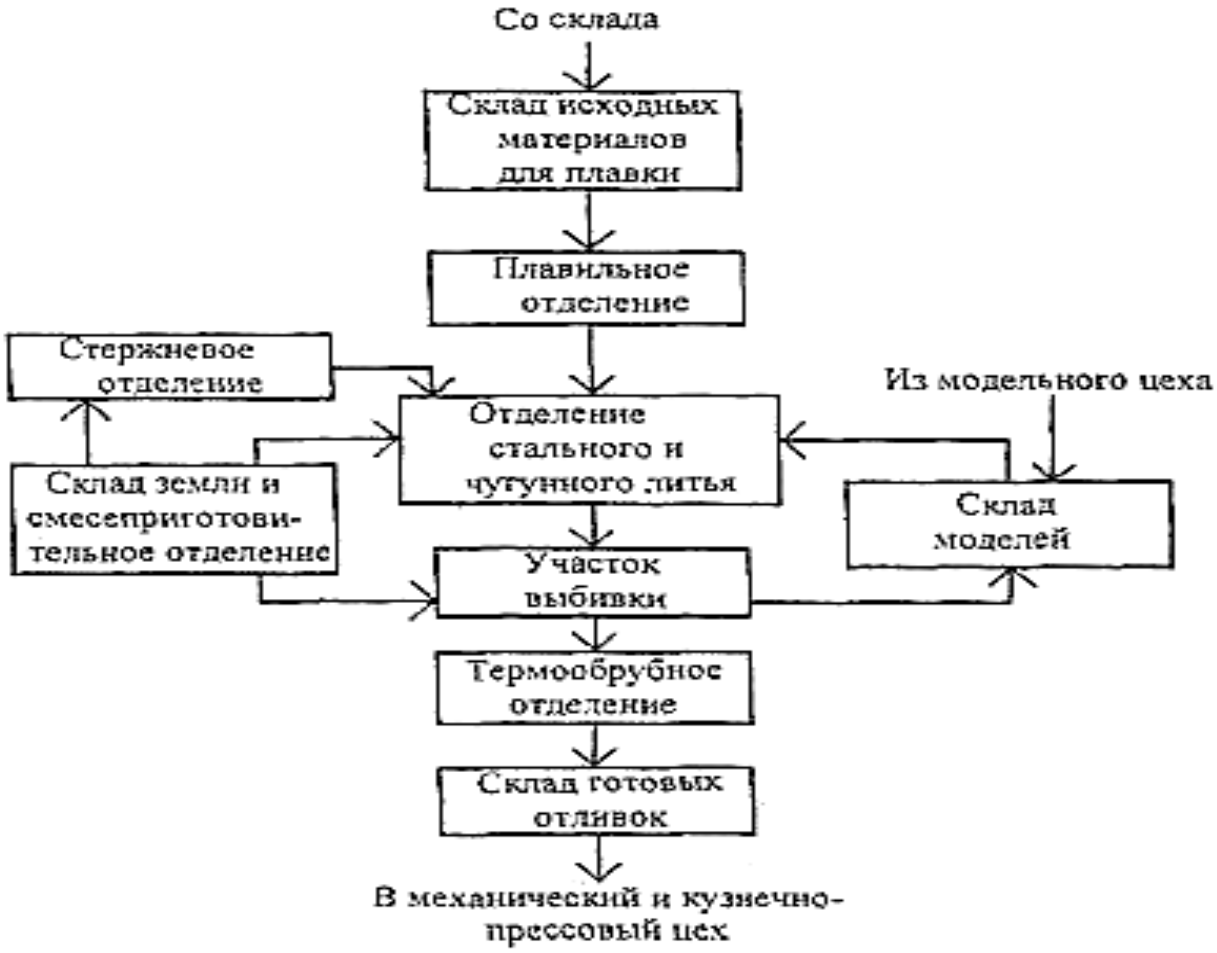


Рисунок 4.2 – Схема технологического процесса литейного производства

В цехах точного литья по выплавляемым моделям дополнительно создаются модельное, обжиговое и выбивное отделения.

К вспомогательным отделениям литейных цехов относят:

– ремонтно-слесарные;

– ковшовые;

– каркасные отделения.

4.4 Проектирование заготовительных цехов и участков

Проектирование заготовительных цехов состоит из следующих этапов:

– выбор подходящей номенклатуры технологических агрегатов;

– расчет необходимого количества оборудования;

– расчет потребности в производственных площадей (основных и вспомогательных);

– разработку пространственных планировок цеха.

Выбор номенклатуры оборудования осуществляется в каждом случае индивидуально исходя из таких факторов, как: конструктивные особенности планируемых к изготовлению заготовок, их габаритные размеры, плановые объемы производства, требуемый класс точности изготовления заготовок.

Методика расчета необходимого количества технологического оборудования сходна с процессами механической обработки.

Отличается применением укрупненных методов расчета трудоемкости и использованием типовых технологий, что сокращает время разработки технологии и технологической оснастки.

Расчет осуществляется исходя из планируемого годового объема выпуска заготовок в натуральных единицах или единицах массы и исходя из удельной часовой производительности агрегатов соответствующего вида:

$$C_{об} = \frac{G_{пл}}{q_ч^{уд} \cdot F_{эф}^{уд}} \qquad (4.1)$$

где $G_{пл}$ – плановый годовой объем выпуска заготовок в натуральных единицах или единицах массы;

$q^{уд}_{ч}$ – удельная часовая производительность одного технологического агрегата в натуральных единицах или единицах массы;

$F^{уд}_{эф}$ – удельная величина годового эффективного фонда времени работы одного технологического агрегата, ч.

Расчет площадей заготовительных цехов осуществляться детализированным и укрупненным методом, также как механический цех (участок).

Для детализированного метода необходима разработка пространственных планировок цеха исходя из технологического оснащения, габаритных размеров и количества выбранного технологического оборудования, расчет величины необходимых площадей с учетом необходимых проходов и проездов между оборудованием, отделениями цеха, и площадей прицеховых складов и служебных помещений.

При укрупненном методе расчета производственные площади цеха устанавливаются ориентировочно на основании зависимостей следующего вида:

$$S = \frac{G_{пл}}{q_м \cdot K_{пв}} \qquad (4.2.)$$

где $q_м$ – съем продукции (заготовок) с одного квадратного метра площади, в натуральных единицах или единицах массы, за час, месяц, год;

$К_{пв}$ – коэффициент пересчета времени работы оборудования в плановом периоде.

$$K_{пв} = \frac{F_{эф}^{уд}}{F_{фикс}} \qquad (4.3)$$

где $F^{уд}_{эф}$ – удельная величина годового эффективного фонда времени работы одного технологического агрегата, ч;

$F_{фикс}$ – величина фиксированного времени работы технологического агрегата, принятая в расчет при установлении съема продукции с одного квадратного метра площади цеха (смена, сутки и т.д.), ч.

Пространственные планировки заготовительных цехов учитывают необходимость максимальной прямоточности технологического процесса при минимальной длительности и трудоемкости операций по внутрицеховой транспортировке грузов.

Наиболее частым вариантом компоновки основных отделений в таких цехах является продольное расположение отделений относительно пролетов цеха, что позволяет максимально использовать для транспортировки основных грузов кран–балок и мостовых кранов, а отделения располагать поперек пролетов, в результате обеспечивается прямоточность производственного процесса и сокращается протяженность транспортных путей.

Вспомогательные отделения располагаются либо в торцах пролетов цеха, либо в крайних боковых его пролетах.

Склады сырья и материалов располагаются в начале основных технологических цепочек, а контрольно-проверочные пункты и склады готовых заготовок – в их конце после очистных, обрубочных и др. отделений, осуществляющих окончательную подготовку заготовок.

4.5 Проектирование цехов и участков металлоконструкций

Цех (участки) предназначены для изготовления деталей и узлов изделий, имеющих неразъемные соединения, выполненные преимущественно сваркой. Основным исходным материалом для производства металлоконструкция служит прокат металлов. Изготавливаются комбинированные конструкции из поковок, отливок, проката.

Технологические операции обслуживаются самоходными безрельсовыми тележками, а также мостовыми кранами. После сварки изделия могут проходить комплекс дополнительной обработки: механическую и термическую обработки травле-

ния, гидравлические испытания и окраску.

Передача металлоконструкций на соответствующие участки производится тележками и мостовыми кранами. Готовые изделия поступают на цеховой склад готовой продукции и далее в сборочный цех. Схема технологического процесса в цехе приведена на рисунке 4.3.

Состав подразделений цеха (участка) металлоконструкций:

– подготовительное отделение;

– сборочно-сварочное отделение крупных узлов;

– сборочно-сварочное отделение мелких узлов;

– резервуарный участок;

– участок термообработки;

– травильное отделение;

– участок гидравлических испытаний;

– окрасочный участок и склад готовой продукции;

– склад электродов и флюсов;

– инструментальная кладовая;

– ремонтно-механическое отделение.

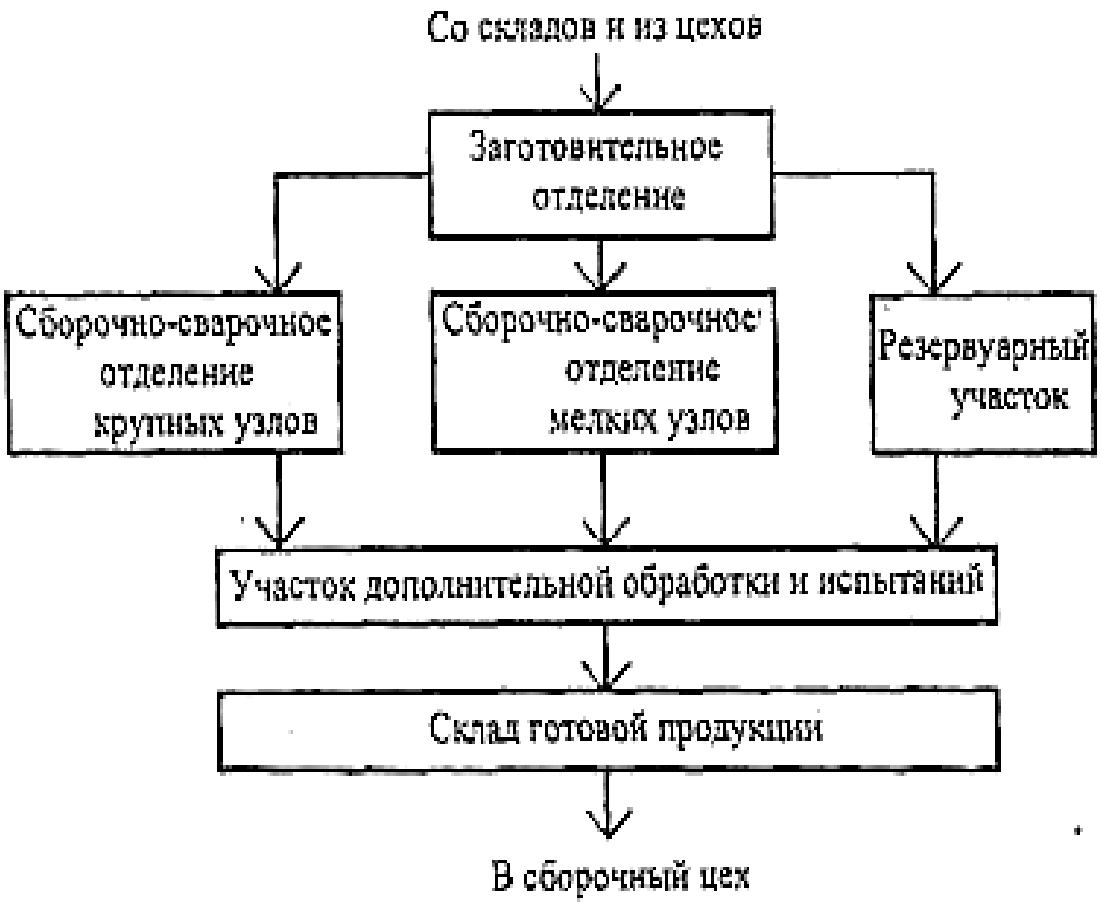


Рисунок 4.3 – Схема технологического процесса цеха (участка) металлоконструкций

Часть V Обрабатывающие цеха и участки

Основными направлениями совершенствования работы обрабатывающих цехов являются:

1 Сокращение длительности цикла обработки партий деталей за счет применения:

а) прогрессивных способов выполнения технологических операций (параллельного и последовательно-параллельного);

б) многоинструментальных наладок, новых режущих инструментов, оснастки, методов обработки и многолезвийных инструментов;

в) интенсивных режимов обработки;

г) универсальной быстропереналаживаемой оснастки, позволяющей минимизировать подготовительно-заключительное время;

2 Повышение точностных и качественных характеристик обрабатываемых деталей на основе внедрения:

а) высокоточного технологического оборудования;

б) методов точной обработки (тонкое точение, хонингование, притирка, отделочное шлифование, электрополирование, электроэрозионная, электроимпульсная обработка и т.д.);

в) автоматизированных устройств контроля качества обработки деталей и точности работы оборудования;

3. Сокращение объемов незавершенного производства позволяющего снизить себестоимость процессов обработки деталей за счет использования:

а) поточных методов производства (поточных линий механической обработки);

б) средств автоматизации технологического процесса на основе многофункциональных станков (токарно-фрезерно-расточных), обрабатывающих детали с одной установки;

в) групповых технологий обработки деталей различных видов;

г) методов многостаночного обслуживания станков с ЧПУ;

д) использование «нетрадиционных» методов обработки, например, с применением предварительного нагрева обрабатываемой поверхности.

5.1 Проектирование механических, механосборочных цехов (участков)

В механическом цехе (участке) производится обработка деталей, узлов, деталей изготавливаемых на проектируемом предприятии. Необходимые для этого заготовки, металл и отливки поступают со склада металла, заготовок и прочих материалов в отделение металлообрабатывающих станков.

Изготовленные и обработанные в механических отделениях детали и узлы передаются в сборочный цех завода.

Часто эти цеха (участки) располагаются рядом (под одной крышей), в зависимости от объемов производства и размеров изготавливаемой продукции, и проектируются как механо-сборочные производства.

Сводная схема технологических процессов приведена на рисунке 5.1

5.1.1 Состав подразделений механического цеха (участка):

– склад материалов и полуфабрикатов;

– отделение металлообрабатывающих станков;

– ремонтная мастерская;

– заточное отделение;

– инструментально-раздаточный склад;

– отделение приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

5.1.2 Технологии, используемые в сборочном цехе (участке)

В сборочном цехе осуществляются сборка, испытание, отделочные операции и упаковка готовых изделий. В цехе принят следующий порядок операций:

– подготовка деталей для сборки (очистка и промывка, проверка ряда деталей и узлов на герметичность и балансировка);

– сборка комплексов и узлов с применением запрессовки, посадки и т.д.;

– общая сборка деталей на стендах и обкатка;

– окраска двигателей, сдача отделу технического контроля и консервация.

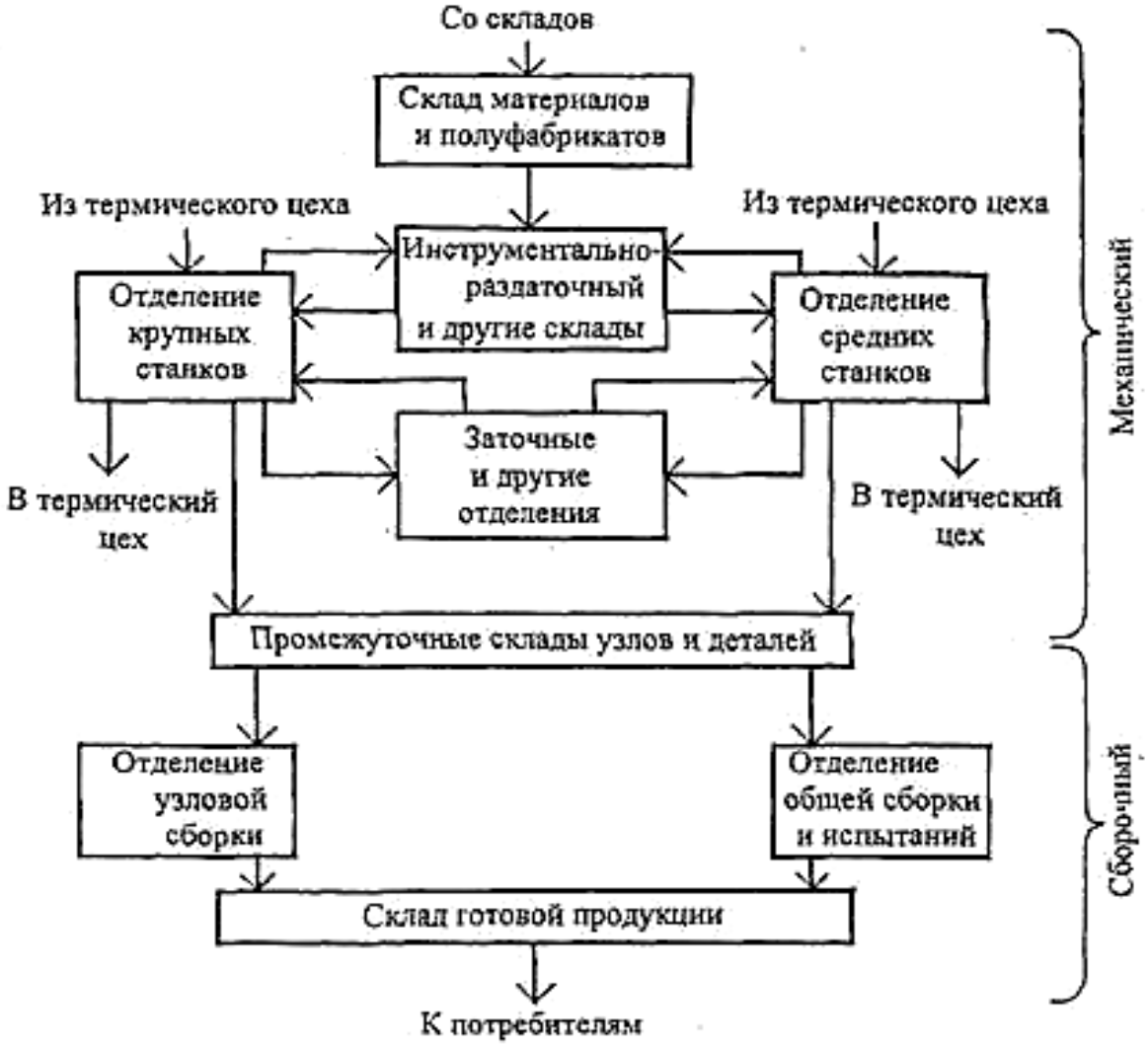


Рисунок 5.1 – Схема технологических потоков механического и сборочного производств

Детали и узлы к месту сборки подаются рельсовыми передаточными тележками, кран-балками и электрокарами. Склад готовой продукции имеет железнодорожный ввод для отгрузки продукции потребителям.

5.1.3 Состав подразделений сборочного цеха (участка)

В состав сборочного участка входят:

– промежуточные склады узлов и деталей;

– отделение узлов сборки;

– отделение общей сборки;

– участок покраски и упаковки;

– склад готовой продукции;

– кладовая вспомогательных материалов;

– инструментально-раздаточный склад;

5.1.4 В различных источниках приводятся данные годового фонда рабочего времени механических цехов, применяемые для уточнения полученных их расчетных значений (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Действительный (расчётный) годовой фонд времени, работы оборудования

Оборудование	Режим работы		
	односменный	двухсменный	трехсменный
Металлорежущее оборудование			
Металлорежущие станки массой, т:			
до 10	2040	4060	6060
от 10 до 100	2000	3985	5945
Металлорежущие станки с ПУ массой, т:			
до 10	–	3890	5775
от 10 до 100	–	3810	5650
Агрегатные станки	–	4015	5990
Автоматические линии	–	3725	5465
Поточные линии	–	3975	5945
ГПМ, РТК массой, т:			
до10	–	–	5970(7970)
от 10 до 100	–	–	5710(7620)

Для укрупненных расчетов используют удельную трудоёмкость обработки 1т изделий и 1т комплекта деталей, и выпуск на 1 единицу оборудования. Например, значения трудоемкости по механическим цехам тяжёлого машиностроения и станкостроения приведены в таблице 5.2 [3].

Таблица 5.2 – Человеко-часы, станко-часы, затрачиваемые на механическую обработку 1 т общего веса машин, 1 т обрабатываемых деталей

Машины	На 1 т общего веса		На 1 т обрабатываемых деталей		Выпуск на единицу производственного оборудования, ч
	человеко-часы	станко-часы	человеко-часы	станко-часы	
Тяжелое машиностроение					
Редукторы для прокатных станов: цилиндрические, цилиндрически-конические, червячные, глобоидные (при выпуске 4500 т весом до 30 т)			3 7	4 1	87
Краны мостовые электрические грузоподъемностью, т:					
5			28	31	98
15-20			22	24	135
30-50			20	22	149
Двигатели внутреннего сгорания:					
тихоходные дизели мощностью 600 л.с.			46	50,4	78
быстроходные 450 л.с.			214	235	17
Специальные крепежные детали (винты, болты, гайки, шпильки, штифты) и нормализованные детали (втулки, кольца, стаканы, фланцы и т.п.)			273	300	11

Станкостроение					
Токарно-винторезные, вальцетокарные, специальные и агрегатные станки (средний вес станка 8,7 т)	1 31	73,5	-	-	43,6
Горизонтально- и координатно-расточные станки, включая станки высокой точности (средний вес станка 32 т)	1 77	74	-	-	48
Токарно-револьверные станки (средний вес станка 4,3 т)	2 5,5	65	-	-	51

5.1.5 Число разметчиков и слесарей для межоперационной сборки определяют по трудоёмкости, принимаемой для укрупнённых расчётов в процентах от трудоёмкости станочных работ:

– для массового и крупносерийного производства 1-3 %;

– для серийного и мелкосерийного производства 5 %.

Для отраслей единичного и мелкосерийного производства это соотношение принимают в пределах 10 % (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Годовой фонд рабочего времени сборщиков, час

Оборудование сборочных цехов			
Рабочее место сборщика	2070	4140	6210
Рабочие места с механизированными приспособлениями	2050	4080	6085
Сборочное автоматическое и полуавтоматическое оборудование	2000	3975	5930
Испытательные стенды с автоматической регистрацией результатов испытаний	2010	3975	5960
Автоматические сборочные линии	–	3725	5465
Испытательные стенды	2020	4015	5990

5.1.6 Расчет коэффициента загрузки, $К_з$, определяют по формуле 5.1, при проектировании принимают рекомендованные значения по таблице 5.4.

$$C_р / C_{пр} = K_з \qquad (5.1)$$

где $C_Р$ – расчетное значение количества оборудования;

$C_{ПР}$ – принятое, после расчетов.

Таблица 5.4 – Допустимые значения коэффициента загрузки

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования $K_з$	
	максимальный	средний по группе
Универсальные станки	0,95…1,0	0,80
Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	0,95…1,0	0,85
То же, многошпиндельные	0,90	0,90
Специальные и агрегатные станки	0,90	0,90
Автоматические линии с жёсткими связями	0,95	1,0
Станки с ЧПУ	0,95	0,90

Разбивка оборудования по типам, например, для автомобилестроения, проводится по опыту действующих предприятий отрасли (таблица 5.5) [3].

Таблица 5.5 – Процентное отношение типов металлорежущего оборудования в механических цехах малолитражных автомобилей

Наименование групп станков	Цехи		
	двигателей	шасси	автоматный
Станки в автоматических линиях	71	29	4,6
Автоматы	1,9	3,5	77
Полуавтоматы	4,4	38	0,8
Агрегатные	3,2	3,1 9,5	5,3
Расточные	2,3	2,4	0,4
Протяжные	1,9	2,2	1,8
Зубообрабатывающие	6,4	9,5	–
Шевинговальные	0,7	2,1	–

Продолжение таблицы 5.5

Наименование групп станков	Цехи		
	двигателей	шасси	автоматный
Станки в автоматических линиях	71	29	4,6
Автоматы	1,9	3,5	77
Полуавтоматы	4,4	38	0,8
Агрегатные	3,2	3,1 9,5	5,3
Расточные	2,3	2,4	0,4
Протяжные	1,9	2,2	1,8
Зубообрабатывающие	6,4	9,5	–
Шевинговальные	0,7	2,1	–
Круглошлифовальные	4,9	4,1	1,1
Бесцентрово-шлифовальные	0,1	0,9	5,4
Плоскошлифовальные	1,3	1,4	1,5
Внутришлифовальные	0,3	2,1	0,2
Притирочные и полировальные	0,9	1,0	0,4
Суперфинишные	0,7	0,3	1,1
Хонинговальные	–	0,4	0,4
Итого:	100	100	100

Дополнительное оборудование принимается в % от количества основного оборудования, по среднеотраслевым данным.

Дополнительное технологическое оборудования цеха(участка), как правило, это:

– прессы для запрессовки обрабатываемых деталей на оправки;

– установки для удаления заусенцев;

– оборудование для закалки с нагревом ТВЧ;

– контрольные стенды и др.

Их количество составляет от 5 до 30 % от количества основного технологического оборудования. Таким образом, общее число станков в цехе принимают равным

$$C = (1{,}05\text{-}1{,}3)\ C_{пр} \qquad (5.2)$$

После расчёта количества оборудования оформляют ведомость [3], в которой указываются модели, габаритные размеры, мощность, балансовая стоимость, масса и количество по каждому станку (см в разделе 2.4).

Приведенные данные используют для разработки основного и вспомогательного оборудования, энергетической, строительной и других частей проекта.

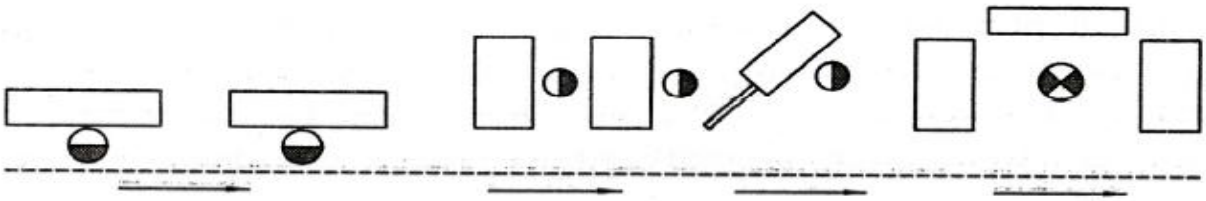
На специальные станки, автоматические линии составляют технические задания для их проектирования и изготовления.

5.1.7 Расстановка металлорежущего оборудования

Расположение оборудования на участках зависит от организационной формы обработки, их числа, средств межоперационного транспорта и способа удаления отходов (стружки, пыль) от мест образования.

Относительно транспортного средства или цехового проезда возможно продольное, поперечное, угловое и кольцевое размещение (рисунок 5.2).

Фронтальное (продольное) расположение станков создаёт благоприятные условия для механизации и автоматизации средств межоперациониого транспортирования и обслуживания рабочих мест.



а б в г

а – продольное, б – поперечное, в – угловое, г – кольцевое.

Рисунок 5.2 – Варианты размещения станков относительно проезда

Поперечное размещение оборудования ухудшает условия для обслуживания оператором за счёт большого удаления зоны загрузки-выгрузки

станка от средств транспортирования.

Расположение станков под углом характерно для станков, имеющих большую длину (продольно-фрезерные и продольно-строгальные, протяжные, прутковые автоматы и полуавтоматы). При таком размещении более рационально используется площадь цеха.

Различные варианты расположения станков приведены на рисунке 5.3.

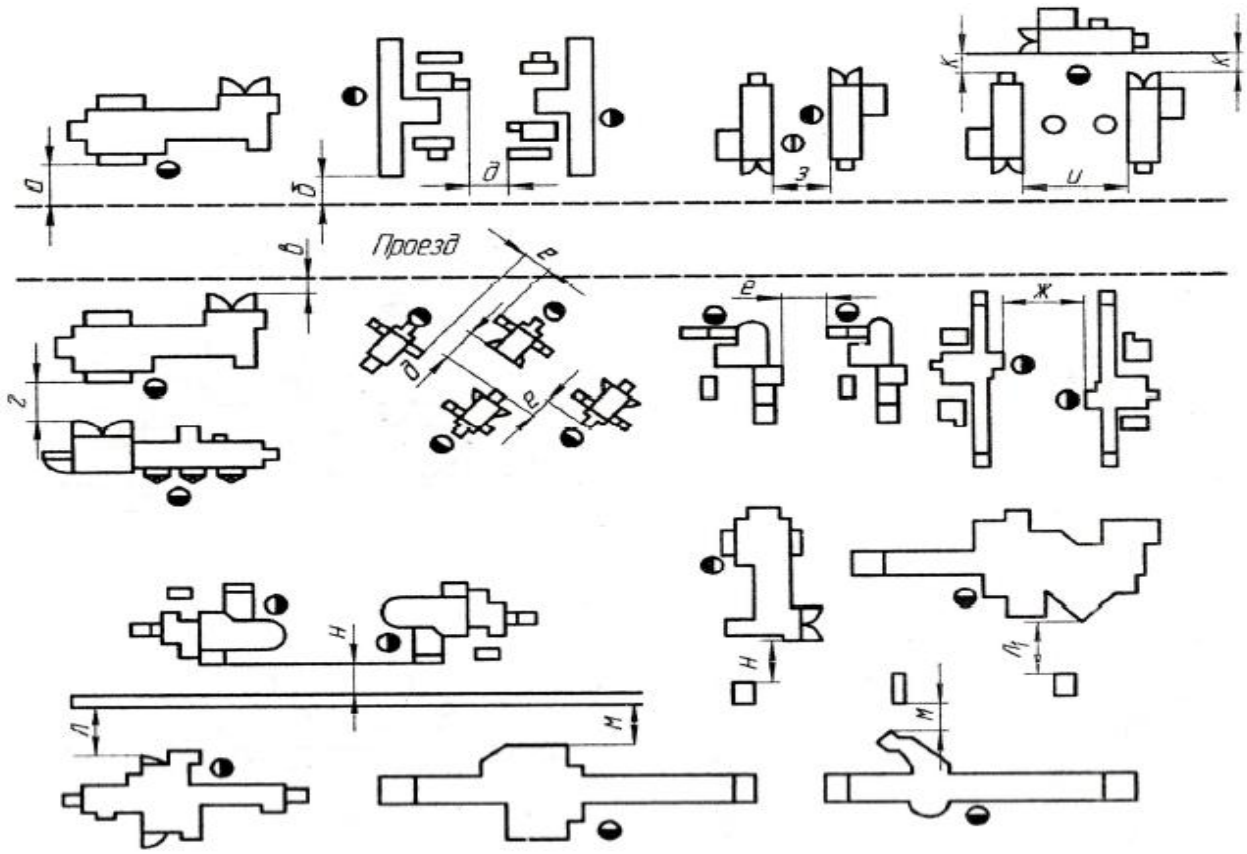


Рисунок 5.3 – Схемы размещения станков относительно элементов здания

Кольцевое расположение создаёт лучшие условия для многостаночного обслуживания. При размещении технологического оборудования должны быть соблюдены нормы, регламентирующие ширину проходов и проездов между рядами оборудования (станков), расстояния как между ними, и расстояния до стен и колонн здания (таблица 5.6).

Обоснованными являются рекомендованные значения расстояний для станков. Для других видов оборудования эти расстояния прописываются в технологической документации или паспортах оборудования. Их учитывают при расстановке и макетировании планировки.

При отсутствии таковых нужно учитывать зону вокруг оборудования для проведения осмотра технологического средства ≈ 0,5-0,7 м.

Таблица 5.6 – Нормы расстояний станков от проезда между станками, от станков до стен и колонн здания

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, не более, мм		
	1800	4000	8000
1	2	3	4
От проезда до:			
фронтальной стороны станка (*а*)	1600/1000		2000/1000
боковой стороны станка (*б*)	500		700/500
тыльной стороны станка (*а*)	500		500
Между станками при расположении их:			
«в затылок» (*г*)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
тыльными сторонами друг к другу (*д*)	700	800	1000
боковыми сторонами друг к другу (*е*)	900		1300/1200
Фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:			
одного 1 станка (*ж*)	2100/1900	2500/2300	2600
двух станков (*е*)	1700/1400	1700/1600	–
по кольцевой схеме (*и*)	2500/1400	2500/1600	–
От стен, колонн до:			
фронтальной стороны станка (*л*, $л_1$)	1600/1300		1600/1500
боковой стороны станка (*н*)	1300	1300/1500	1500
тыльной стороны станка (*м*)	700	800	900

В таблице 5.6 в соответствии с рисунком 5.3 даны расстояния:

а – между проездом и станками, расположенными фронтально;

б – между проездом и боковой стороной станка;

в – между проездом и тыльной 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 трёх станков, обслуживаемых одним оператором;

л, л1 – от стен и колонн до станка, расположенного фронтально;

м – от колонн и стен до станка, расположенного тыльной стороной;

к – от колонн и стен до станка, расположенного боковой стороной.

Расстояния в таблице 5.6 включают крайние положения движущихся частей, открывающихся дверок и постоянных ограждений.

Нормы расстояний между станками с разными габаритными размерами выбирают по большему из этих станков.

При обслуживании станков подвесными транспортными средствами расстояния от стен и колонн до станков принимают с учётом возможности их обслуживания подвесным транспортом.

При расположении канала для транспортировки стружки между тыльными сторонами двух рядов станков, установленных на общей фундаментальной плите, расстояние между ними принимается при транспортировании дробленой стружки (д), витой стружки (д + 0,4 м).

Планировка поточных линий имеет свои особенности:

– станки устанавливаются по ходу технологического процесса,

– предусматривают необходимые заделы и места для хранения заделов.

5.1.8 Проектирование многопредметных поточных линий

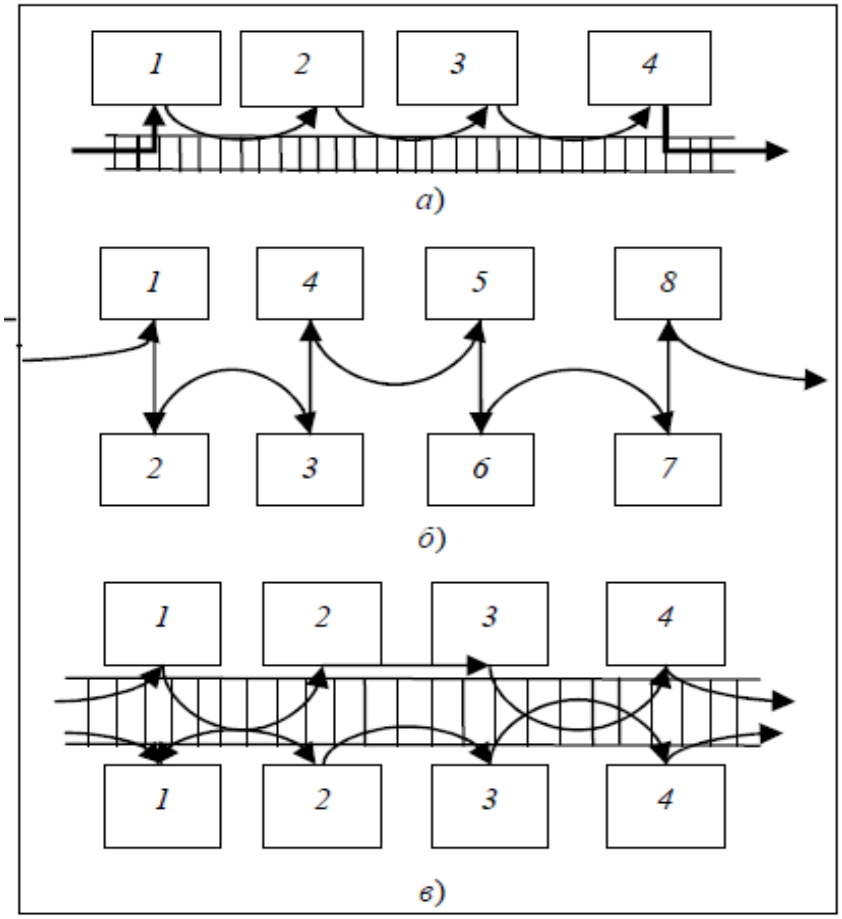
При проектировании многопредметных поточных линий следует избегать включения в линию деталей с возвратным движением.

На рисунке 5.4 показаны наиболее распространённые варианты планировок поточных линий.

В варианте (а) станки расположены в порядке последовательности операций, передача полуфабриката осуществляется с помощью конвейеров.

При обработке тяжёлых деталей каждый станок обслуживается поворотным краном или электротельфером на монорельсе.

Во втором варианте (б) станки также размещены в порядке операций, но в два ряда. Оба ряда работают самостоятельно. Станки обслуживаются двойным рольгангом, а иногда и тройным. Средний рольганг служит для передачи деталей в обход какой-либо операции. Вместо рольгангов можно использовать пластинчатые или подвесные конвейеры. Такую планировку принимают тогда, когда для каждой операции требуется не один, а два станка.



а – последовательно; б – в два ряда; в – сдвоенные станки.

Рисунок 5.4 – Расположение станков поточных линий

В этом случае будут две параллельные линии для обработки одинаковой детали. Подобную планировку можно использовать и при обработке различных деталей на каждом из потоков.

Третий вариант в) принимают при значительной (более 40-50 м) длине поточной линии. Станки устанавливают в два ряда, а детали переходят из одного ряда в другой. Если сдваивание оборудования не обеспечивает необходимой длины ветви поточной линии, её выполняют из отдельных участков или делают с поворотом таким образом, чтобы вход на линию заготовок и выход обработанных деталей были с разных сторон (Z-образной планировки).

В таблице 5.7 даны нормы расстояний между оборудованием при использовании автоматизированных транспортных средств:

– между станком и передвижной консольной секцией приёмопередаточного стола Д;

– от станка до оснастки или транспортного средства Е;

– между приёмно-передаточными столами Г;

– между транспортными средствами Ж.

Таблица 5.7 – Нормы расстояний (м) для транспортных устройств

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Эскиз
Автоматизированная напольная транспортная система	0,4	1,07	0,9	–	
Роликовый или пластинчатый конвейер	–	0,9	–	Не менее 0,1	
Подвесной конвейер	–	0,9	–	Не менее 0,3	

Ширину К межоперационного транспорта и ширину В приёмно-передаточных столов стеллажного оборудования принимают в соответствии с габаритными размерами обрабатываемых заготовок.

Ширина А пешеходного прохода между тыльными сторонами станков, встроенных в автоматизированные участки, должна быть не менее 1,6 м.

Показатели удельной площади для механического цеха приведены в [3].

В таблице 5.8 даны значения удельных производственных площадей на единицу оборудования по механическим цехам единичного, мелкосерийного и серийного производств заводов станкостроения.

Таблица 5.8 – Удельная и общая площадь на 1 станок механического цеха

Вид машиностроения	Производственная площадь на 1 станок, м^2	Общая площадь цеха на 1 станок, м^2
Грузовые автомобили 2,5…4 т:		
цех двигателей	16...20	21...25
цех шасси и задних мостов	16...20	21...25
цех коробок передач	16...20	20...25
цех автоматный	16...20	20...25
Гусеничные тракторы: цехи – двигателей, шасси, автоматный	15...20	–
Цилиндрические и роликовые подшипники:		
цех автоматно-токарный	15...20	–
цех втулок	12...16	–
цех шлифовальный	15...20	–

С учётом вспомогательных отделений и магистральных проездов общую площадь увеличивают на 35-40 %.

Если рабочие-ремонтники, заточники и слесари-инструментальщики входят в состав цеха, то указанные нормы необходимо увеличить на 4-5 %.

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают:

– в цехах единичного производства и мелкосерийного производства 65 %;

– среднесерийного 60 %;

– крупносерийного и массового 55 % вспомогательных рабочих.

В таблице 5.9 приведены нормы для расчёта численности ИТР механических и сборочных цехов. При этом разработка технологических процессов, их нормирования и разработка управляющих программ на ЭВМ, а также проектировании специальных приспособлений и инструментов выполняется работниками отдела главного технолога и отдела труда и заработной платы предприятия[3]. Практически это численность линейного персонала цеха (участка).

Таблица 5.9 – Нормы для определения численности ИТР

Организация труда	Число ИТР (% числа производственных рабочих) при производстве			
	единичном и мелкосерийном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
Индивидуальная	24...18	22...16	21...15	20...15
Бригадная	12...9	11...8	10...8	10...7

Большие значения норм соответствуют числу основных производственных станков механического цеха до 50 единиц или числу производственных рабочих сборочного цеха до 75 человек, меньшие значения – числу станков более 400 шт и числу производственных рабочих более 700 человек.

Промежуточные значения для конкретных условий могут быть получены интерполяцией.

Число служащих механических и сборочных цехов определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих.

Для механических цехов единичного и мелкосерийного производства в зависимости от числа производственных рабочих число служащих составляет от 1,2 % до 2,2 %, среднесерийного производства от 0,9 % до 1,9 %, крупносерийного производства от 0,6 % до 1,6 %, массового производства от 0,1 % до 1,4 %.

Меньшее значение соответствует численности производственных рабочих цеха более 700 человек, большее – численности производственных рабочих – менее 75.

Нормы даны для условий централизации табельного участка и бухгалтерских расчётов по заводу, т.е. эти работники в состав работающих цеха не входят.

Для первой смены численность служащих принимают равной 70 % общей численности служащих.

К категории младшего обслуживающего персонала относят уборщиков конторских и бытовых помещений. Их численность определяют по норме один человек на 500-600 м^2 площади указанных помещений.

Более подробно нормы расчёта численности ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала для механических цехов приведены в нормативах справочниках.

Численность персонала ГПС определяют при детальном проектировании и конструкторской проработке отдельных её подсистем.

В качестве примера в таблице 5.10 приведены состав и численность персонала ГПС АЛЛ-3-2 для изготовления корпусных деталей более 70 наименований размером до 250х250х250 мм в условиях мелкосерийного производства,

ГПС включает семь многоцелевых станков и один пятикоординатный станок с ЧПУ для глубокого сверления, автоматическую систему загрузки станков, автоматический склад, автоматическую систему инструментального обеспечения и другие системы.

Таблица 5.10 – Состав и численность, работающих ГПС АЛЛ-3-2

Состав работающих	Численность работающих в смену		
	1-ю	2-ю	3-ю
Операторы ГПМ	4	1	1
Сменные мастера	3	–	–
Наладчики оборудования и систем ЧПУ	5	2	1
Операторы по загрузке, разгрузке приспособлений-спутников и подготовке, оснастке	6	–	–
Технологи-программисты для автоматизированной подготовки управляющих программ	6	–	–

5.1.9 Норма численности работающих на один станок ЧПУ

При проектировании участков из станков с ЧПУ для предварительного расчёта числа работающих можно пользоваться следующими нормами численности работающих на один станок [3]:

– операторы – 0,08;

– слесари-ремонтники – 0,07;

– электрики – 0,045;

– электронщики – 0,1;

– программистры – 0,25;

– служащие – 0,01;

– итого – 1,275.

Расчётное число основных рабочих-станочников, вспомогательных рабочих и других категорий, работающих в цехе, может получиться дробным числом. В этих случаях эти числа округляют до целого числа и заносят в соответствующие графы таблиц. При этом при определении рабочих-станочников их средний коэффициент загрузки по цеху (участку) должен быть не менее 0,7-0,8 (таблица 5.11).

$$K_З = P_р / P_{пр} \geq 0{,}7\text{-}0{,}8 \qquad (5.3)$$

Таблица 5.11 – Численность вспомогательных рабочих механических и сборочных цехов (в % от числа производственных рабочих)

Цехи и линии	Производство			
	единичное и мелкосерийное	средне-серийное	крупно-серийное	массовое
Механические цехи	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25
Автоматические цехи	–	–	30...35	30...35
Автоматические линии	–	–	–	30...40
Сборочные цехи	20...25 40...45*	20...25	20...25	20...25
* Нормы приведены для цехов тяжёлого машиностроения с массой собираемых изделий более 50 т.				

В цехах серийных производств, при точном проектировании, число станочников определяют по профессиям (токари, шлифовщики, зуборезчики и т.д.) по станкоёмкости годового выпуска:

$$R_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{д.р} K_м}, \qquad (5.4)$$

Значение коэффициент многостаночного обслуживания, *К*м по группам обслуживания оборудования приведены в таблице 5.12 [3].

Таблица 5.12 – Форма ведомости расчета производственных рабочих механического цеха

Профессия	Число единиц оборудования	Годовая трудоёмкость в станко-часах	Коэффициент многостаночного обслуживания	Число рабочих		В том числе по сменам		
				расчётное	принятое	I	II	III
Токари								
Револьверщики								
Автоматчики								
Карусельщики								
Расточники								
Фрезеровщики								
Строгальщики								
Долбёжники								
Сверловщики								
Зуборезчики								
Протяжчики								
Шлифовщики								
Хонингисты								
Пилорезчики								
Центровщики								
Итого производственных рабочих								

Примечание. Указанный перечень профессий является примерным и устанавливается в каждом отдельном случае применительно к разработанному проекту.

Таблица 5.13 – Нормы многостаночного обслуживания станочников

Типы станков	Норма (число станков) обслуживания одним станочником
Неавтоматизированные станки широкого назначения: токарные, токарно-револьверные, сверлильные, фрезерные мелкие и средние, протяжные, поперечно-строгальные, долбёжные, внутришлифовальные, круглошлифовальные, бесцентрово-доводочные	1
Фрезерные крупные и продольно-строгальные крупные	1–2
Станки общего назначения с программным управлением	2–3
Многошпиндельные токарные полуавтоматы и прутковые токарные автоматы	2–3
Одношпиндельные токарные многорезцовые и копировальные полуавтоматы, токарно-револьверные полуавтоматы	2–3
Одношпиндельные токарные прутковые автоматы	4–5
Трубоотрезные автоматы, токарно-доделочные автоматы (на базе токарных станков)	4
Зубострогальные	3–4
Зубофрезерные, зубодолбёжные	4–5
Плоскошлифовальные двухшпиндельные с непрерывным циклом работы и ручной загрузкой. Круглошлифовальные бесцентровые с ручной загрузкой	2 рабочих на 1 станок
Круглошлифовальные бесцентровые с магазинной загрузкой (с вибробункером)	2
Круглошлифовальные полуавтоматы для роликовых дорожек, колец, внутришлифовальные полуавтоматы, желобошлифовальные полуавтоматы, ленточно-хонинговальные автоматы	1–2

5.2 Проектирование цехов и участков тепловой обработки

5.2.1 Цель термической обработке изменение в нужном направлении свойств механических, технологических, физико-химических и т.д. без изменения размеров.

Технологический процесс тепловой обработки представляют собой целенаправленную последовательность технологических операций, по изменению свойств материала деталей.

Себестоимость тепловой обработки обычно составляет 2-4 % от полной себестоимости изделия, но существенно повышает трудоемкость и себестоимость смежных операций изготовления изделий.

Разработка технологического процесса, технологом–материаловедом ведется в контакте и взаимодействии с конструктором изделия.

В основе каждой операции тепловой обработки лежат объективные физические закономерности изменения структуры и прохождения полиморфных и фазовых превращений в материале.

5.2.2 Классификация цехов (участков) тепловой обработки возможна:

1 По месту в заводской структуре:

– самостоятельный термический цех;

– отделение тепловой обработки;

– участок тепловой обработки.

2 По виду обрабатываемых деталей (по виду преобладающих операций). Например, участок термической обработки инструмента.

3 По производственному признаку:

– основные цехи тепловой обработки, предназначенные для обработки деталей товарного производства;

– вспомогательные цехи – для обработки деталей вспомогательного производства.

Основные цехи тепловой обработки разделяют на 3 вида:

1 Цехи, связанные с заготовкой производства (литейные и кузнечно-штамповые). В них производится термическая обработка поковок, штамповок, отливок до механической обработки).

2 Цехи, связанные с обрабатывающими механическими цехами, в них производится тепловая обработка деталей основной продукции после механической обработки.

3 Цехи, связанные с заготовительными и обрабатывающими операциями (рессорные, пружинные).

К термическим цехам вспомогательного производства относятся цехи, отделения и участки для обработки режущего инструмента, штампов и оснастки, или связанные с ремонтным производством.

5.2.3 Характеристика технологий термического цеха

Схема технологического процесса приведена на рисунке 5.5.

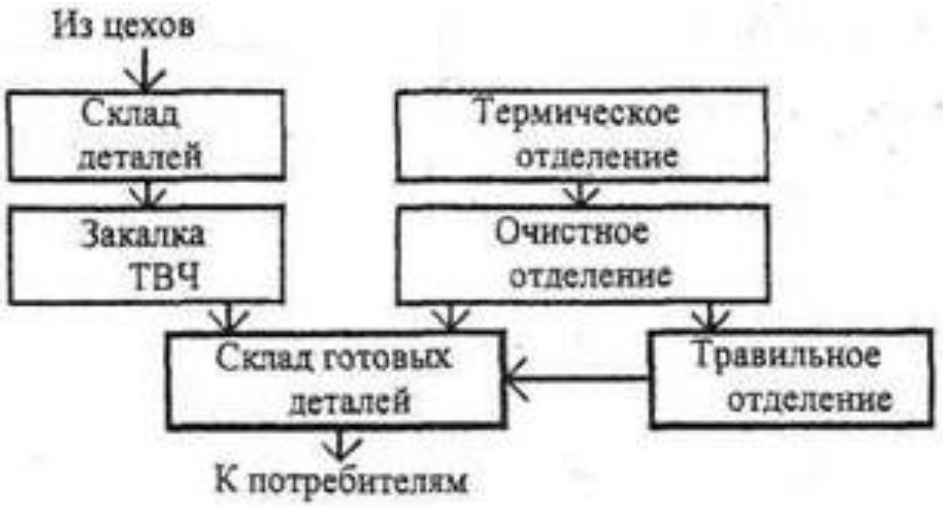


Рисунок 5.5 – Схема технологического процесса термического цеха

Термический цех (участок) предназначен для обработки чистовых деталей после механической обработки, а также сварных узлов и деталей.

Детали, поступившие в цех, размещаются на складе в соответствии с требуемой технологией обработки с нагревательными печами, закалочными ваннами, а также печи для специальных видов обработки (цементация, азотирование, цианирование и т.п.).

После обработки часть деталей поступает в очистное отделение, затем в травильное, далее на участок технического контроля и на склад.

Для проведения поверхностной закалки деталей цех имеет специализированный участок.

Готовые детали проверяются службой технического контроля и поступают на склад готовой продукции. Цех обслуживается мостовыми кранами и напольными безрельсовыми тележками.

5.2.4 Состав подразделений термического цеха.

Состав подразделений термического цеха включает:

– склад деталей, поступивших для термообработки;

– термическое отделение;

– склад готовых деталей;

– очистное отделение;

– травильное отделение;

– участок закалки ТВЧ;

– отделение трансформаторов и генераторов;

– склад вспомогательных материалов.

5.2.5 Структура технологического процесса термической обработки

Технологический процесс термической обработки состоит из 3–х операций:

1 При нагреве всё изделие или его часть нагревается до заданной температуры, при этом происходит изменение структуры.

2 Для полного завершения процесса изменения структуры требуется выдержка. При этом происходят 2 процесса:

– достижение оптимальной температуры и состояния структуры;

– изменяется химический состав поверхности.

Продолжительность нагрева имеет важное значение. Это время необходимо для прогрева сердцевины и формирования структурных превращений.

3 Эти процессы продолжаются и при охлаждения.

5.2.6 Рабочее проектирование термических цехов

Исходными данными для разработки технологических процессов тепловой обработки и проектирования участков или цехов являются:

– номенклатура изделий;

– чертежи деталей с указанием марки материала, технических требований к деталям (состояние поверхности, твердость, шероховатость, покрытия и т.д.);

– виды термической и химико-термической обработки, или другой обработки;

– годовая программа выпуска деталей;

– технические условия на изделия, с подробными требованиями по изготовлению изделий, и условиями их эксплуатации;

– технические указания, с обоснованием особенностей проектируемого производства.

При рабочем проектировании цехов тепловой обработки приобретается или разрабатывается нестандартное оборудование:

– для нагрева – печи, ванны, высокочастотные, лазерные, газоплазменные и др. установки;

– для охлаждения: закалочные баки и машины, спрейерные устройства, охладительные камеры, холодильные камеры и др;

– конструкции нестандартного автоматического оборудования, агрегатов с роботами и манипуляторами для автоматизированного обслуживания технологических процессов;

– создаются и отрабатываются схемы автоматического управления процессами и технологическими установки для создания контролируемых атмосфер;

– разрабатываются компоновки маслоохладительных установок;

– комплектуются устройства для неразрушающего контроля качества и свойств изделий после термообработки;

– создаются планировки оборудования проектируемого участка или цеха, с указанием коммуникаций и подъемно-транспортных средств.

В пояснительной записке рабочего проекта по проектируемому цеху или участку приводятся конкретные данные:

– расчет годовой программы;

– выбор основного оборудования и топлива;

– выбор дополнительного и вспомогательного оборудования;

– фонды времени работы оборудования.

В технико-экономических расчетах приводятся расчеты:

– себестоимости тепловой обработки;

– затрат на оборудование;

– капиталовложений;

– по трудозатратам и заработной плате;

– по энергетике и материальному снабжению.

Определяется смета цеховых расходов и калькуляция себестоимости тепловой обработки деталей и выпускаемой продукции.

5.2.7 Общие правила разработки технологических процессов

Технология тепловой обработки включает в себя выбор вида обработки с целью получения требуемых свойств, а также подбор оборудования для реализации этой обработки.

Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечивать повышение производительности труда и качества изделий. Он должен обеспечивать также сокращение трудовых и материальных затрат, с минимальным вредным воздействием на окружающую среду.

Порядок разработки производства для реализации технологического процесса тепловой обработки (по основным принципам не отличается от других процессов). Он состоит из комплекса взаимосвязанных работ:

– выбор оптимального варианта тепловой обработки;

- выбор типового и специального оборудования;

– расчет режимов тепловой обработки;

– выбор средств измерений;

– выбор объектов технического контроля;

– составление инструкций по технике безопасности при работе;

– нормирование процесса;

– определение профессий, квалификации и количества рабочих;

– определение основных параметров цеха (участка);

– разработка компоновки и планировки.

Выбор оптимального режима тепловой обработки начинается с анализа технологичности конструкции детали.

Технологичность – совокупность свойств конструкции деталей или сборочных единиц, выраженных в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов, времени технологической подготовки производства, изготовления, эксплуатации и ремонта.

Виды тепловой обработки назначают в соответствии с требованиями чертежа детали о способе ее изготовления и требований конструктора об условиях службы деталей и изделия в целом.

Краткие требования конструктора содержатся на чертежах деталей, а подробные в специальных технических условиях (ТУ).

По условиям работы все детали, подвергаемые тепловой обработке можно разделить на 3 группы:

1 Детали машин и элементы конструкций, от которых требуются определенные механические и технологические свойства.

2 Детали машин и элементы конструкций, к которым предъявляются требования по обеспечению особых свойств, например, электротехнических, коррозионную стойкость, жаропрочность и другие.

3 Инструмента различного назначения. Требования к ним: высокие твердость и износостойкость, постоянство размеров, теплостойкость. Для изготовления инструментов используют инструментальные стали, сплавы и синтетические материалы.

Разработка и отладка технологического процесса является составной частью технологической подготовки производства (ТПП), которая заключается в проектировании рациональных и прогрессивных способов изготовления отдельных деталей и сборочных единиц.

ТПП осуществляется на основе ГОСТов, Согласно ЕСТПП возможна разработка двух видов технологических процессов:

1 Единичный технологический процесс – предназначен для изготовления деталей по наименованиям.

2 Типовой технологический процесс – предназначен для группы однотипных или разнотипных изделий.

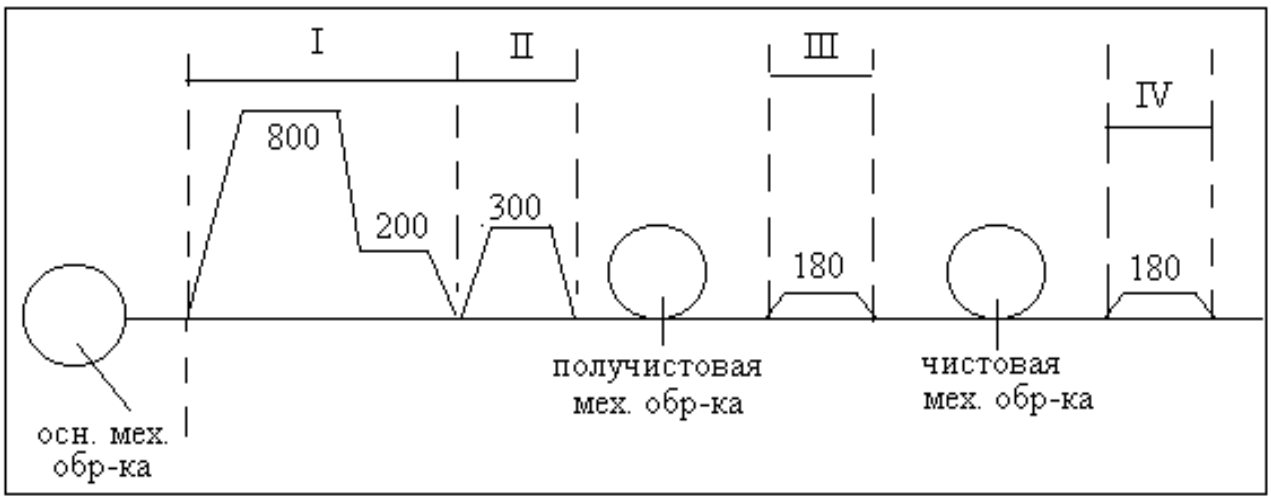
По степени детализации технологические процессы различают:

– маршрутный технологический процесс;

– операционный технологический процесс;

– маршрутно-операционный технологический процесс.

5.2.8 Технологический маршрут – последовательность прохождения предмета производства по подразделениям производства при выполнении технологического процесса. Для графического изображения сложных технологических маршрутов при неоднократном чередовании тепловой и механической обработки применяют специальные схемы (рисунок 5.6).



I – изотермическая закалка; II – отпуск; III, IV – стабилизирующий отпуск.

Рисунок 5.6 – Графическое изображение технологических маршрутов

5.2.9 Пример технологического маршрута.

Изготовление кольцевых обойм для подшипника:

– горячая штамповка;

– предварительная термическая обработка (отжиг на зернистый перлит);

– предварительная механическая обработка (точение);

– упрочняющая термическая обработка (закалка + низкий отпуск);

– окончательная механическая обработка (шлифование);

– окончательная термическая обработка (низкий отпуск для снятия шлифовочных напряжений);

– окончательный контроль и сдача продукции на сборку.

5.2.10 Технологический маршрут изготовления деталей из металлических порошков.

1 Исходный материал – металлические порошки.

2 Технический контроль по химическому и ситовому составу.

3 Довосстановление (при необходимости).

4 Просеивание.

5 Смешивание порошков.

6 Технический контроль на равномерность смешивания и насыпной вес.

7 Прессование.

8 Технический контроль качества прессования.

9 Спекание.

10 Контроль качества спекания.

11 Калибрование или прокатка.

12 Технический контроль.

13 Пропитка маслом.

14 Контроль качества пропитки.

15 Сдача продукции на склад.

Технологический маршрут выполняется на основе рабочих чертежей.

Операцию тепловой обработки стараются провести перед чистовой механической обработкой, и, если это возможно, перед окончательным этапом механической обработки.

Для уменьшения внутренних напряжений, созданных шлифовкой, выполняется отпуск. Он является окончательной операцией. Для улучшения обработки резанием заготовок, детали подвергаются отжигу (нормализационному, охрупчивающему и. т.д.).

Термообработку проводят также для создания новых свойств материалов, которые оговорены в технических условиях на изделия или деталь.

Разработка производственного подразделения для реализации технологического процесса тепловой обработки в общем случае проводится в следующем порядке:

– подбор аналога или типового технологического процесса;

– определение последовательности и содержания технологических операций;

– назначение и расчеты режимов обработки;

– выбор оборудования для тепловой обработки и контроля;

– нормирование процессов;

– определение профессий и квалификации исполнителей;

– выбор средств автоматизации и механизации элементов технологического процесса и внутрицеховых средств транспортировки;

– составление планировки производственных участков;

– выбор тары для межцеховой транспортировки;

– оформление рабочей документации на технологический процесс.

5.2.11 Технологические процесс тепловой обработки состоит из основных и вспомогательных операций.

Основные операции: спекание, лазерная обработка, отжиг, закалка, отпуск. Это те операции, которые меняют структуру и свойства материалов (таблица 5.14).

Вспомогательные операции – те, выполнение которых не влияет на изменение структуры и свойств деталей, но без них невозможна дальнейшая обработка, например промывка деталей после закалки или обезжиривание перед обработкой, очистка от окалины, травление, правка.

Таблица 5.14 .– Удельная производительность печей, кг/м^2 час

Тип печей	Отжиг	Нормализация	Закалка	Отпуск	Цементация	
					в твердом карбюризаторе	газовая
Камерная	40…60	120…160	120…160	100…140	10…12	40…50
Толкательные	50…70	120…200	150…200	140…180	12…20	
Конвейерные	–	180…220	180…220	180…220	–	

Операция тепловой обработки подразделяют:

– на технологические переходы, осуществляемые одним рабочим или группой рабочих;

– на одном оборудовании, например операция объемной закалки может иметь переходы: загрузка в печь, нагрев, выдержка, охлаждение в воде или масле (таблица 5.15).

Таблица 5.15 – Средняя производительность печей и печей ванн

Наименование печей	Операция	Средняя производительность, кг/ч
Камерная печь газовая с площадью пода 0,8 м^2	Нагрев под закалку	100…120
Электропечь с контролируемой атмосферой с площадью пода 0,4 м^2	Нагрев под закалку	50…70
Соляная ванна с размерами тигля, мм: ∅ 300 × 400 ∅ 400 × 500	Нагрев под закалку	 30…50 40…60
Шахтные электропечи с циркуляцией воздуха, с корзиной, мм, ∅ 400 × 500	Отпуск	50…200 (в зависимости от режима)

5.2.12 Расчет технологического оборудования

Расчет технологического оборудования выполняется в следующем порядке:

1 Определяется режим работы участка, количество смен, исходя из технологического процесса и типа оборудования.

2 Устанавливается номинальный и эффективный (действительный) годовые фонды времени работы оборудования, выходные, праздничные дни и плановые простои оборудования на ремонте.

3 Рассчитывается задолженность каждой единицы оборудования – количество часов, необходимых для работы оборудования, чтобы обработать деталь или группу однородных деталей в год.

Перед выбором основного оборудования определяются типы конструкций печей или нагревательных устройств, которые нужно применять для осуществления технологических процессов, учитывая характер и объем производства (массовое, единичное или иное).

Загруженность оборудования определяется по нормативному времени, рассчитанному для каждой операции по составленной загрузочной ведомости, форма приведена в таблице 5.16.

Таблица 5.16 – Форма загрузочной ведомости

Наименование детали	Марка материала	Годовая программа		Вес 1 шт., кг	Кол–во дета–лей в садке	Операция	Продолжительность процесса, ч.	Годовое производ-ство		Задолженность печи на год ч
		шт.	кг					шт.	кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Загруженность оборудования ($П_з$) можно определить по формуле 5.5

$$П_з = Q/P \qquad (5.5.)$$

где Q – годовая программа, кг;

P – часовая производительность, кг/ч.

Количество технологического оборудования N_P определяется путем деления загруженности оборудования на эффективный фонд времени $Ф_{эф}$

$$N_P = П_з / Ф_{эф} \qquad (5.6.)$$

где $Ф_{эф}$ – эффективный фонд времени, определяют по номинальному фонду рабочего времени $Ф_{ном}$ формуле 5.7

$$Ф_{эф} = Ф_{ном} \cdot К_{поб} \qquad (5.7)$$

и номинальному фонду рабочего времени $Ф_{ном}$ по формуле 5.8

$$Ф_{ном} = (К–В–П)\, Д \cdot С_м \qquad (5.8)$$

где $К$ – количество дней в году;

$В$ – количество выходных;

$П$ – количество праздников;

$Д$ – длительность смены;

$С_м$ – число смен;

$Ф_{ном}$ – номинальный фонд рабочего времени;

$К_{поб}$ – коэффициент планового ремонта оборудования (0,88)

Эффективный фонд времени при работе в 3 смены для механизированных печей составляет 7710 ч.

5.2.13 Определяем коэффициент загрузки оборудования $К_З$ по формуле 5.9

$$K_З = N_P / N_{пр} \qquad (5.9)$$

где N_P – количество необходимого оборудования,

$N_{пр}$ – количество принятого оборудования;

Коэффициент загрузки оборудования показывает резервы оборудования, знание которого позволяет обеспечить маневренность и заменяемость оборудования. Рекомендуется:

При 3-х сменном режиме: $K_З$ = 0,8÷0,7

При 2-х сменном режиме: $K_З$ = 0,95

При коэффициенте загрузки меньше 0,7 выбирают оборудование с меньшей производительностью.

5.2.14 Вспомогательное оборудование к нему относятся прессы, травильные ванны, пескоструйные и дробеструйные аппараты, промывочные баки, моечные машины, оборудование для получения защитных атмосфер и другие машины и механизмы.

Выбор вспомогательного оборудования определяется требованиями, предъявляемыми к поверхности обрабатываемых изделий по нормам, связанным с его производительностью, перечень заносится в ведомость (таблица 5.17).

Таблица 5.17 – Форма сводной ведомости основного и вспомогательного оборудования

Наименование операции	Тип печи и ее модель	Площадь пода печи, м^2	Удельная производит. печи,	Задолженность печи на годовую	Годовой фонд времени работ	Расчетное количество печей,	Принятое количество печей,	Коэфф. загрузки
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5.2.15 Энергетическое оборудование, включает: трансформаторные подстан-

ции, вентиляционные установки, очистные сооружения, системы снабжения теплом, паром, воздухом, газом, водой, топливом.

При проектировании должно учитываться:

– выбранное технологическое, подъемно–транспортное и вспомогательное оборудование, режим его работы;

– необходимо также определить потребное количество электроэнергии, пара, тепла, жидкого и газового топлива, сжатого воздуха.

Общий расход энергоресурсов рассчитывают в единицу времени.

Особое место занимает вода, которая включается в энергетическую ведомость, хотя она используется не как энергоноситель.

Производится раздельный расчет хозяйственной, (технической) и питьевой воды. Поэтому проектируются раздельные водопроводы, водопроводные сети для питьевой воды и сети для технической воды.

Если вода в технологическом процессе загрязняется, то необходимо указать, чем загрязнена и в каком количестве. В разделе «Экология» указывается, какие меры исключают попадание такой воды за пределы цеха (таблица 5.18).

Таблица 5.18 – Ведомость энергетического оборудования

Наименование оборудования	Выполняемая операция	Краткие технические характеристики	Количество оборудования, шт.
1	2	3	4

Принята следующая очередность описания оборудования: 1 – основное; 2 – вспомогательное; 3 – подъемно–транспортное; 4 – энергетическое.

5.2.16. Технические расчеты в энергетической части.

1 Расчет расхода электроэнергии.

Потребители электроэнергии в термическом цехе: печи, электродвигатели у печей, конвейеры, закалочные баки, насосы, маслоохладительные установки, промывочные машины, вентиляторы.

Годовой расход электроэнергии

$$Э = n\,N\,K_з\,Ф_э\,K_п \qquad (5\ .10.)$$

где, n – число ед. оборудования, шт;

N – мощность оборудования, кВт;

$K_з$ – коэффициент загрузки;

$Ф_э$ – эффективный фонд работы (годовой);

$K_п$ – коэффициент полезного использования печи по мощности.

При расчете электроэнергии для печей используют коэффициент $K_п$, а прочего оборудования только $K_з$. (таблица 5.19).

Таблица 5.19 – Ведомость расчета потребного количества электроэнергии

Наименование оборудования	Мощность оборудования	Количество единиц	Количество часов работы с учетом $К_з$	Потребляемое количество электроэнергии в год, Дж/кВт.ч	Коэффициент использования мощности $К_н$	Количество электроэнергии в год с учетом $К_н$
1	2	3	4	5	6	7

Технологическая и силовая электрическая энергия рассчитывается отдельно (таблица 5.20).

Таблица 5.20 – Удельный расход топлива в печах

Процесс	Мазут, кг/т		Газ (5000 кДж/м^3), м^3/т	
	Камерная печь	Толкательная печь	Камерная печь	Толкательная печь
Отжиг	220	–	2400	–
Нормализация	95	80	1000	840
Закалка	95	80	1000	840
Отпуск	50	40	415	340
Цементация в твердом карбюризаторе	520	450	5400	4700
Цементация газовая	–	–	–	1600

На освещенность электроэнергия рассчитывается с учетом площади цеха и коэффициента одновременного горения ламп

$$Q = F\ g\ T\ h_0 / 1000 \qquad (5.11)$$

где, F – площадь цеха, м^2;

g – удельный расход электроэнергии, принимается равным 11 Вт/м^2;

T – число часов горения;

h_0 – коэффициент горения = 0,8.

2 Расчет расхода газа.

Выполняется на основе теплового баланса печей или по фактическим нормам данного предприятия

$$Q = n\ Ф_э\ P,\ м^3, \qquad (5.12)$$

где n – количество печей;

$Ф_э$ – эффективный фонд времени работы печи;

P – часовой расход газа, м^3/ч.

3 Расчет расхода воздуха высокого давления (5-6 атмосфер) производится исходя из норм расхода:

– в закалочных прессах и машинах 0,4-0,5 м^3/ч;

– в подъемных заслонках печей 0,5-0,7 $м^3$/ч;

– в дробеструйных аппаратах 2-5 $м^3$/ч.

4 Расчет потребного количества воды:

– на производственные нужды выполняется расчет исходя из норм на операцию обработки;

– для термообработки принимаем 6-8 $м^3$ на 1 т деталей;

– для охлаждающих змеевиков масляных ванн 10-12 $м^3$/т;

– для промывки обрабатываемых изделий 20-30 % от веса промываемых изделий;

– для охлаждения в воде после отпуска 2-4 % от веса отпускаемых деталей, для охлаждения ламп индуктора ТВЧ 2-8 $м^3$/т;

– на бытовые нужды – по количеству работающих.

5 Расчет пара.

Пар применяется на подогрев растворов промывочных машин и промывных баков по нормам:

– на операции 15 % от веса промываемых деталей;

– на подогрев травильных растворов и нейтрализационных ванн 15-20 % от веса обрабатываемых изделий (таблица 5.21).

Таблица 5.21 – Удельный расход технологических материалов

Наименование материалов	Процесс и операции	Расход в % от веса обрабатываемой продукции
Свинец	Нагрев для закалки, отпуска, отжига, нормализации	1
Нейтральные соли: $NaCl$, KCl, $BaCl_2$	Нагрев для закалки углеродистых и легированных сталей	1
$BaCl_2$, $NaCl$, KCl $NaCN$	Нагрев быстрорежущей стали Цианирование	2 2
Масло «Вапор»	Отпуск	1
Масло веретенное	Закалка	0,75…1,0
Аммиак	Азотирование	1…5
Сода Na_2CO_3	Промывка	2
Каустическая сода $NaOH$	Промывка	1
Раствор $NaOH$	Охлаждение при закалке	0,1

Таблица 5.22 – Сводная ведомость требуемой технологической энергии

Наименование видов технологической энергии	Единица измерения	Норма расхода на 1тонну материала	Годовой расход энергии по видам
Электроэнергия Газ			
Пар Сжатый воздух Вода			

Расчет вспомогательных материалов (закалочное масло, карбюризаторы, сода) выполняется по удельным нормам расхода (таблица 5.23).

Таблица 5.23 – Форма сводной ведомости норм расхода вспомогательных материалов

Наименование материала	Единицы измерения	Норма расхода на 1 т деталей	Годовой расход материала, т
1	2	3	4

5.3 Планировка оборудования в термических цехах

Прежде чем приступить к планировке оборудования в цехе, следует определить приблизительную площадь цеха. Для этого принятое количество печей умножают на укрупненную норму площади для данного типа цеха; получают приблизительную величину производственной площади. Для предварительных расчетов производственных площадей печного зала можно исходить из следующих норм площади на одну печь: в инструментально-термическом цехе 25-30 м^2, в штамповом термическом цехе 30-50 м^2, во вторичном термическом цехе с толкательными и конвейерными печами 50-90 м^2, в кузнечно-термическом цехе 80-130 м^2; проезды и проходы считаются отдельно и составляют 25-30 % от производственной площади. Если, например, в проекте принято 10 печей для термического цеха, то производственная площадь будет приблизительно 500-900 м^2 плюс 25-30 % на проходы. Затем разбив площадь по длине и ширине в соответствии с сеткой колонн, намечают грузопоток цеха. Ширина цеха и расстояние между колоннами замеряется по центру колонн.

Грузопоток цеха, т.е. движение продукции в цех, по операциям в цехе и из цеха, должен быть таким, чтобы не было встречных движений.

Для этого намечаются точки поступления продукции в цех и точки выхода продукции из цеха.

5.4 Проектирование окрасочных цехов и отделений

Лакокрасочные покрытия предназначены для защиты изделий от коррозии, а также для придания им красивого внешнего вида. Окрашивание литых деталей производится для ликвидации пористости отливок и закрепления на их поверхности остатков формовочных материалов с тем, чтобы при эксплуатации они не попадали на трущиеся поверхности сопрягаемых деталей.

В каждой отрасли промышленности имеются утвержденные марки грунтов, красок, эмалей, лаков и растворителей к ним, а также типовые схемы технологических процессов окраски, что упрощает разработку процессов окраски определенных изделий в процессе проектирования окрасочных цехов.

Технологический процесс окраски включает три основных этапа:

– подготовку поверхности деталей и изделий под окраску;

– нанесение покрытий;

– сушку окрашенных поверхностей.

5.4.1 Подготовка поверхности под окраску проводят для выравнивания окрашиваемых поверхностей и для прочного сцепления (адгезии) слоев грунта и краски с основным металлом.

Применяют:

– механические;

– термические;

– химические методы подготовки поверхности.

При химическом методе подготовки поверхности детали:

– обезжиривают;

– очищают от ржавчины травлением;

– подвергают оксидированию, анодированию, пассивированию или фосфатированию (бондеризации).

Эти операции выполняют в ваннах.

5.4.2 Процесс нанесения лакокрасочного покрытия включает:

– грунтование;

– шпатлевание;

– нанесение поверхностной краски.

После подготовки поверхности на нее наносится слой грунта, который должен защищать деталь от коррозии и обеспечивать хорошее оцепление с металлом и последующими декоративными слоями краски.

Далее наносится слой шпатлевки для выравнивания неровностей, который затем шлифуется абразивной водостойкой шкуркой для удаления шероховатости и мелких неровностей.

На загрунтованную и зашпатлеванную поверхность наносится краска.

5.4.3 Применяют следующие методы окраски:

– кистью;

– воздушным распылением;

– безвоздушным распылением;

– в электростатическом поле с механическим и воздушным распылением;

– окунанием;

– обливанием в барабанах и колоколах.

5.4.4 Окраска кистью – универсальный, но трудоемкий метод.

В производстве применяется лишь для подкраски труднодоступных мест.

Окраска воздушным распылением краски широко используется для окраски разнообразных детален.

Недостатки:

– большие потери краски от туманообразования;

– опасность в пожарном отношении;

– высокая токсичность.

Распыление производится с помощью пневматических распылителей, в изолированных камерах с мощной вытяжной вентиляцией.

5.4.5 При безвоздушном распылении используются специальные установки, в которых краска нагревается в замкнутой системе до 70-100 С и под давлением 40-60 кг/см^2 (400-600 Н/см^2) подается к соплу распылителя.

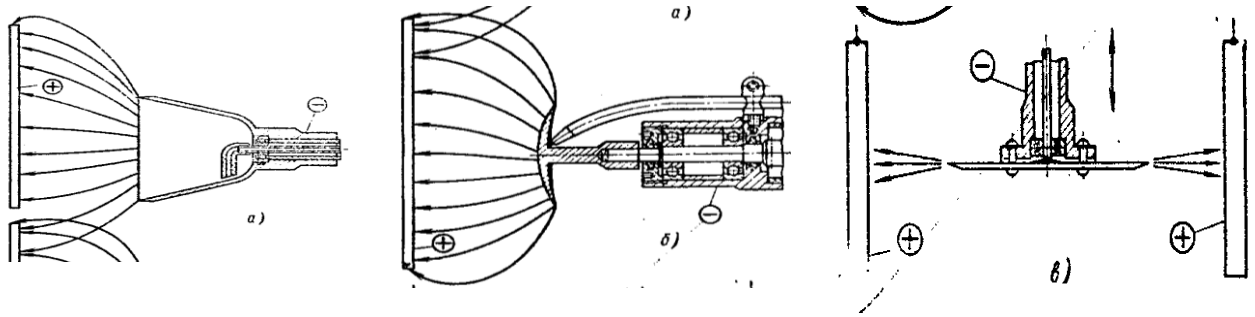
При окраске в электростатическом доле процесс нанесения краски на окрашиваемые детали полностью автоматизируется.

Сущность метода детали, находящиеся в окрасочной камере, сообщается положительный заряд, а распылителю – отрицательный, в результате чего между ними возникает электростатическое поле напряжением 60-150 кВ.

Отрицательно заряженные частицы краски практически полностью осаждаются на окрашиваемых деталях.

5.4.6 Для распыления чаще всего используются механические распылители. В распылителях чашечного типа (рисунок 5.7 а), Краска под давлением подается во вращающуюся чашу и распыляется.

Грибковые распылители (рисунок 5.7 б), применяются для окраски крупных деталей, дисковые (рисунком 5.7 в) – для деталей сложной формы.



а – чашечный; б – грибковый; в – дисковый.

Рисунок 5..7 – Распылители для окраски в электростатическом поле

5.4.7 Детали в электроокрасочных камерах перемещаются подвесными конвейерами. Для равномерного окрашивания распылители совершают качательное или возвратно-поступательное движение.

Поперечный разрез электроокрасочной камеры (рисунок 5.8). Боковые панели камеры застеклены.

Сверху размещается высоковольтный трансформатор 1, разрядник 2 и проходные изоляторы 3. Изделие 4 транспортируется подвесным конвейером по монорельсу 5; окраска производится чашечными распылителями 6, расположенными на качалках.

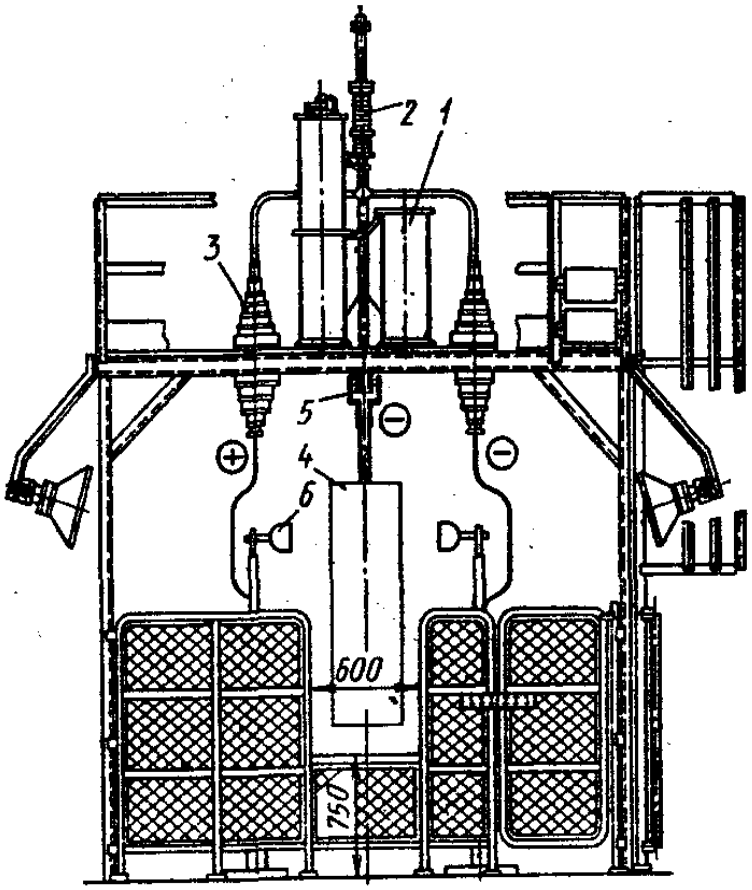


Рисунок 5.8 – Камера для окраски деталей в электростатическом поле

5.4.8 Окраска окунанием применяется для мелких деталей. Этот метод легко поддается автоматизации. Для более равномерного распределения краски по поверхности детали после извлечения из ванны с краской детали выдерживают в парах растворителя.

Окраска обливанием производится в проходных камерах, где изделия при транспортировке пересекают струи краски, вытекающей из сопел.

Стекающая краска собирается внизу в баке и с помощью насоса и фильтров вновь направляется к соплам. Данный метод целесообразно применять в массовом производстве для окраски громоздких решетчатых конструкций.

Окраска в барабанах и колоколах применяется для мелких деталей массового производства.

5.4.9 Детали, окрашенные различными способами, подвергаются искусственной и естественной сушке.

Многие лакокрасочные материалы способны образовывать качественное покрытие только при нагреве, поэтому для сушки применяют сушильные камеры.

В зависимости от способа передачи тепла различают три метода сушки окрашенных поверхностей:

– конвекционная;

– терморадиационная;

– индукционная.

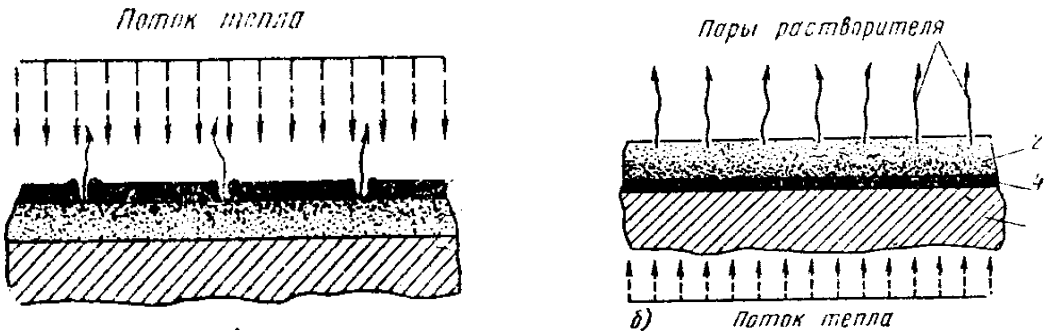
При конвекционной сушке передача тепла окрашенной поверхности осуществляется горячим воздухом. Сушильные камеры могут быть тупикового и проходного типа. Нагрев воздуха производится с помощью калориферов, нагреваемых горячей водой или паром, или трубчатых электронагревателей (тэнов).

Недостатком конвекционной сушки является:

– значительная продолжительность сушки;

– громоздкость сушильного оборудования;

– образование корки, снижающей испарение растворителя (рисунок 5.9, а).



а б

а – конвекцией (горячим воздухом); б – терморадиацией;

1– изделие; 2 – незасохший слой; 3 – корка; 4 – высыхающий слой.

Рисунок 5.9 – Схема образования лакокрасочного покрытия при сушке

При конвекционной сушке в первую очередь нагреваются и высыхают наружные слои краски, поэтому образовавшаяся корочка краски препятствует высыханию нижних слоев.

Но пары растворителя, разрушая образовавшееся покрытие, приводят к образованию пор.

5.4.10 При терморадиационной сушке передача тепла осуществляется излучением.

Невидимые инфракрасные лучи поглощаются не столько слоем краски, сколько металлом, поэтому, прежде всего нагревается металл и от него направляется поток тепла на окрашенный слой (рисунком 5.10).

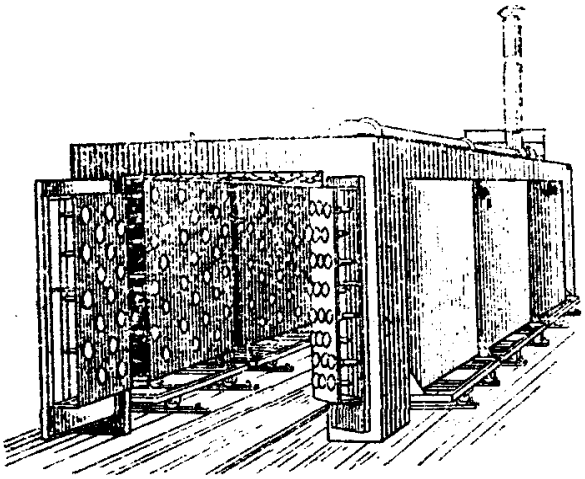


Рисунок 5.10 – Терморадиационная камера, оснащенная ламповыми излучателями для сушки крупных изделий, устанавливаемых на рельсовых тележках

Краска начинает твердеть от металла, благодаря чему обеспечивается высокое качество покрытия при значительном сокращении времени сушки.

Терморадиационные камеры оборудуются либо специальными лампами накаливания с зеркальными отражателями, либо обычными лампами с рефлекторами, в соответствие с рисунком 5.10.

Однако ламповые излучатели непрактичны и часто выходят из строя. Кроме того, 10-15 % энергии теряется в виде световой энергии и поэтому не используется для сушки.

5.4.11 Ламповые излучатели вытесняются экранами темного излучения – чугунными или керамическими поверхностями нагрева, излучающими при температуре 350-500 °С инфракрасные лучи с длиной волны 3,5-5 мкм, обладающие высокой проникающей способностью в лакокрасочные покрытия.

Для нагрева экранов используют трубчатые электронагреватели или газовые горелки. Для сравнения эффективности различных методов сушки можно привести такой пример.

Для одной и той же детали затрачивается при конвекционной сушке 1 ч, при терморадиационной с использованием ламповых излучателей 15-20 мин, экранов темного излучения 5-7 мин.

При индукционной сушке нагрев окрашенной детали осуществляется вихревыми токами высокой или промышленной частоты.

Для этого в камерах устанавливаются индукторы, изготовленные по форме окрашиваемых деталей, в соответствие с рисунком 11. Здесь так же, как и при терморадиационной сушке, слой краски прогревается от металла наружу, то есть в наиболее благоприятном направлении.

Недостатком этого метода является непригодность индуктора для разнотипных изделий, а также невозможность сушки изделий сложной формы. Применяется данный метод в массовом производстве.

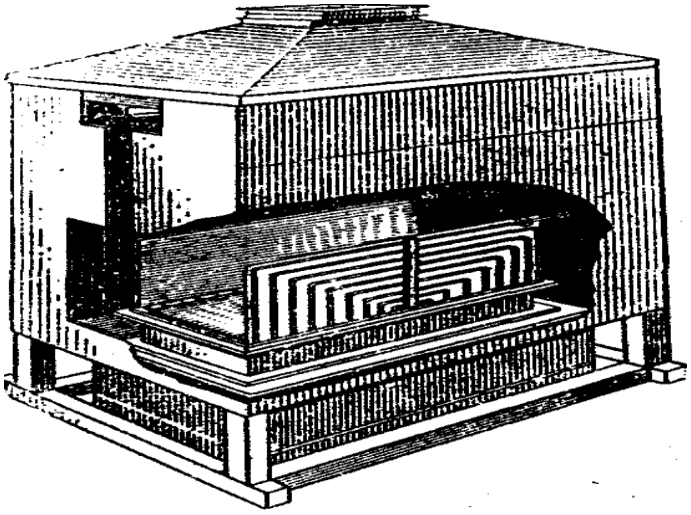


Рисунок 5.11 – Камера для индукционной сушки деталей токами высокой частоты

В зависимости от характера выпускаемых заводом изделий, а также от масштаба их выпуска относительный объем работ по окраске в общем технологическом процессе может быть различным.

В соответствии с этим в составе предприятия могут быть цехи, отделения или участки окраски отдельных деталей и узлов при основных производственных цехах, цехи общей окраски собранных изделий.

Такая схема характерна для заводов крупносерийного и массового производств.

В условиях серийного производства обычно организуют лишь участки окраски деталей и собранных изделий в основных производственных цехах.

5.4.12 Несмотря на различные формы организации процесса окраски на заводе, состав цехов (отделений), а также и методы их проектирования остаются общими. В состав окрасочных цехов (отделений) входят производственные и вспомогательные отделения и участки, а также административные и бытовые помещения.

К производственным относятся отделения (участки) подготовки поверхностей под окраску, грунтования, окраски, сушки и отделки окрашенных поверхностей.

Вспомогательными являются следующие отделения (участки): краскоприготовительное и краскораздаточное; приготовления водных растворов; очистки подвесок от краски; ремонта оборудования; кладовые деталей, инструментов и приспособлений, химикатов, лакокрасочных материалов и экспресс–лаборатория для проверки качества красок и уже выполненной окраски изделий.

5.4.13 Проектирование окрасочных цехов (отделений) ведется с использованием общемашиностроительных норм проектирования.

Исходными данными для проектирования являются чертежи деталей и изделий с техническими условиями на их окраску и годовая производственная программа выпуска изделий.

На основе этих данных составляется ведомость, где указываются наименования деталей, виды покрытий, цвет, масса деталей и площадь окраски.

При детальном проектировании площадь отделений окрасочного цеха определяется планировкой оборудования в соответствии с технологическим процессом и принятой формой организации производственного процесса.

При этом следует соблюдать следующие минимальные расстояния между агрегатами, а также между агрегатами и элементами конструкций здания:

– между колоннами и агрегатами подготовки поверхности, окраски и сушки 100-1200 мм;

– между колоннами и окрасочными камерами при размещении между ними рабочего места 2000 мм;

– между соседними рядами оборудования 1200-1500 мм;

– между соседними рядами оборудования с включением рабочего места пульверизаторщика 1800-2000 мм;

– между соседними рядами оборудования включением двух рабочих мест пульверизаторщиков 2000-2500 мм;

– между камерой электроокраски и сушильной камерой в одной поточной линии 2000-3000 мм;

– между пультом управления камерой электроокраски и соседним рядом оборудования 2000-2500 мм;

– между сушильной камерой и соседним рядом оборудования 2500-2800 мм;

при расположении между ними шкафов автоматического регулирования 1000-1200 мм.

Ширина проездов между поточными линиями или отдельными рядами оборудования, при одностороннем движении, принимается равной 2-2,5 м;

ширина основного цехового проезда 3-4 м.

При наличии вдоль проезда подвесного конвейера ширина проезда увеличивается на максимальную ширину транспортируемых деталей и дополнительно еще на 400 мм.

5.4.14 Ориентировочно общую площадь окрасочного цеха можно определить по общей площади производственного оборудования, увеличенной в 5-5,5 раз.

При укрупненном проектировании общая площадь окрасочного цеха определяется по удельной площади на единицу основного оборудования или на 1 $м^2$ окрашиваемой поверхности.

Окрасочные цехи часто размещаются в одном здании с другими производственными цехами.

В этом случае располагать их следует у наружной стены здания с оконными проемами и верхним фонарем, и изолировать от других производственных цехов несгораемыми перегородками.

В многоэтажных зданиях окрасочные цехи следует, как правило, размещать на верхнем этаже, что предупредит попадание вредных паров в другие цехи.

Основные отделения цеха размещаются в последовательности технологического процесса окраски.

5.4.15 Краскоприготовительное и краскораздаточные отделения (участки) должны, как правило, располагаться в специальном помещении с несгораемыми ограждениями у наружной стены и иметь отдельный выход.

Транспортировка лакокрасочных материалов осуществляется с помощью напольного транспорта, а при большом их потреблении (более 200–250 кг у смену) - централизованным способом по трубам, прокладываемым в каналах ниже уровня пола.

При наличии подвалов под окрасочным цехом в них может располагаться часть вспомогательных служб:

– отделение приготовления и подачи растворов;

– циркуляционные и сливные системы ванн окунания для окраски водоразбавляемыми материалами.

В зависимости от размеров окрашиваемых изделий и габаритов оборудования окрасочные цехи размещают в пролетах шириной 18, 24 и 30 м и высотой 6; 7,2; 8,4; 10,8 и 12,6 м.

В пролетах шириной 24 и 30 м и высотой 10,8 и 12,6 м окрашиваются крупные изделия и узлы с массой более 5 т. В этих пролетах предусматриваются мостовые краны.

5.4.16 Широкое применение для межоперационного транспортирования деталей и изделий в процессе окраски находят подвесные конвейеры, обеспечивающие транспортировку самых разнообразных деталей и изделий от мелких кронштейнов и дисков до кузовов легковых автомобилей.

Для транспортировки тяжелых изделий при окраске (станки, двигатели и другие) применяют горизонтально-замкнутые тележечные конвейеры и рамные напольные конвейеры.

Транспортировка мелких деталей на склад и к месту окраски в барабанах, колоколах и в других специальных установках осуществляется в унифицированной таре с помощью электрокар.

Расчет конвейеров и количества единиц другого подъемно–транспортного оборудования производится так же, как и при проектировании механических и сборочных цехов.

5.4.17 Основными данными, характеризующими проект окрасочного цеха, являются:

– объем годового выпуска изделий, выраженный количеством деталей или изделий;

– массой,

– площадью окрашиваемой поверхности;

– площадь цеха — общая и производственная;

– количество единиц основного оборудования;

– количество работающих по группам;

– установленная мощность оборудования.

5.5 Проектирование цехов (участков) покрытий (металлических, гальванических, плазменных и др.)

Цехи (отделения) металлопокрытий предназначаются для нанесения на детали защитных покрытий с целью предохранения их от коррозии, а также придания им некоторых специальных свойств – повышение жаростойкости, улучшение прирабатываемости и других.

Металлопокрытия применяют также для защиты отдельных поверхностей детали от цементации при термообработке, а также для исправления брака, ремонта и восстановления деталей, приспособлений и инструмента.

5.5.1 Основными видами покрытий в машиностроении являются:

– гальванические;

– анодные;

– химические.

Гальванические покрытия представляют собой металлическую пленку на поверхности детали, полученную путем электролитического осаждения.

При этом в качестве электролита применяют раствор соли, содержащий ионы металла, подлежащего осаждению. Катодом служат покрываемые детали или изделия, а анодом – пластины осаждаемого металла.

К гальваническим покрытиям относятся цинкование, кадмирование, меднение, лужение, никелирование, хромирование, серебрение.

Анодное покрытие представляет собой окисную пленку из поверхности металла, образованную при прохождении тока в соответствующем электролите.

Анодом является сам покрываемый металл, а катодом – свинцовые пластины. Этот вид покрытия наиболее широкое применение получил для защиты от коррозии деталей из алюминиевых сплавов (анодирование).

Химические покрытия также представляют собой окисные пленки на металлах, но образуются они без пропускания тока путем непосредственного химического воздействия на металл соответствующих веществ.

К химическим покрытиям относятся оксидирование стальных деталей (воронение), фосфатирование, оксидирование деталей из магниевых сплавов и другое.

5.5.2 Перед нанесением покрытий поверхности деталей подвергают механической обработке и химической очистке.

В зависимости от объема работ по металлопокрытиям, типа производства и ряда других факторов на машиностроительном заводе могут быть созданы централизованный цех металлопокрытий, отделения для нанесения некоторых видов покрытий в других цехах или встроенные агрегаты защитных покрытий в основных технологических потоках производственных цехов.

В случаях, когда да проектируемом предприятии объем работ по металлопокрытиям является небольшим и поэтому не удается загрузить стационарное оборудование (ванны) для двухсменной работы, рекомендуется не создавать на данном предприятии слишком мелких цехов или отделений покрытий, а передавать выполнение этих работ на специализированные заводы металлопокрытий.

5.5.3 Состав цехов (отделений) металлопокрытий может меняться в зависимости от многих конкретных условий.

В общем случае в состав цеха металлопокрытий входят следующие производственные отделения:

– гидропескоструйной очистки;

– шлифования и полирования;

– химических методов подготовки поверхности (мойки и травления);

– основных процессов (цинкования, кадмирования, лужения, меднения, хромирования, анодирования, оксидирования и другие);

– машинное отделение двигателей–генераторов постоянного тока.

5.5.5 В таком цехе могут быть также следующие вспомогательные отделения:

– приготовления и корректирования растворов;

– накатки полировальных кругов;

– мастерская по ремонту оснастки;

– кладовые деталей,

– химикатов;

– участок очистки сточных вод.

5.5.6 При проектировании цехов металлопокрытий необходимо, прежде всего, установить виды покрытий и номенклатуру обрабатываемых деталей.

Для этого по всем выпускаемым изделиям разрабатывается ведомость, в которой указываются:

– наименования деталей;

– виды покрытий;

– годовая программа выпуска каждой детали и запасных частей;

– площадь покрываемой поверхности;

– масса каждой детали и годового выпуска.

Данная ведомость и чертежи деталей с техническими условиями на покрытия являются исходными данными для проектирования.

5.5.7 Проектирование цехов металлопокрытий может быть:

– детальным;

– укрупненным.

При детальном методе проектирования все детали объединяют в группы в зависимости от вида и толщины покрытий, габаритных размеров и массы.

Для каждой группы деталей разрабатывается технологический процесс нанесения покрытия с указанием состава ванн, режимов обработки, состава растворов, времени покрытия и другие.

На основе этих данных:

– определяется загрузка оборудования;

– рассчитывается число работающих;

– потребные площади;

– расход материалов и другие необходимые данные.

При укрупненном методе проектирования разрабатывается только краткий технологический процесс в объеме, необходимом лишь для определения состава технологического оборудования.

Все последующие расчеты цеха выполняются с использованием укрупненных нормативов и технико-экономических показателей, разработанных проектными институтами на основе обобщения опыта работы передовых цехов металлопокрытий.

5.5.8 К производственным рабочим цехов металлопокрытий относятся:

– рабочие, обслуживающие ванны покрытий и подготовки поверхности;

– рабочие по монтажу и демонтажу деталей на подвесках;

– операторы по обслуживанию автоматов и автоматических линий;

– шлифовщики, полировщики;

– рабочие по обслуживанию установок гидропескоочистки и другие.

К вспомогательным рабочим относятся следующие специальности:

– слесари по ремонту и изоляции подвесок;

– корректировщики растворов и электролитов;

– рабочие по накатке кругов и склейке абразивных лент;

– рабочие по уходу за оборудованием;

– транспортные рабочие;

– слесари–сантехники;

– кладовщики;

– монтеры;

– лаборанты;

– уборщики производственных помещений.

5.5.9 При детальном методе проектирования количество производственных рабочих определяют на основе технологического процесса с учетом фактической загрузки рабочих на каждой операции и условий обслуживания нескольких единиц оборудования.

При укрупненном методе проектирования количества производственных рабочих определяется:

– по показателю трудоемкости 1м^2 площади покрытия;

– по средним нормам обслуживания установленного оборудования.

Компоновка отделений цеха определяется последовательностью прохождения деталей по основным стадиям технологического процесса нанесения покрытия.

5.5.10 В начале цеха размещают:

– кладовые поступающих деталей;

– далее отделения и участки механической подготовки поверхности (шлифования и полирования, подводного шлифования, гидропескоструйной и дробеструйной обработки).

После них размещаются отделения гальванических, химических и анодных покрытий, включающие, как правило, оборудование (ванны) химических способов подготовки поверхности и сушки готовых деталей.

В конце цеха размещается полировальное отделение декоративных покрытий и кладовая готовых деталей.

5.5.11 На территории цеха желательно предусматривать подвал, площадь которого принимается равной до 50 % от общей площади цеха.

В подвале размещаются участки, оборудования и службы, не требующие постоянного присутствия работающих:

– участки двигателей–генераторов и выпрямителей;

– участки приготовления и корректировки растворов;

– сливные емкости;

– вентиляционные установки;

– кладовые химикатов;

– участки для очистки сточных вод;

– холодильные установки;

– фильтры, насосы и другое оборудование.

5.5.12 Цехи металлопокрытий, в силу особенностей технологического процесса, отличаются выделением большого количества тепла, паров, газов, вредно действующих на организм человека. Поэтому помещения цехов (отделений) металлопокрытий изолируются от остальных цехов сплошными стенами до перекрытия и

все отделения цехов оборудуются особо мощной и надежно действующей приточно-вытяжной вентиляцией.

5.5.13 Участки шлифовально-полировальные, дробеструйной очистки, обработки в гидропескокамерах должны быть отгорожены от участков покрытий и экспресс-лаборатории перегородками до перекрытий. Это исключает загрязнение ванн и покрытий абразивной и металлической пылью. Участки галтовки и подводного шлифования, характеризующиеся высоким шумом, отгораживаются от всех других помещений цеха звукопоглощающими перегородками. Остальные помещения цеха изолируются друг от друга остекленными перегородками высотой 2,8 м.

При планировке технологического оборудования следует пользоваться нормами расстояний между оборудованием и элементами здания, а также между отдельными видами оборудования.

5.5.14 Размещают цехи (отделения) металлопокрытий, как правило, в общем блоке с другими производственными цехами (механосборочными, термическими и прочими) в бескрановых пролетах высотой 6,0; 7,2; 8,4 м; высота подвалов должна быть равной 4-4,5 м.

При организации транспортных работ цеха необходимо учитывать разнообразную номенклатуру покрываемых деталей, поэтому для хранения и транспортировки, поступающих и отправляемых деталей следует применять оборотную тару с унифицированными размерами, что обеспечивает лучшую сохранность грузов, исключает сортировку, перекладку и пересчет деталей, способствует многоярусному хранению в штабелях и стеллажах.

5.5.15 На складах и кладовых используют для подъемно–транспортных операций вилочные электропогрузчики и кран-балки грузоподъемностью 0,5-3 т. При подаче крупных деталей подвесными конвейерами прямо к рабочим местам цеха металлопокрытий и таком же способе отправки склады (кладовые) деталей не предусматриваются.

Для обслуживания ванн покрытий и подготовки поверхности, а также участков механических способов подготовки поверхности деталей применяются моно-

рельсы с тельферами грузоподъемностью 0,25-1 т и однобалочные подвесные краны грузоподъемностью 0,5-3 т.

При постоянных и больших грузопотоках применяют подвесные конвейеры.

Основными данными и технико-экономическими показателями проекта цеха металлопокрытий являются:

– годовая программа цеха, выраженная массой деталей и суммарной площадью покрытий;

– общая и производственная площадь цеха;

– количество единиц основного оборудования;

– количество работающих по группам;

– установленная мощность оборудования;

– годовой выпуск в тоннах, в квадратных метрах покрытий;

– на 1 ед. оборудования, на 1 $м^2$ площади;

– трудоемкость 1 $м^2$ покрытия, в человеко-часах;

– цеховая себестоимость 1 $м^2$ покрытия.

5.6 Проектирование цехов (участков) консервации и упаковки

Для хранения и транспортировки готовой продукции завода отдельные детали, узлы и изделия, в соответствии с техническими условиями, перед упаковкой подвергают консервации различными способами. Для этого предусматривают специальные участки, отделения или цехи консервации изделий, которые располагают в окрасочных отделениях или цехах рядом с ними или в отдельных зданиях.

Перед консервацией производится соответствующая подготовка поверхностей изделий, которая заключается в удалении ржавчины, окалины, жировых и прочих загрязнений. В зависимости от степени и вида загрязнений применяют следующие методы очистки деталей: механизированным инструментом; гидропескоструйная и гидроабразивная очистка; галтовочная и виброгалтовочная очистка; обработка сухим абразивом; обезжиривание в водных растворах; обезжиривание в органических

растворителях и хлорированных углеводородах; очистка ультразвуком; кислотное травлению; одновременное обезжиривание и травление; фосфатирование и пассивирование.

5.6.1 Для консервации изделий используется несколько методов.

А) При использовании ингибиторов атмосферной коррозии консервация осуществляется: обертыванием в ингибированную бумагу; напылением ингибитора внутрь упаковки или в глухие закрытые объемы деталей; подвешиванием мешочков с ингибиторами в упаковочную тару с изделием; нанесением непосредственно на поверхность изделий ингибиторов коррозии из водных, в том числе загущенных, и спиртовых растворов; продуванием насыщенного ингибитором воздуха в полости изделий.

Б) Нанесение на предохраняемые от коррозии поверхности изделий жидких насыщенных ингибитором и консистентных смазок полимерных материалов, консервирующих грунтов и эмалей способами окунания, напыления, термовакуумформирования, покрытия самоусаживающейся пленкой.

В) Помещение изделий в пленочный чехол или герметичный футляр с находящимся в нем осушителем–силикагелем.

Г) Помещение изделий в герметичные контейнеры, заполняемые инертным газом (азотом).

5.6.2 Для усиления эффекта защиты изделий допускается комбинирование методов консервации. Например: нанесение жидкой ингибированной смазки на поверхность и оборачивание изделий в ингибированную бумагу. Для сокращения доступа к защищаемому изделию водяных и других более агрессивных паров, замедления диффузии паров ингибитора и сохранения смазки служит дополнительная (барьерная) внутренняя упаковка.

Для упаковки изделий и запасных частей применяются соответствующие материалы, главными из которых являются: древесина и древесные пластики; бумага и картон; пластмассы; металлы; ткани. Кроме того применяются вспомогательные материалы.

Производственная программа цеха (отделения) консервации и упаковки составляется либо на основе основной программы завода в тоннах, либо по обрабатываемой поверхности в квадратных метрах.

Цехи консервации и упаковки располагают либо в том же здании, где расположены и все другие производственные цехи, либо в отдельном одноэтажном здании.

Часть VI Проектирование вспомогательных цехов

6.1 Проектирование инструментального производства

Инструментальные цехи (участки) машиностроительных предприятий являются вспомогательными, предназначенными в основном для изготовления и ремонта специальных режущих, измерительных и вспомогательных инструментов, специальных станочных, сборочных и контрольных приспособлений, штампов, пресс–форм для литья под давлением и выплавляемых моделей, кокилей, металлических моделей, подмодельных плит и другой оснастки.

Инструментальное производство, в зависимости от характера изготовляемых изделий и объема их выпуска, организуется в виде одного комплексного инструментального цеха (участка), выполняющего все работы по изготовлению, ремонту и восстановлению всех видов инструментов, приспособлений и оснастки, либо в виде нескольких специализированных для различных видов приспособлений.

6.1.1 В состав инструментального цеха обычно входят отделения: станочное, слесарно-сборочное, лекальное, шлифовально-заточное, заготовительное (со складом металлов), термическое, хромировочное, сварочное, склады и кладовые, контрольное, измерительная лаборатория, служебные и бытовые помещения. Станочное и слесарно-сборочное отделения с предметно-замкнутыми участками для изготовления режущего, измерительного, вспомогательного инструмента, приспособлений, штампов, металлических моделей и пресс-форм пневматического и другого механизированного инструмента.

Другой вариант, в этом случае указанные отделения входят в состав специализированных цехов.

Необходимо иметь в виду, что кузнечные работы для инструментального производства обычно выполняются в едином кузнечном цехе предприятия, для чего в его составе предусматривается необходимое оборудование, В инструментальных

цехах очень крупных предприятий предусматривают собственное кузнечное отделение.

6.1.2 Проектирование инструментальных цехов (участков) производят:

– по точной программе;

– по приведенной программе;

– по технико-экономическим показателям.

При проектировании по точной программе в качестве исходных данных используются номенклатура и количество изготавливаемых и восстанавливаемых инструментов и оснастки, по которым составляется производственная программа всего производства.

Инструментальное производство изготавливает только специальный инструмент, а нормализованный и стандартный – в ограниченном количестве.

В программе учитывается изготовление и ремонт инструментов для всех основных и вспомогательных цехов.

Если нет достаточно точных данных по отдельным работам, то время для ремонта добавляется к времени изготовления годовой потребности нового инструмента для механического цеха (для режущего инструмента – примерно 20 %. для измерительного 30 %).

На изготовление инструмента для самого инструментального участка добавляется время – для режущих инструментов 15 %, для измерительного 10 %, для приспособлений 10 %.

6.1.3 Годовая потребность в режущем инструменте механического производства определяется по основному (технологическому) времени, необходимого для механической обработки деталей, по основной годовой производственной программе, с учетом продолжительности службы инструмента (переточка и восстановление).

Наиболее точно годовую потребность в отдельных видах измерительных инструментов можно определить на основе учета их износостойкости. Этот способ ис-

числения заключается в том, что подсчет производится исходя из количества деталей, которые можно измерить до средневероятного износа инструмента-измерителя.

6.1.4 В массовом производстве износостойкость разных инструментов–измерителей определяется количеством фактически обмеряемых деталей при износе данного измерителя на 1 мкм.

Для предельных калибров различных классов точности и размеров средневероятный износ устанавливается статистически

При серийном производстве количество комплектов измерительного инструмента для рабочих определяется по числу рабочих мест.

Годовую потребность во вспомогательном инструменте и приспособлениях по их номенклатуре и количеству можно установить по разработанному технологическому процессу механической обработки деталей, предусмотренных годовой производственной программой

6.1.5 Потребность в штампах и производственную программу их изготовления можно определить на основании технологических процессов ковочно-штамповочных работ.

Потребность в металлических моделях, подмодельных плитах, пресс-формах и кокилях устанавливается по данным технологического процесса литейного производства.

6.1.6 Инструментальные цехи располагают: или в отдельном здании; или в одном здании с ремонтно-механическим или основным механическим цехом.

В одноэтажных зданиях ширина пролетов принимается равной 18 и 24 м, шаг колонн 12 м; при изготовлении тяжелых и крупных штампов 24 и 30 м, шаг колонн 6 и 12 м; высота до низа строительной фермы в пролетах с подвесными кран–балками грузоподъемностью до 5 т - 7,2 и 8,4 м; в пролетах с мостовыми кранами грузоподъемностью 10, 15, 39 и 50 т высота до головки кранового рельса 8,15 и 9,65 м; высота до низа строительной фермы, соответственно, 10,8 и 12,6 м. (Размеры пролетов унифицированных зданий).

В многоэтажных зданиях для инструментальных цехов с мелким оборудованием ширина пролетов принимается равной 9 и 12 м; шаг колонн 6м; высота пролетов до низа балки 6 и 7,2 м; для использования подвесных кран–балок грузоподъемностью до 2 т. Все пролеты по ширине и высоте принимают одинаковыми.

6.1.7 При компоновке отделений и помещений инструментального цеха предусматривается прямоточность и последовательность прохождения основных материалов и изделий по стадиям их обработки.

Оборудование рационально размещать по предметно–замкнутым участкам, для изготовления, ремонта или восстановления определенных видов инструментов и оснастки.

Около каждого участка располагают слесарно-сборочный участок для инструмента этого же вида.

Шлифовальное и заточное отделения, а также термическое, кузнечное, сварочное и отделения металлопокрытий рекомендуется располагать у наружных стен здания для обеспечения естественной вентиляцией в дополнение к приточно-вытяжной.

6.1.8 Планировка станков, расстояний между ними, размеры главных и второстепенных проходов принимаются такими же как для основных.

Применяют следующие способы расположения оборудования:

а) по типам станков, когда станки всего цеха сосредоточиваются по признаку однородности обработки (небольшие цеха);

б) по порядку выполнения технологических операций, в порядке последовательности операций технологического процесса изготовления инструмента определенной группы (для крупных цехов).

Шлифовальные и заточные станки выделяют в самостоятельную группу, располагают в помещении, отделенном от остальной части стеклянной перегородкой и оборудуют мощной приточно-вытяжной вентиляцией, для удаления выделяющейся при шлифовании абразивной пыли.

Рабочие места для обработки точных изделий (резьбового и измерительного инструмента), а также для лекальных и доводочных работ, координатно-расточные станки, располагают в освещенных естественным светом помещениях, у наружных стен.

Координатно-расточные станки и рабочие места для лекальных работ располагают в помещениях, отделенных от остальной части цеха. В них постоянно поддерживаться стабильная температура.

Координатно-расточные станки устанавливаются на индивидуальных фундаментах.

6.1.9 Подъемно-транспортное оборудование определяется характером изделий, изготавливаемых. В цехах (отделениях) крупных штампов устанавливаются мостовые краны грузоподъемностью до 50 т, в цехах (отделениях) с/крупным оборудованием – мостовые краны грузоподъемностью в 10, 20 и 30 т, в цехах (отделениях) с мелким и средним оборудованием (при максимальной массе изделий 5 т) применяются подвесные кран–балки грузоподъемностью до 5 т.

Для внутрицеховых и внутри корпусных перевозок применяют электропогрузчики, электрокары и ручные тележки. На сборочных участках – поворотные краны.

Для транспортировки и хранения заготовок, полуфабрикатов, деталей и изделий применяют оборотную унифицированную тару, обеспечивающую лучшую сохранность грузов, возможность использования вилочных авто- и электропогрузчиков и штабелеров, а также многоярусное хранение их в штабелях и стеллажах.

6.2 Проектирование ремонтно-механических цехов и участков

Ремонтная служба состоит из ремонтно-механического цеха и ремонтных отделений (баз) в производственных цехах.

Основными задачами ремонтной службы завода является:

– поддержание всего оборудования в рабочем состоянии;

– своевременный ремонт;

– модернизация.

Включая ремонт основного, вспомогательного, подъемно-транспортного и другого оборудования.

Особенностью ремонтной службы является исключительно большое разнообразие используемых при ремонте процессов.

Одним из направлений в ремонтном производстве является расширение объемов централизованного обеспечения запасными частями и ремонтом.

Расширение специализированного производства запасных частей, и ремонт оборудования производится централизованно, специализированными производствами.

6.2.1 Основные работы по ремонту оборудования производится по планово-предупредительной системе.

Ремонт станков выполняется в заранее установленные сроки, после проработки станком определенного количества часов, не ожидая какой-либо его поломки. Это не исключает и необходимость ремонта, носящего случайный характер, например, неожиданная поломка станка из-за неправильного пользования им или недостатков, допущенных при его изготовлении и проектировании.

Система планово-предупредительного ремонта включает в себя следующие периодически выполняемые виды работ:

– межремонтное обслуживание;

– осмотровый ремонт или осмотр (О);

– малый (текущий) ремонт (М);

– средний ремонт (С);

– капитальный ремонт (К).

Межремонтное обслуживание станков осуществляется станочниками и дежурными работниками ремонтной службы в перерывах между сменами или в специально установленное время.

Оно (МО) состоит из уборки станка, то есть очистки его от пыли и грязи, осмотра и проверки состояния станка, механизмов управления, смазочных устройств, системы охлаждения и так далее, а также устранение мелких дефектов.

Осмотровый ремонт состоит из:

– осмотра и проверки состояния механизмов;

– замены изношенных или сломанных деталей;

– регулировки зазоров винтов и гаек суппорта, кареток, ходовых винтов и других;

– регулировки подшипников шпинделя и других узлов;

– разборки и промывки узлов станка по определенному графику;

– выявление деталей, требующих замены при ближайшем плановом ремонте;

– промывка оборудования, работающего в условиях повышенной загрязненности.

6.2.2 При малом (текущем) ремонте производится замена или восстановление небольшого количества изношенных деталей и регулирования отдельных узлов, чем обеспечивается нормальная работа станка до очередного планового ремонта. Иногда производится проверка станка на точность и испытание его на шум, и нагрев на холостом ходу.

При среднем ремонте производится частичная разборка станка, заменяются или восстанавливаются изношенные детали и узлы, выверяются координаты с целью восстановления точности в соответствие с ГОСТами или техническими условиями. После такого ремонта станков проверяют на холостом ходу и под нагрузкой.

При капитальном ремонте производят полную разборку станка, заменяют или восстанавливают все изношенные детали и узлы, выверяют координаты. Станок проверяют на холостом ходу и под нагрузкой. При капитальном и среднем ремонтах может быть проведена и модернизация станков.

Все виды ремонтов за исключением капитального выполняются на месте установки ремонтируемого оборудования.

6.2.3 Для капитального ремонта станки массой до 2,5 т перевозятся в ремонтно-механический цех, более тяжелые ремонтируются на месте.

Для сокращения простоя оборудование в среднем и капитальном ремонтах применяют узловой метод ремонта, при котором узлы с оборудования снимают и устанавливают на него ранее отремонтированные с другого аналогичного оборудования.

Весь объем ремонтных работ распределяется между ремонтно-механическим цехом и ремонтными базами производственных цехов. В зависимости от типа производства, размера завода и характера оборудования применяется централизованная, децентрализованная и смешанная формы организации ремонтных работ.

6.2.4 При централизованной форме организации ремонтных работ все работы по ремонту и модернизации оборудования выполняются только в ремонтно-механическом цехе. Ремонтные базы цехов выполняют лишь работы, связанные с проведением осмотров и межремонтного обслуживания.–применяется при небольших производствах.

При децентрализованной форме организации ремонтных работ почти все работы по ремонту и модернизации оборудования выполняются ремонтными базами производственных цехов.

В ремонтно-механическом цехе изготовляют запасные части и производят капитальный ремонт сложных узлов и агрегатов – применяется в массовом и крупносерийном типах производств.

При смешанной форме организации ремонтных работ в ремонтно-механическом цехе производят капитальный ремонт, а остальные виды ремонта выполняются цеховыми ремонтными базами. Подобная форма организации ремонта применяется на заводах серийного производства и в тяжелом машиностроении.

Ремонтно-механический цех состоит из основных и вспомогательных отделений, состав которых зависит от принятой степени специализации производства ремонтных работ, от формы их организации, а также от мощности предприятия и характера технологического оборудования производственных цехов.

6.2.5 В состав входят:

– демонтажное;

– заготовительное;

– механическое;

– слесарно-сборочное;

– испытательное;

– окрасочное;

– восстановление деталей;

– сварочное и другие.

Вспомогательными являются отделения:

– заточное;

– склад металла;

– склад запасных частей и комплектующих изделий;

– склад деталей, снятых с ремонтируемого оборудования;

– инструментально–раздаточная кладовая;

– кладовые приспособления, абразивов, вспомогательных материалов, экспедиция и другие.

6.2.6 Исходными данными для проектирования ремонтно-механических цехов являются – ведомости оборудования обслуживаемых производственных цехов с указанием ремонтной сложности оборудования по каждому типу или средней по цеху. По ним определяется трудоемкость ремонтных работ в год, выраженная либо непосредственно в часах, либо числом условных единиц, принятым в зависимости от ремонтной сложности оборудования.

Проектирование ремонтно-механического подразделения ведется детальным или укрупненным методами.

При детальном методе расчета потребного оборудования определяют годовые затраты времени в станко-часах на ремонт оборудования обслуживаемых цехов, то есть трудоемкость станочной работы при выполнении ремонта.

6.2.7 Точный расчет числа основных станков ремонтно-механического цеха ведется аналогично расчету оборудования механических цехов серийного производства.

Средний коэффициент загрузки станков ремонтно-механического цеха 0,6-0,8. Если по расчету получается менее 15 станков, то принимают минимальный комплект оборудования цеха, равный 15 единицам. При укрупненном методе расчета определяется общее число станков ремонтно-механического цеха и цеховых ремонтных баз. Расчет ведется по суммарному объему ремонтных работ, выраженному в ремонтных единицах.

Количество основных рабочих (станочников, слесарей) при детальном проектировании определяется по общей трудоемкости станочных или слесарных работ для выполнения всех видов ремонтных работ по методике, рассмотренной для механических цехов.

При укрупненном проектировании число станочников определяется по числу принятых станков. Как при проектировании механических цехов.

Коэффициент многостаночного обслуживания – 1,05-1,1. Коэффициент загрузки – в пределах 0,6-0,8. Количество слесарей подсчитывается исходя из процентного соотношения к числу станочников ремонтно-механического цеха.

6.2.8 Площадь ремонтно-механического цеха при детальном проектировании определяется планировкой всего основного, вспомогательного и подъемно–транспортного оборудования, рабочих мест, складов и кладовых цеха.

При укрупненном проектировании общая площадь цеха определяется по норме удельной площади на один основной станок ремонтно-механического цеха.

При компоновке ремонтно-механического цеха учитывают последовательность выполнения ремонтных работ:

– в начале цеха размещается демонтажное отделение со складом деталей, снятых для восстановления с ремонтируемого оборудования;

– затем размещается станочное отделение, в конце которого размещается склад запасных частей и отремонтированных деталей;

– рядом со станочным участком, обычно в его начале, размещают заготовительное отделение со складом металла;

– в конце ремонтно-механического цеха размещают слесарно-сборочное отделение с участками испытания и окраски;

– кузнечное, котельно-сварочное и жестяночно-медницкое отделения отделяют капитальной стеной от остальных помещений.

6.2.9 Оборудование в отделениях ремонтно-механического цеха устанавливают по типам станков, с соблюдением общей последовательности технологического процесса ремонта основных деталей оборудования.

Планировка оборудования выполняется по нормам, основных механических цехов машиностроительных заводов.

Выбор видов и величины грузоподъемности подъемно–транспортных средств определяется максимальной массой узлов ремонтируемого оборудования.

6.2.10 При массе ремонтируемых узлов до 5 т в слесарно-сборочном демонтажном и станочном отделениях предусматривают подвесное оборудование в виде подвесных кран-балок грузоподъемностью до 5 т и тельферы на монорельсовых путях (грузоподъемность 0,5-2 т).

Для обслуживания рабочих мест узловой и общей сборки, а также для демонтажа ремонтируемого оборудования применяют консольные краны грузоподъемностью до 5 т. При массе ремонтируемых узлов более 5 т в пролетах ремонтно-механического цеха используют мостовые электрические краны грузоподъемностью от 10 т до 30 т.

Для транспортировки металла, и отдельных деталей ремонтируемого оборудования применяют напольный транспорт – электрические тележки грузоподъемностью 1-5 т и ручные тележки.

Часть VII Обслуживающие подразделения

7.1 Транспорт, логистика

Транспорт, логистика – управление производственным потоком в процессе производства. Любой технологический процесс предусматривает перемещение транспортировку обрабатываемых деталей и инструментов.

Транспортное обслуживание машиностроительного предприятия состоит из двух зон:

– внешний транспорт – для доставки на производственную площадку и для отправки грузов;

– внутризаводский транспорт, который разделяется на внутрицеховой, осуществляющий перемещение грузов в пределах цеха, межцеховой и вне цеховой, обслуживающий перемещение грузов между цехами, и складами;

– межцеховой транспорт частично используется и для внутрицеховых перевозок.

Все системы транспортного хозяйства при проектировании должны быть взаимно увязаны.

7.1.1 Исходными данными для проектирования внешнего транспорта является: внешний грузооборот предприятия, а для проектирования внутрицехового транспорта используются принципиальные схемы технологического процесса в цехе (участке) с нанесенной схемой грузопотоков.

Грузопоток является одним из основных показателей организации производственного процесса, под которым понимают сумму однородных грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки и выгрузки в единицу времени (час, смену, сутки и так далее).

Грузопотоки различают по виду грузов, направлению перемещения и интенсивности грузопотока.

Под интенсивностью грузопотока понимается число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

При проектировании современного производства следует ориентироваться на комплексную автоматизацию процессов транспортировки.

7.1.2 Подъемно–транспортные и погрузочно-разгрузочные работы являются важными и трудоемкими элементами производственных процессов машиностроительных производств. От методов их организации и оснащения, в значительной степени, зависит общий уровень производительности труда на предприятии, объем издержек производства и условия труда работающих.

Считают что, их трудоемкость и трудоемкость обработки деталей равны.

Конкретные формы механизации и автоматизации транспорта и применяемые виды специального оборудования зависят:

– от особенностей изготовляемой продукции;

– ее веса и размеров;

– от типа производства;

– характера подъемно–транспортных операций;

– размера грузооборота;

– других характеристик.

Степень специализации и механизации подъемно–транспортных средств является более высокой в крупносерийном и массовом установившемся производстве и соответственно более низкой в условиях многономенклатурного единичного и мелкосерийного производства.

Поэтому проектные организации разрабатывают систему (комплекс) современного автоматизированного подъемно–транспортного оборудования универсального применения, что значительно облегчает процесс привязки к основному оборудованию. Имеются стандартизированные решения по мостовым и подвесным кранам, талям. Это позволяет использовать типовые решения при проектировании.

7.1.3 Монтаж оборудования должен вестись специализированным оборудованием и приспособлениями. Крановые средства при всех обстоятельствах являются производными от технологического процесса и выбираются в зависимости от размеров пролетов между колоннами. В зависимости от ширины пролета и грузоподъ-

емности краны могут быть одно-, двух- и многопролетными, в цехе может быть поставлено и несколько кранов разной грузоподъемности, они могут располагаться на разных уровнях.

Напольные виды транспорта могут оказывать влияние на размещение оборудования в цехе, определять ширину цеховых проездов и переходных мостиков или тоннелей, а также людских потоков.

7.1.4 При разработке технологических процессов необходимо предусматривать специальные транспортные средства с минимальной металлоемкостью, их конструкция должна соответствовать транспортировке конкретных деталей или партий деталей. Для этих целей могут использоваться простейшие транспортные средства, например, стеллажи, тележки, приводные и неприводные рольганги, монорельсы с электротельферами, напольные и подвесные конвейеры.

7.1.5 Практика показала, что комплексное решение проблем транспортирования (логистики) на этапе проектирования эффективнее, чем «встраивание» после разработки техпроцессов, т.к. согласование параметров оборудования и характеристик транспортных средств – сложная, а часто – невозможная задача.

7.1.6 Основными видами подъемно-транспортного оборудования для межкорпусного, межцехового и внутрицехового транспортирования и перемещения грузов:

– железнодорожный транспорт;

– автомобильный транспорт;

– напольно-тележечный транспорт;

– крановое оборудование;

– подвесной транспорт;

– конвейеры;

– транспортеры (напольные);

– подъемно-транспортные средства складов.

7.2 Железнодорожный, автомобильный, тележечный транспорт

Железнодорожный транспорт применяют для междукорпусных перевозок металла, крупных и тяжелых заготовок деталей и изделий. Применяют платформы грузоподъемностью 20-80 т и полувагоны 60-80 т.

Автомобильный транспорт применяют для межкорпусных перевозок металла, заготовок, комплектующих изделий, готовой продукции и металлоотходов. Основным виды – бортовые автомобили, самосвалы грузоподъемностью 2,5-7,5 т. Как правило, применяют укороченные (с целью повышения маневренности) и специально оборудованные автомобили.

Машины напольного тележечного транспорта современных конструкций с подъемной платформой и снабженные различными грузозахватывающими устройствами применяются для работы внутри цехов и складов и в качестве межцехового транспорта.

Для работы внутри зданий используют машины с электрическим приводом, а машины с двигателями внутреннего сгорания – в основном для работы на открытых площадках.

Напольный транспорт выбирают по пробегу с грузом:

– электротележки с подъемной платформой и электроштабелеры, управляемые с пола, 50-100 м;

– электротележки, управляемые с площадки – 300-500 м;

– электропогрузчики – до 120 м**;**

– электротягачи – до 500 м;

– автопогрузчики – до 500 м;

– автотягачи – 50-3000 м.

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

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

7.2.8 Межоперационный транспорт для перевозки мелких однотипных деталей снабжаются специальными тележками, со стеллажами в виде елочек, пирамид, столиков, ящиков и др. элементов для установки деталей.

Для межкорпусного транспортирования грузов:

а) автопогрузчики (грузоподъемность 1-5 т) со скоростью передвижения 15-40 км/ч;

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

в) электротележки (электрокары);

– грузоподъемность 0,5-5 т, с подъемной и неподъемной платформой, с подъемными вилами;

– электротележки с краном (0,75 т);

– электротележки–самосвалы (1 т);

– специальные электротележки грузоподъемностью 10 т;

Скорость передвижения электротележек составляет – 7-15 км/ч:

– электротягачи с тяговым усилием 250-800кгс скоростью 7-12 км/ч;

– тракторы с прицепными тележками (2-5 т) скорость до 20 км/ч;

– для использования в окрасочных цехах и цехах металлопокрытий применяют электро-погрузчики во взрывобезопасном исполнении;

– электротележки с подъемной платформой или с подъемными вилами (0,5 т), управляемые с пола, со скоростью передвижения 3,5 км/ч;

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

7.2.9 В 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.

7.3 Крановое оборудование

К крановому оборудованию относятся:

– мостовые краны грузоподъемностью 5-75 т;

– мостовые и подвесные краны грузоподъемностью до 5 т;

– краны консольные;

– монорельсы;

– краны-штабелеры.

Применяется на самых различных подъемно–транспортных и погрузочно-разгрузочных работах в цехах и на складах.

Мостовые опорные краны используют для установки, перестановки и кантования деталей и их межоперационного транспортирования.

7.3.1 Грузоподъемность мостовых кранов общего назначения:

– однокрюковые (5-15 т),

– двухкрюковые (15/3, 20/5, 30/5, 50/10 и 75/20 т), пролет 10,5-34,5 м, высота подъема 16-32 м, скоростью передвижения 70-120 м/мин.

Рекомендуемые расстояния перемещений до 50 м.

Мостовые 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.

7.3.2 Мостовые однобалочные краны рекомендуется использовать при такте выпуска изделий более 8-10 мин.

Типажи однобалочных кранов:

а) краны подвесные однобалочные (1-5 т) с пролет 3-12 м, высота подъем до 6 м и скорость передвижения – 36 м/мин;

б) краны мостовые однобалочные (1-5 т), пролет 4,5-28,5 м, высота подъема – до 6 м, скорость передвижения 25-60 м/мин.

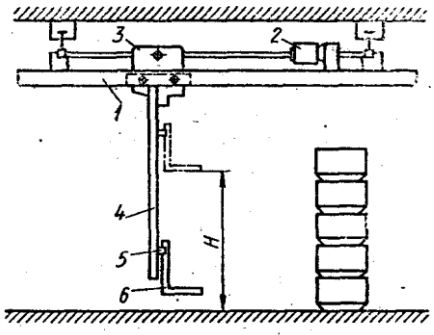
Рекомендуемые расстояния рабочих перемещений кранов –30-50 м.

Консольные краны (поворотные) с электроталями и подъемниками применяют для обслуживания рабочих мест с операциями подъема и перемещения грузов на близкое расстояние. Устанавливают на стойках или колоннах; могут встраиваться в станок, подвешиваются. Грузоподъемность 0,25-3 т; вылет стрелы 3-6 м.

Монорельсы применяют с электроталями, ручными талями, пневматическими или гидравлическими подъемниками для обслуживания отдельных рабочих мест 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 – до 2 т.

7.3.3 Недостаток монорельсов – малая ширина зоны обслуживания. Для 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 обслужить площадь шириной 1400-1600 мм. Для облегчения движения тали по монорельсу его полки делают прямыми, то есть без уклона.



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

Рисунок 7.1 – Схема подвесного крана-штабелера

7.3.4 Краны-штабелеры сочетают в себе качество кранов и электропогрузчиков. Они могут быть опорными и подвесными (рисунок 7.1). Кран передвигается по подвесному подкрановому пути.

Основное применение кранов-штабелеров – обслуживание складов со штабельным и стеллажным хранением грузов в таре.

Они могут быть применены в производственных цехах для внутрицеховых и межоперационных подъемно-транспортных работ.

Преимущество 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 так далее.

Применение подвесных кранов-штабелеров позволяет:

– передавать, тележку также с моста крана на специальные рельсовые пути, расположенные перпендикулярно основным подкрановым путям, в результате чего можно, например, бесперегрузочно;

– транспортировать готовые изделия из механосборочного цеха в склад готовой продукции.

Область применения кранов-штабелеров, расширяется при применении поворотных кругов для изменения направления движения тележки крана по рельсовым путям.

Грузоподъемность типовых конструкций кранов–штабелеров – от 125 кг до 5 т, высота подъема груза – до 12,4 м, скорость передвижения моста – до 60 м/мин, поперечное передвижение тележки – до 12,5 м/мин.

7.4 Подвесной транспорт

Подвесной транспорт выполняется в виде:

– конвейеров;

– однорельсовых дорог;

– самоходных тележек и тягачей.

Положительные особенности:

– гибкость трассы в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

– легкая приспособляемость 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.

Благодаря этим достоинствам 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.

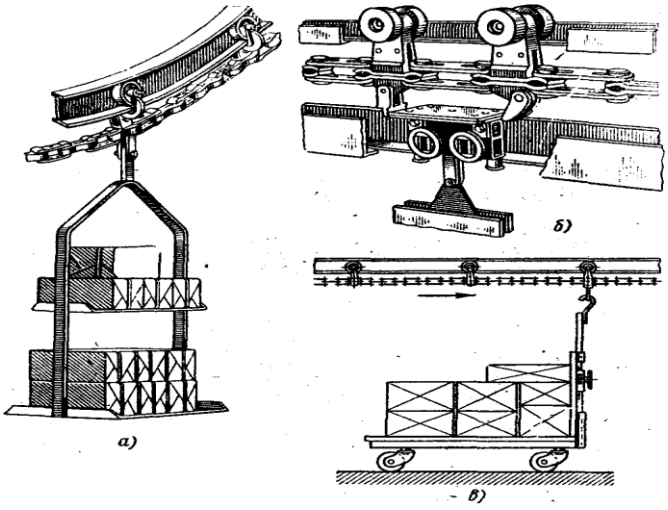
7.4.1 Наиболее распространенными видами подвесного транспорта являются подвесные конвейеры (грузонесущие – рисунок 7.2 а; толкающие – 7.2 б; грузотянущие (грузоведушие) – 7.2 в).

Комбинированные конструкции конвейеров – несущетолкающие и несущетянущие.

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 грузонесущих конвейеров: грузоподъемность кареток 250, 500 и 800 кг, для транспортирования грузов массой до 2000 кг (при подвеске на четыре каретки); скорость 0,3-31,5 м/мин.

Подвесные ходовые пути изготовляют из прокатных или гнутых профилей. Крепят к строительным конструкциям на тягах, кронштейнах или же на специальных стойках. Рабочие элементы конвейера – подвески выполняют по форме, габаритам и массе грузов и способов загрузки и разгрузки конвейера.

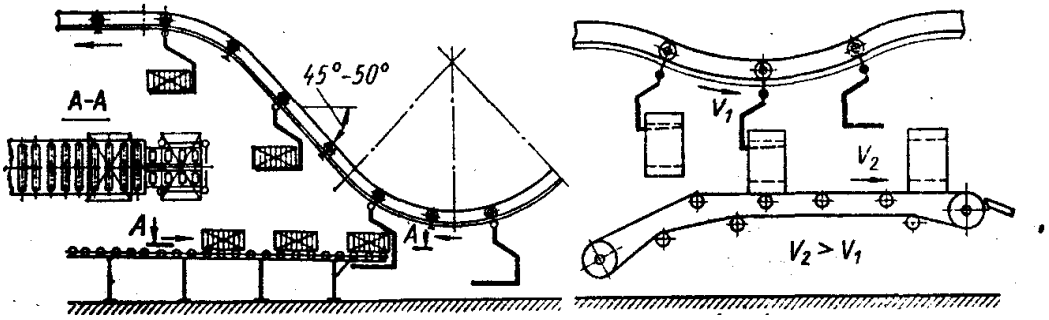


а – грузонесущие; б – толкающие; в – грузотянущие (грузоведушие).

Рисунок 7.2 – Типы подвесных конвейеров

Загрузка и разгрузка подвесок конвейера производиться вручную, полуавтоматически и автоматически.

На рисунке 7.3 а показана примерная схема автоматической загрузки, а на рисунке 7.3 б – автоматической разгрузки конвейера.



а б

а – автоматическая загрузка; б – автоматическая разгрузка конвейера.

Рисунок 7.3 – Схемы автоматической загрузки и разгрузки подвесного конвейера

7.4.2 Конвейер оснащается системой автоматического адресования подвесок с грузом, управление децентрализованное (то есть местное), централизованное (с общего пульта) и смешанное.

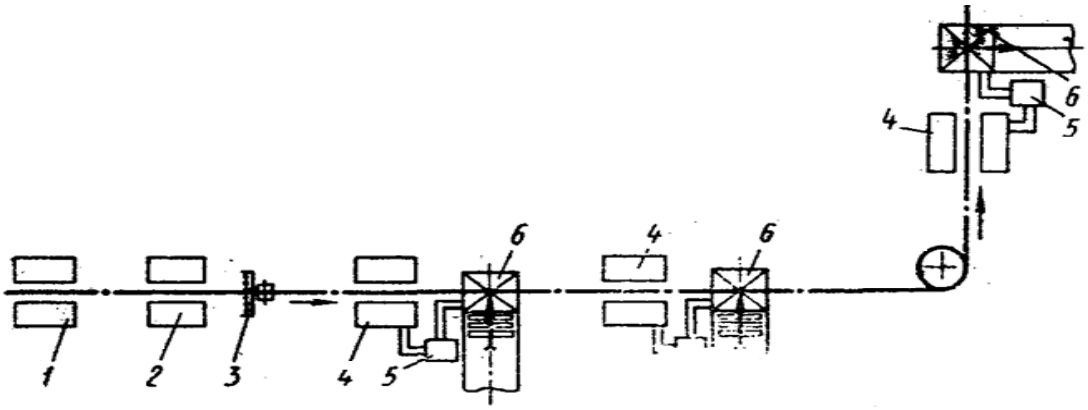
Децентрализованная система более проста и легче приспособляется к условиям производства и их изменениям. Такая система (рисунок 7.4) включает адресующее устройство (адресоноситель), считывающее устройство (дешифратор), устройство сброса адреса и адресователь (настройщик адреса).

У подвесных толкающих конвейеров 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 двух раздельных путей (тягового и грузового) и отсутствие крапления 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.

Она позволяет толкающим конвейерам объединить в одну полностью автоматизированную систему отдельные различные по такту транспортные и технологические линии.

Основная грузовая трасса конвейера, по которой движутся подвески с грузами, может быть единой, несмотря на наличие многочисленных разветвлений, объединяемых одной или несколькими тяговыми трассами.



1 – сбрасыватель адреса; 2 – адресователь; 3 – адресоноситель; 4 – считывающие устройства; 5 – блоки управления; 6 – исполнительные механизмы.

Рисунок 7.4 – Схема децентрализованной системы автоматического адресования

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.

7.5 Напольные конвейеры и транспортеры

Напольные конвейеры и транспортеры находят применение в условиях поточно–массового и поточно-серийного производства для межоперационного транспортирования в цехах, а также для складирования готовых деталей и узлов.

В серийном производстве используются конвейеры универсальные 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 типов напольных конвейеров:

– роликовые (рольганги),

– скаты и склизы;

– ленточные;

– пластинчатые;

– тележечные;

– цепные;

– шагающие и другие.

7.5.1 Роликовые конвейеры самый универсальный и конструктивно простой тип конвейера, получивший.

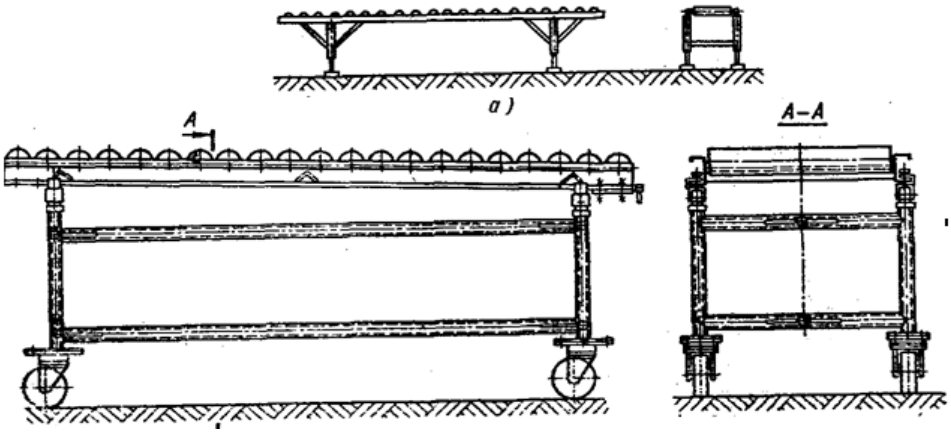
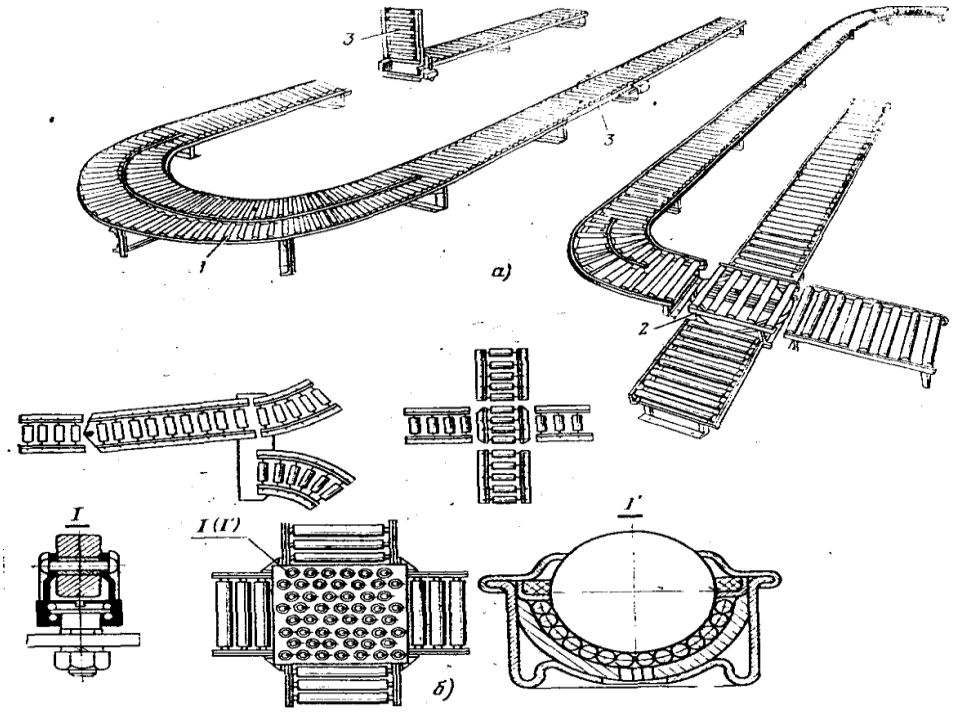


Рисунок 7.5 – Секции неприводных роликовых конвейеров

Удобны для транспортирования корпусных деталей массой 25-100 кг с плоской опорной поверхностью и мелких деталей в таре. Достоинство таких конвейеров в том, что они допускают пробуксовывание грузов. Они одновременно являются как транспортными, так и накопительными устройствами.

Они бывают приводными и не приводными, горизонтальными и наклонными. Уклон полотна 1-3 % в зависимости от вида и массы груза. Подразделяются на стационарные (рисунок 7.5 а) переносные и передвижные, монтируемые на колесах (рисунок 7.5 б).

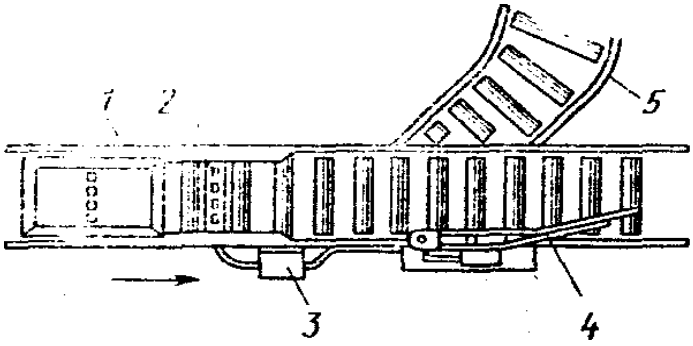


а – конвейеры с криволинейными секциями; б – стрелка и узлы пересечения;
1 – криволинейные участки; 2 – поворотный круг; 3 – подъемная секция на проходе.

Рисунок 7.5 – Не приводные роликовые конвейеры

Не приводные роликовые конвейеры обеспечивают разветвления путей с помощью переходных секций на поворотном круге (рисунком 7.6 а). Дисковые ролики монтируют на поворотных головках и устанавливают по ходу грузов (рисунок 7.6 б).

Узел 1, и шаровые опоры, допускают движение грузов в любую сторону.



1 – контейнер; 2 – считывающий датчик; 3 – считывающее устройство; 4 – переводное рычаг; 5 – ответвленный конвейер.

Рисунок 7.6 – Схема автоматической передачи груза на ответвление роликового конвейера

Роликовые конвейеры оснащаются устройствами автоматического адресования грузов.

7.5.2 Для съема тяжелых деталей с конвейера на рабочем месте применяют роликовые или плоские наклонные лотки от полотна конвейера к столу станка.

Для станков токарной группы с роликовым конвейером используют монорельсы с электротележками или другое подъемно–загрузочное устройство.

В приводных роликовых конвейерах вращение передается от двигателя на все рабочие ролики. Скорость передвижения 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 не приводные конвейеры применяют для грузов массой до 1200 кг.

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

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

7.5.3 Ленточные конвейеры в машиностроении применяют редко в основном для транспортирования мелких деталей в поточно–массовом производстве с большой степенью дифференциации технологического процесса и с малым тактом выпуска, а также в качестве подвижных складов.

Конвейеры имеют текстильную прорезиненную ленту шириной 200-800 мм, движется по настилу или роликовым опорам. Привод конвейеров обеспечивает широкий диапазон изменения скорости ленты. Ленточные конвейеры выпускают стационарными, переносными или на роликах. Грузоподъемность до 250 кг, скорость рабочего 6-30 м/мин, а транспортного – 30-60 м/мин и более.

Пластинчатые конвейеры применяют в качестве технологического транспорта для сборки мелких, средних, и тяжелых изделий (например, сборки автомобилей). Пластинчатый конвейер состоит из станины, по концам которой установлены две звездочки — приводная и натяжная.

Бесконечный настил, состоящий из отдельных металлических или деревянных пластин, прикреплен к одной или двум тяговым цепям. Настил конвейеров, применяемых для сборки крупногабаритных изделий, располагают на уровне пола. Конвейеры имеют длину до 200 м, ширину настила от 400-1600мм. Скорость рабочего конвейера 1-5 м/мин, транспортного 7-20 м/мин.

7.5.4 Тележечные конвейеры применяются в поточном производстве для межоперационного транспортирования, 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.

Выбор типа тележечного конвейера зависит от характеристики перемещаемого груза. Для сборки тяжелых и крупногабаритных изделий (двигателей, автомобилей, тракторов и т. п.) применяют, как правило, вертикально-замкнутые, а для легких изделий и процессов с длительными и различными операциями (например, конвейеры испытательных станций) – горизонтально-замкнутые конвейеры.

Тележки конвейеров проектируются в соответствии с конструкцией изделия. Грузоподъемность тележек от 10 кг до 8000 кг; ширина тележек 200-160 мм; скорость непрерывных конвейеров задается по такту сборки и шагу рабочих мест от 0,2-6 м/мин; пульсирующих 6-8 м/мин и транспортных – до 12 м/мин.

У грузоведущих конвейеров 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.

Шагающие конвейеры – это конвейеры с пульсирующим перемещением грузов при помощи возвратных горизонтальных и вертикальных движений подвижной грузовой рамы. Они применяются для сборки станков, двигателей и тому подобных изделий.

7.6 Складское хозяйство

7.6.1 Классификация складов. По назначению склады подразделяются на универсальные, предназначаемые для хранения различных материалов или изделий, и специальные, в которых хранятся только некоторые, определённые материалы.

Складское хозяйство промышленного предприятия состоит из ряда универсальных и специализированных складов, которые делятся на следующие группы:

1) склады материальные – сырья, основных и вспомогательных материалов, покупных изделий;

2) склады топлива;

3) склады полуфабрикатов собственного производства;

4) склады орудий и средств производства – инструментов, моделей, запасного оборудования;

5) склады готовой продукции;

6) склады отходов и вторсырья.

По масштабу деятельности склады подразделяются на:

1) общезаводские, располагаемые на территории предприятий в отдельных зданиях или при цехах, предназначенные для хранения основных запасов материалов и изделий, обеспечения всех или некоторых цехов;

2) цеховые – для материалов, полуфабрикатов и изделий, потребляемых цехом или им изготовляемых.

Склады размещаются с учетом грузопотоков – у подъездных путей рельсовых или автомобильных.

7.6.2 Склады огнеопасных и взрывчатых материалов, в соответствии с требованиями правил противопожарной безопасности, иногда выносятся за пределы основной производственной территории.

7.6.3 Исходными данными для проектирования складов служат:

1) нормы запасов материалов на определённое число дней и годовой расход материалов;

2) производственная программа предприятия, нормы расхода материалов, полуфабрикатов и т. п. на единицу изделия и нормы запаса материалов на определённое число дней.

Нормы запасов материалов на складах зависят от условий снабжения завода и потребления им материалов.

7.6.4 Типы складских устройств в зависимости от свойств материалов или изделий их хранение возможно:

1) на открытых площадках;

2) под навесами;

3) в крытых холодных или отапливаемых складах

Открытые склады. Замощённые и обычно оборудованные площадки на уровне земли или площадки, приподнятые над землёй – платформы.

Подпорные стенки – ряд стоек высотой до 2 м, обшитых досками, или из железобетона, металла. Устанавливаются вдоль разгрузочного фронта для хранения навалочных материалов – песка, угля и пр. Подпорные стенки позволяют увеличить высоту выкладки и, следовательно, обходиться меньшей складской площадью.

Навесы. Представляют собой кровлю, поддерживаемую колоннами; навесы могут иметь пол на отметке земли или на высоте 0,9 — 1,1 м. Используются для предохранения грузов от намокания

Крытые склады. Складские здания устраиваются с полом на отметке земли или с приподнятым полом. Они могут быть одноэтажными– или многоэтажными, холодными или отапливаемыми.

7.6.5 Одноэтажные склады. В зависимости от принятой высоты укладки материалов и её механизации одноэтажные склады (или навесы) делаются высотой от 3 м до 6,5 м.

Многоэтажные склады. Такие склады проектируются при ограниченной территории и необходимости в большой складской площади (4 тыс. м^2) при нагрузках на перекрытия от веса материалов (до 1,5 т/м^2).

Многоэтажные здания целесообразно отводить для отапливаемых материальных складов, инструментальных и т. п. Часто многоэтажные склады имеют подвальные помещения.

Подземные и полуподземные склады в виде отдельных зданий обычно отводятся под склады химических и огнеопасных веществ.

7.6.6 Отопление. Складские помещения отапливаются, если они предназначены для материалов и изделий, для сохранности которых необходима постоянная температура (цветные металлы, приборы и др.), или же если в них постоянно работает обслуживающий персонал.

В отапливаемых складах целесообразно устраивать у ворот тепловые воздушные завесы.

В отапливаемых складских помещениях должна поддерживаться определённая температура

7.6.7 Оборудование, планировка и расчёт площадей складов.

Стеллажи. Конструкция и размеры стеллажей должны соответствовать роду и форме хранимых материалов.

По назначению стеллажи бывают:

1) универсальные – полочно-клеточные, ящичные и стеллажи-шкафы;

2) специальные – для металлов, инструмента и пр.

Стеллажи изготавливают из металла, дерева, пластмасс или смешанной конструкции. Высота универсальных стеллажей до 2,5 м, а в высоких помещениях, при применении лестниц или подставок, 3-3,5 м.

Стеллажи целесообразно делать составными из отдельных секций.

Для универсальных стеллажей приняты кратные размеры в плане 0,55×1,1м или 0,6×1,2 м .

7.6.8 Проходы и проезды. Через каждые 20-30 м в складах должны быть сквозные поперечные проезды по ширине ворот. Внутри вдоль склада в зависимости от его ширины устраивается несколько продольных проездов, шириной 2,5-3 м, рассчитанных на движение в двух направлениях.

Ширина проходов между стеллажами, закромами и штабелями 0,6-0,9 м, а при пользовании тележками – 1,1-1,2 м.

7.6.9 Расчёт площадей. Складская площадь подразделяется на элементы, которыми являются:

а) грузовая площадь (полезная), занятая непосредственно под штабелями или стеллажами;

б) оперативная площадь – под проходами, сортировочными, приёмно-отпускными и весовыми площадками, а также служебными помещениями;

в) конструктивная площадь – под перегородками, колоннами, лестницами, тамбурами, подъёмниками и т. п.

7.6.10 Приёмные площадки располагаются у ворот со стороны разгрузочного фронта, а отпускные – у погрузочного фронта.

Использование площади склада зависит от методов хранения материалов, а также типов оборудования (стеллажей).

Размеры складских площадей рассчитываются с учётом номенклатуры материалов и норм их запасов. Отдельно определяются грузовая площадь, необходимая для данного складского запаса, оперативные и конструктивные площади. На основании полученных данных ведётся распланировка склада.

7.6.11 Обычным методом расчёта складской площади является способ нагрузок, при котором пользуются опытными данными о фактических объёмных весах в т/м^3 для различных материалов, уложенных на полки или в клетки стеллажа (вес в укладке).

7.6.12 Центральные (главные) склады. Центральные материальные склады предназначаются для хранения материалов и изделий обширной номенклатуры, охватывающей:

1) основные материалы – сортовой металл, заготовки и пр.;

2) вспомогательные материалы – текстильные, крепёжные, электротехнические и пр.;

3) готовые изделия смежных производств.

7.6.13 Склады металлов и металлоизделий. Для хранения металлов и металлоизделий а зависимости от их вида и назначения отводятся склады следующих типов.

Крытые – для качественных сталей, цветных металлов, металлоизделий и т. п.

Навесы – для стали и труб средних размеров, листового железа, громоздкого оборудования и т. п.

Открытые площадки – для чугуна, металлолома, рельсов, балок крупных профилей, чугунных и стальных труб больших диаметров, толстой листовой стали и т. д.

7.6.14 Инструментальные склады. Запасы инструментов хранят на центральных складах, предназначенных для общезаводского запаса инструментов, и в цеховых инструментально–раздаточных кладовых.

7.6.15 Склады огнеопасных жидкостей. На промышленных предприятиях склады огнеопасных жидкостей предназначаются для хранения в резервуарах или в таре:

а) жидкого топлива для силовых установок, автотранспорта, испытания моторов и пр.;

б) смазочных материалов;

в) лаков, красок, растворителей, различных реактивов и пр.

На предприятиях допускается хранение огнеопасных и ядовитых веществ и жидкостей в специальных складах в ограниченных количествах.

7.7 Энергетические системы

Проект электрического хозяйства предприятия включает:

а) источники электроснабжения;

б) распределение электроэнергии по территории, коммутационные пункты и трансформаторные подстанции;

в) силовое и осветительное электрооборудование цехов и освещение заводской территории;

г) блокировку энергоемких отделений и цехов (литейных, термических, сварочных и др.);

д) электропечные установки;

е) преобразовательные установки;

ж) установки с крупными электродвигателями;

з) электроремонтные цехи.

7.7.1 Проект электроснабжения предприятия формируется на основе данных технологической части проекта относительно установленной мощности, назначения

и расположения электроприёмников низкого напряжения определяющих электрические нагрузки.

Далее, исходя из данных о плотности распределённых и о величине сосредоточенных нагрузок, в соответствии с генпланом предприятия и планами цехов, участков выбирают расположение трансформаторных подстанций, число и мощность трансформаторов с учётом принятого вторичного напряжения.

На основе данных о расположении и мощности трансформаторных подстанций и электроприёмников высокого напряжения выбирают место на генплане и определяют нагрузку коммутационных пунктов, а также нагрузку понизительной подстанции энергоснабжающей системы.

Выбирают первичное напряжение и проектируют сеть высокого напряжения: схему, число, сечения и трассы фидеров, питающих подстанции, коммутационные пункты и электроприёмники высокого напряжения.

На основе проекта электроснабжения по графикам нагрузок и данным о числе и мощности фидеров 6 кв или 10 кв разрабатывают проект энергосистемы предприятия. Используя уточнённые данные об установленной мощности по проектам технологической части, составляют проекты силового и осветительного оборудования цехов.

При проектировании руководствуются «Правилами устройства электроустановок промышленных предприятий», «Правилами технической эксплуатации» и другими нормативными документами.

Часть VIII Здания и сооружения

Производственные здания в зависимости от процессов, происходящих в них, делятся на основные производственные, обслуживающие и вспомогательные.

К основным производственным относятся здания, в которых осуществляются основные и подсобные технологические процессы.

К обслуживающим относятся здания складского, энергетического и транспортного назначения.

К вспомогательным – здания заводоуправления, лабораторий, столовых, медицинских учреждений, здания бытового назначения, проходные и т. п.

Производственные, обслуживающие и вспомогательные здания классифицируются по ряду специальных признаков:

– по степени капитальности;

– по огнестойкости;

– по степени пожарной опасности.

Стоимость производственных зданий в машиностроительной промышленности занимает значительную долю (примерно до 40 %) в материальных фондах предприятий.

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.

8.1 Архитектурно-строительные решения. Промышленные здания

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

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

Одноэтажные здания проектируются с полным или неполным каркасом, а также с несущими стенами.

В зданиях с полным каркасом вертикальными несущими элементами являются колонны; наружные же стены становятся лишь ограждающими элементами, т. е. заполнением.

В зданиях с неполным каркасом несущие колонны располагают только внутри здания, наружные же стены также делают несущими, выполняющими одновременно также функции и ограждающих конструкций.

8.1.1 В промышленном строительстве применяют, главным образом, конструктивную схему с полным каркасом. Эта схема является типовой и обеспечивает экономичные решения зданий с полной унификацией сборных элементов. Конструктивные схемы с неполным каркасом и несущими стенами применяются редко, преимущественно для небольших зданий подсобного назначения.

8.1.2 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, в числе других, являются исходными для разработки строительной части проекта.

8.1.3 Основными строительными параметрами здания в плане являются: ширина пролета, расстояние между продольными разбивочными осями (L), шаг колонн (t), расстояние между поперечными разбивочными осями. Сочетание ширины пролета и шага колонн образует сетку колонн, обозначаемую произведением L x t.

К основным параметром здания в разрезе относится высота пролета h (расстояние от чистого пола до, низа несущих конструкций покрытий).

8.1.4 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.

Температурные швы расчленяют здание на отдельные отсеки (температурные блоки). Размеры между поперечными швами принимаются до 72 м, а между продольными – до 144 м.

Температурные швы должны расчленять как каркас здания, так и весь фундамент.

8.1.5 Для повышения эффективности использования производственной площади целесообразно применение укрупненной сетки колонн.

Наибольшая экономия площади при крупной сетке колонн достигается в цехах с крупным оборудованием.

Например, в механических цехах прокатного оборудования экономия достигает 47 % при сетке 30х18 м и 73 % при сетке 36х36 м.

Увеличение шага колонн сверх 12 м дает больший эффект, чем увеличение ширины пролета при неизменном шаге колонн.

Это связано с тем, что при увеличении шага колонн тяжелое станочное оборудование смещается к продольным осям здания; внутрицеховой транспорт может быть направлен поперек пролетов.

Увеличение шага колонн создает также более благоприятные условия для эксплуатации оборудования и для создания подсобных площадей вблизи станка; замещение технологической, оснастки и промежуточных складов.

На предприятии при шаге колонн 18 м отпадает необходимость в устройстве поперечных пролетов для заготовительного и сборочного цехов.

8.1.6 Линии обработки деталей располагаются при этом не вдоль, а поперек пролетов, сборочные и заготовительные цехи остаются в крайних пролетах.

Таблица 8.1 – Размеры унифицированных пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств

Ширина пролета, м	Высота Н цеха до нижнего пояса ферм, м	Высота Н1 головки кранового рельса, м	Тип кранов	Грузоподъемность крана, т
18	6,0; 7.2; 8,4 .		Подвесные	0.25-5,0
24	7,2; 8,4			
30	7,2; 8.4			
18	8,4; 9,6	**6,15; 6,95**;	Электрические мостовые	10; 20/5
24	10,8	8,16		
18			То же	
30	16,2; 18,0	**12,65; 14,45**;	Электрические мостовые	**30/5**
36		12.0; 13.8		**50/10**
30	16,2; 18.0	12.0; 13,8	То же	75/26
36	19.8	15,6 **11,2;**		100/20
30	19,8	**13,0** 14.8	»	150/30
П р и м е ч а н и е - Полужирным шрифтом выделены наиболее употребительные значения.				

Как видно из таблицы 8.1 ширина пролета принята равной 18 и 24 м в бескрановых и 18, 24, 30 и 36 м – в крановых зданиях.

Шаг средних колонн 12 м. Шаг крайних (пристенных) колонн принимается 6 или 12 м в зависимости от конструкции стеновых ограждений.

Принятые в унифицированных габаритных схемах размеры пролетов и шагов колонн в два и более раз крупнее, чем у большинства построенных ранее, заводов, что обеспечивает указанные выше преимущества.

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

В пролетах, не имеющих подъемных кранов, может применяться подвесное подъемно-транспортное оборудование (кранбалки, подвесные конвейеры и др. грузоподъемностью 0,5-5 т).

8.1.8 При изготовлении мелких деталей и узлов пролеты обслуживаются только напольным транспортом. При использовании кранбалок грузоподъемность до 3,2 т их располагают в один или два ряда по ширине пролета, при грузоподъемности более 3,2 т – в один ряд.

В бескрановых пролетах могут размещаться механическое производство средних и мелких деталей, цехи (участки) термические, окрасочные и металлопокрытий, сборочные цехи, участки и отделения, испытательные станции и оклады.

В крановых пролетах, оборудованных мостовыми кранами до 30 т, размещают обработку крупных деталей, штампо-механические и ремонтно-механические цеха, отделения сборки тяжелых изделий, термические цеха и склады с железнодорожным подъездом.

Пролеты с мостовыми кранами грузоподъемностью более 30 т используют в тяжелом машиностроении.

8.1.9 Оптимальные размеры секций и их площадей выбраны на основе анализа опыта использования производственных зданий. Длина секции (размер вдоль пролета) производственного здания для предприятий машиностроения не превышает 72 м, т.е. предельное расстояние между поперечными температурными швами. Максимальная ширина секции (размер поперек пролетов) – 144 м, что соответствует пре-

дельно допустимому расстоянию между продольными температурными швами. Каждая секция представляет собой температурный блок. Высота пролетов секций принимается в зависимости от вида транспортного оборудования.

В результате применения УТС значительно повышается производительность труда проектировщиков и сокращаются сроки разработки технической документации.

Широкое внедрение УТС способствует повышению технического уровня проектируемых промышленных предприятий и экономической эффективности капитальных вложений в промышленное строительство.

8.1.10 Основными элементами каркасов одноэтажных зданий являются фундаменты, колонны, стропильные и подстропильные конструкции, подкрановые балки.

Железобетонные конструкции долговечны, несгораемы и дают экономию стали. Стальные конструкции в настоящее время разрешается применять для зданий, оборудованных кранами грузоподъемностью более 50 т или высотой более 18 м.

8.1.11 Экономически целесообразно применять стальные подкрановые балки для кранов любой грузоподъемности и стальные фермы пролетов более 24 м.

8.1.12 Фундаменты при каркасной конструкции здания наиболее целесообразно применять отдельно стоящие, выполненные из железобетона. На них опираются колонны и фундаментные балки.

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 конструкции покрытия, кранов и стен, и фахверковые, служащие только для крепления стен.

8.1.13 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,

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.

8.1.14 Строительные 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.

Элементы, обеспечивающие изоляцию помещений от влияния наружных атмосферных условий, – это наружные стены, окна, двери, ворота, кровли, фонари и полы; к внутренним – перегородки и служебные лестницы.

Индустриальным типом наружных ограждений зданий являются навесные крупнопанельные стены.

Основные панели изготовляют с номинальной длиной 6 и 12 м, высотой 1,2 и 1,8 м. Длины простеночных панелей 3; 1,5 и 0,75 м. Толщина наружных стен принимается в зависимости от вида материалов и теплотехнических требований от 200 мм до 500 мм.

Для улучшения светотехнических, теплотехнических, эксплуатационных и эстетических качеств в боковые светопроемы вставляют оконные переплеты из стальных, алюминиевых и пластмассовых материалов с остеклением, стеклопакетами, стеклопрофилитом и другими материалами, с солнцезащитными устройствами.

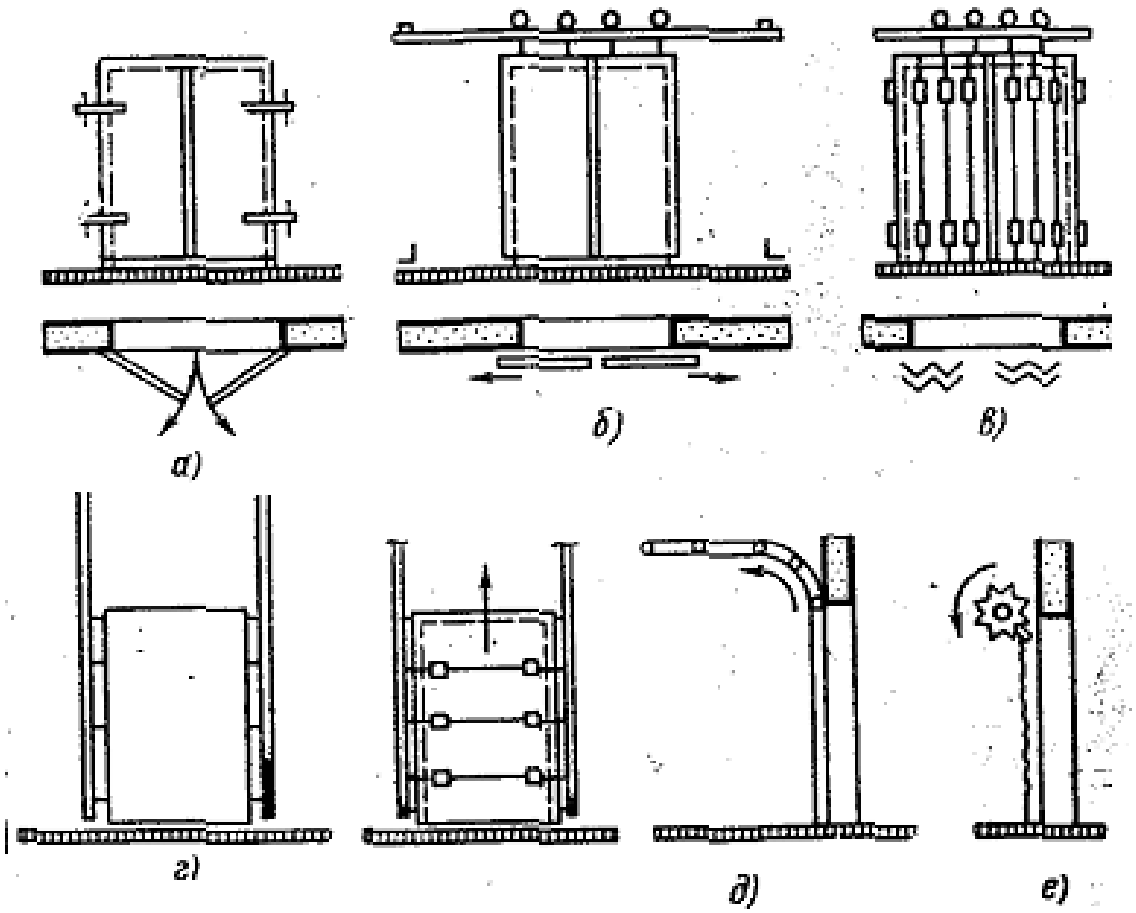
8.1.15 Ворота производственных зданий устраиваются для ввода транспортных средств (авто– и электрокар, автомашин, автопогрузчиков, подвижного состава узкоколейных и ширококолейных дорог) и прохода больших масс людей. Размеры ворот устанавливают в зависимости от габаритов подвижного состава или

оборудования. Изготовляют ворота деревянными, деревянными со стальным каркасом и стальными.

По способу открытия ворота подразделяют на распашные, раздвижные, складчатые (многостворные), подъемные и шторные (рисунок 8.1).

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.

8.1.16 Ширина ворот должна превышать наибольшую ширину средств напольного транспорта не менее чем на 600 мм и составлять не менее 1,8 м.



а – распашные; б – раздвижные; в – многостворчатые; г, д, е – подъемные.

Рисунок 8.1– Конструкции ворот

Рекомендуется принимать следующие размеры проемов ворот (ширина я высота) для безрельсового транспорта: 2×2,4; 3×3; 4×3; 4×3,6; 4×4,2 м.

Размеры ворот для железнодорожного транспорта 4,7×5,6 м.

Ворота оборудованы тамбурами, воздушными или воздушно-тепловыми завесами.

8.1.17 Двери в производственных зданиях по назначению делятся:

– на эвакуационные;

– транспортные (для перевозки изделий);

– 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 м до 100 м от рабочего места).

При больших размерах зданий двери должны размещаться на расстояниях между собой не более чем через 75 м по периметру здания.

8.1.18 Покрытия зданий (кровли)

Покрытия 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. 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 не отапливаемых, так и в отапливаемых помещениях.

По плитам укладывается утеплитель из легкобетонных или древесноволокнистых плит (только над отапливаемыми помещениями).

В отапливаемых зданиях применяют также плиты из керамзитобетона и из ячеистого бетона, которые выполняют одновременно несущие и теплоизоляционные функции.

По несущим или утеплительным плитам укладывается цементная или асфальтовая стяжка, на которую наклеивается с помощью мастик водоизоляционный ковер из 3-5 слоев рулонных материалов.

Нижние слои ковра выполняются из пергамина или толь-кожи, верхний слой – из рубероида или толя.

В плоских кровлях в связи с возможным застоем водоизоляционный ковер покрывается защитным слоем втопленного в мастику гравия, а в кровлях, в летнее время, специально заливаемых водой, двумя защитными слоями.

Несущий настил при шаге стропильных конструкций в 6 м выполняется из унифицированных железобетонных ребристых плит номинальными размерами 3х6 м и 1,5х6 м и высотой ребер 0,3 м с напряженным и ненапряженным армированием и из легкобетонных плит шириной 1,5 м.

8.1.19 Естественное освещение и аэрация производственных помещений

С целью освещения естественным светом и аэрацией устраивают, так называемые, «фонари» на кровлях зданий, то есть устройства освещения и естественной вентиляции.

По своему назначению фонари подразделяются:

– на светоаэрационные;

– аэрационные;

– световые.

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

В целях унификации конструкций зданий фонари того или другого типа рекомендуется выполнять продольными.

Продольные фонари могут иметь различные профили:

– прямоугольные с вертикальным остеклением;

– трапецеидальные и треугольные с наклонным остеклением;

– зубчатые с односторонним вертикальным остеклением.

В настоящее время применяют почти исключительно прямоугольные фонари.

8.1.20 Стены и перегородки

С целью повышения универсальности производственных помещений цеха и облегчения их перестройки производственные отделения и участки рекомендуется компоновать в едином строительном объеме с минимальным количеством встроенных или выгораживаемых помещений.

Стенами и перегородками следует отгораживать помещения в основном:

– при наличии вредных выделений на данных участках (например, окрасочных, гальванических, консервации, цианирования и других);

– избыточного тепла (термические, кузнечные);

– значительного выделения пыли (заточные);

– источников шума и сотрясений (компрессорные);

– особых требований к температурно-влажностному режиму (термоконстантные помещения).

8.1.21 Перегородки должны обеспечивать возможность трансформации помещений в соответствии с совершенствованием технологии производства. Для этого их следует изготовлять 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 изготовляют 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.

8.1.22 Полы. 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 мм до 250 мм в зависимости от величины и характера распределения нагрузки и прочности основания.

С точки зрения эластичности и малого тепловосприятия наиболее удобны деревянные и асфальтовые полы.

Деревянные полы в производственных помещениях делают торцовыми из деревянной прямоугольной или шестигранной шашки (рисунок 8.2). Такие полы являются бесшумными и беспыльными, они мало истираются, легко ремонтируются, к ним можно легко крепить необходимые детали.

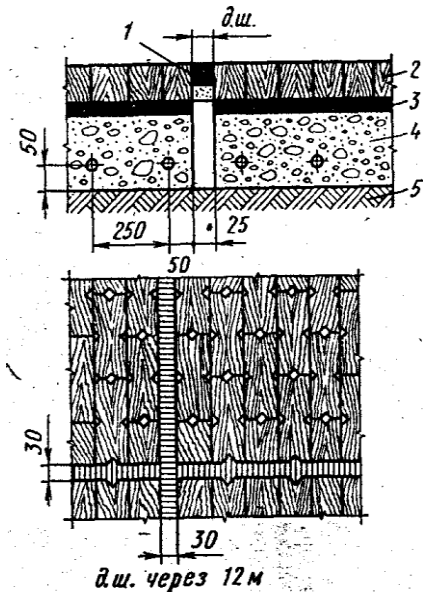


Рисунок 8.2 – Пол из торцовой шашки

Во влажных помещениях наиболее приемлемы керамические, плиточные, асфальтовые и синтетические полы.

В цехах со значительным механическим воздействием на полы и высокими температурами помещений более рациональны металлоцементные полы, имеющие покрытие из чугунных или стальных плит.

Для безрельсового транспорта наилучшими являются металлоцементные, изготовленные из высокопрочных плиток, и асфальтобетонные полы.

В связи с различными эксплуатационными характеристиками полов сравнение их может производиться лишь между вариантами, удовлетворяющими технологическим требованиям производства, т. е. по величине максимальной технологической нагрузки (нагрузки от применяемых транспортных средств и др.):

– характер воздействия на пол, применяемых в производстве рабочих жидкостей;

– допустимое пылевыделение покрытием пола;

– требования к его уборке.

При покрытиях пола, выполненных из керамических плиток, поливинилацетатных и линолеума не допускается применение безрельсового колесного транспорта на металлических шинах.

При других покрытиях максимальная грузоподъемность тележек на металлических шинах до 1 т, грузовых автомобилей – до 12 т.

В окрасочных цехах и отделениях рекомендуется применять полы:

– из керамической плитки;

– полимерацетатные;

– бетонные с пропиткой специальными составами.

В цехах и отделениях металлопокрытий рекомендуются полы из керамической плитки на кислотно-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.

8.2 Элементы промышленных зданий

Промышленные здания представляют собой корпуса, складские помещения, к ним предъявляются различные требования.

По числу наземных этажей здания бывают: одноэтажные, многоэтажные, с подвалами и без них.

В зависимости от материалов различают здания: кирпичные, железобетонные, стеклянные, деревянные.

По долговечности: сроком от года до 100 лет, при этом первая степень долговечности – сроком до 100 лет, вторая степень долговечности – 80 лет, третья степень – 20 лет.

Здания должны быть огнестойкие (5-й степени), устойчивыми к опрокидыванию от эксплуатационных и ветровых нагрузок.

По эксплуатационным требованиям здания делятся на 4 класса.

Все здания состоят из ограничиваемого числа элементов. Основные конструктивные элементы подразделяются на несущие и ограждающие. Несущие элементы: колонны, стены; ограждающие: стены, перекрытия, крыши и др. Одни и те же элементы могут выполнять разные функции.

Таблица 8.1 – Основные строительные параметры производственных зданий цехов

Исходные данные			Рекомендуемые параметры пролетов, м			
Размеры оборудования, м		Наибольшая грузоподъемность мостовых кранов, т	Ширина	Шаг колонн (в среднем ряду)	Высота	
Ширина[1)] с зоной обслуживания, м	Высота				До головки подкранового рельса	До низа фермы
До 12	До 5	10	18	12	8,15	10,8
	5…6,5	20	18	12	9,65	12,6
	6,5…8	30	18	12	11,45	14,4
До 18	До 5	10	24	12	8,15	10,8
	5…6,5	20	24	12	9,65	12,6
	6,5…8	50	24	12	11,45	14,4
До 24	6,5…8	50	30	12	11,45	14,4
	8…11,9	100	30	12…18	14,45	21,05

[1)] Ширина включает зону обслуживания с вспомогательным, по отношению к основному, оборудованием.

8.2.1 Основные элементы и их характеристики:

Отдельные опоры – это колонны, столбы, воспринимающие нагрузку от перекрытий и др. элементов здания. Показаны на рисунке 8.3.

Для кранов грузоподъемности 5-10 т применяются подкрановые балки высотой 0,8 м и шириной 0,57 м. Для кранов грузоподъемностью больше 10 т, высота 1 м.

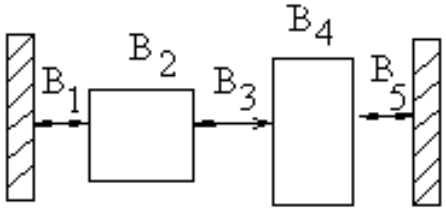


Рисунок 8.3 – Схема расчета ширины пролета

Ширина выбираемого пролета корпуса цеха рассчитывается так

$$B = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 \qquad (8.\ 1)$$

где B_1, B_5 – расстояние от осей колонн или стен до выступающих частей оборудования;

B_2, B_4 – габаритные размеры оборудования, расположенного в 1 и 2 рядах;

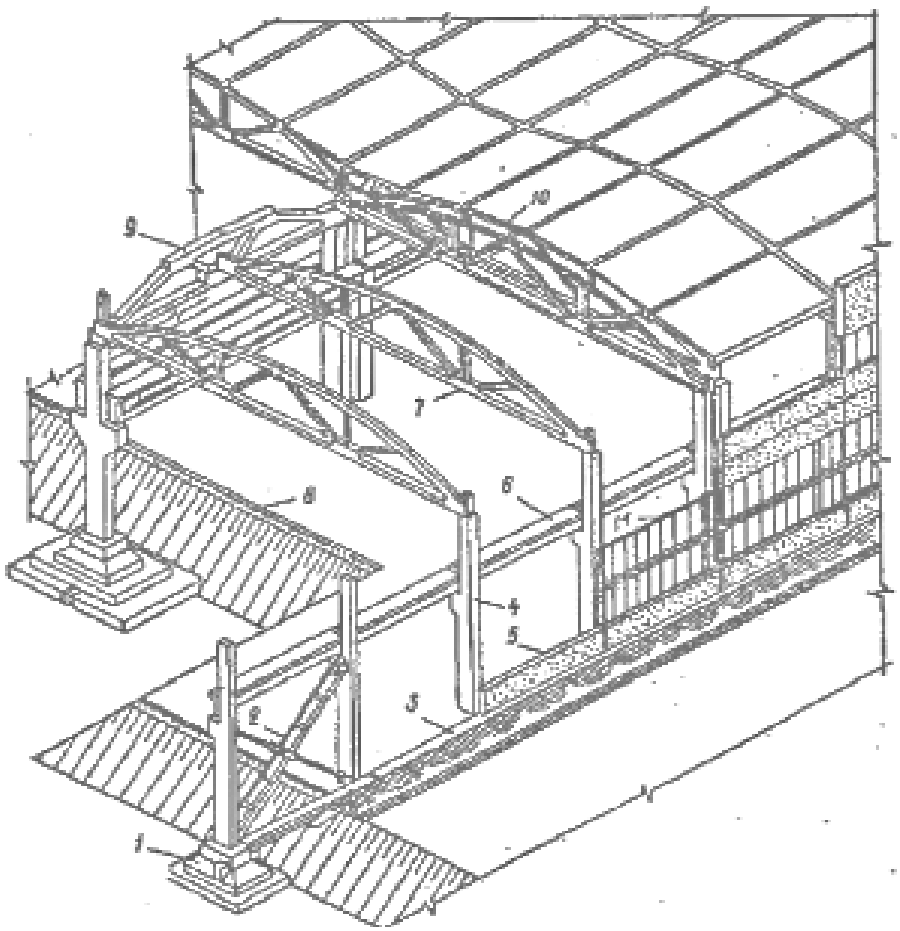
B_3 – ширина проезда.

Чаще всего расстояние между оборудованием и стеной составляет от 1 м до 2,5 м и зависит от мощности оборудования, его сложности, использованных средств механизации и необходимой организации рабочего места.

Ширину пролета, полученную при расчетах, необходимо увеличить до унифицированной ширины пролета, т.е. кратной 6. Например, если при расчете ширина пролета получится 11 м, то принимается унифицированную ширину – 12 м, а если 13 м, то принимается 12 м, следует внести соответствующие изменения в планировке с целью доведения ширины до 12 м.

Необоснованное увеличение ширины пролета приводит к увеличению стоимость здания и снижению эффективности производства.

Размеры и конструкция фундамента под технологическое оборудование берут из паспорта оборудования. Предпочтительно используют оборудование, не требующее подвалов, приямков и т.д., так как требуется большой объем работ под гидроизоляцию (рисунок 8.4).



1 – фундамент; 2 – связь; 3 – фундаментная балка; 4 – колонна; 5 – стеновая панель; 6 – подкрановая балка; 7 – ферма покрытия; 8 – пол; 9 – подстропильная ферма; 10 – плита покрытия; 11 – окно.

Рисунок 8.4 – Каркас одноэтажного здания

1 Глубина заложения фундамента под колонны должна быть больше глубины заложения подвалов, приямков, фундаментов под оборудование.

Высота пролета корпуса определяется по формуле

$$A = C+З+M+K+H \qquad (8.2)$$

где С – размер наиболее высокой части оборудования;

З – просвет между верхом оборудования и низом поднимаемого груза;

М – высота перемещаемых грузов в транспортном положении;

К – габаритные размеры траверсы и строп. Зависят от длины переносимого груза и такелажных углов наклона строп к горизонту равен 30-40º.

Н – расстояние от центра крюка, поднятого в верхнее положение до нижнего пояса фермы, оно зависит от конструкции грузоподъемного крана и воспринимаемой нагрузки по паспортным данным.

По размеру А – выбирается стандартная высота здания. Для термических цехов принята высота здания не менее 7,2 м, а ширина пролетов рекомендована 18 м или 24 м.

2 Фундаменты – это подземные конструкции. Предназначены воспринимать нагрузки от здания и передавать их основанию (естественному грунту или искусственному основанию). Состоит из подошвы и подколонника. Глубина заложения подошвы не менее глубины промерзания грунта (1,55 м) Кроме того, всегда заложение глубины фундамента под колонны должно быть больше глубины заложения подвалов, приямков, фундаментов под оборудование. Размеры и конструкцию фундамента под технологическое оборудование берут из паспорта оборудования.

3 Стены – это наружные вертикальные ограждения здания или внутренние, отделяющие одни помещения от других. Стены – это чаще всего панели толщиной 200-400 мм, выполненные из легких бетонов (керамзито- или перлитобетонные).

4 Перекрытия – это горизонтальные конструкции, разделяющие внутреннее пространство на этажи, они воспринимают нагрузки, возникающие при эксплуатации. Для перекрытия пролетов применяются железобетонные или металлические фермы различной высоты и сечения. Несущий остов (каркас) состоит из верхних колонн. Они расположены по периметру наружных стен и внутри здания (рисунок 8.5).

5 Устойчивость поперечных рам обеспечивается:

– подкрановыми балками;

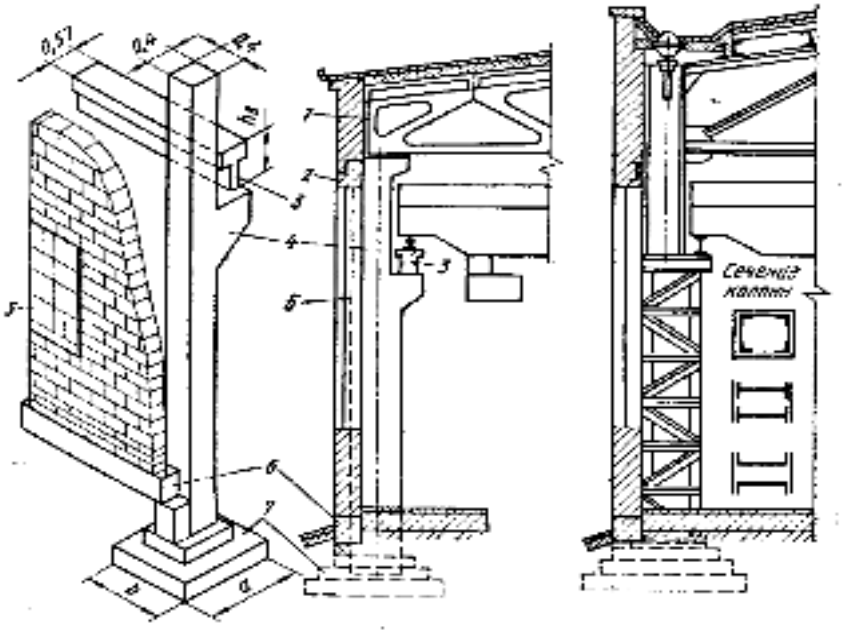
– фундаментными балками;

– продольными подстропильными фермами;

6 Крыша – верхнее ограждение здания.

7 Кровля – водонепроницаемая оболочка.

8 Чердак – пространство между крышей и верхним перекрытием.



1 – фермы; 2 – оконные перемычки; 3 – подкрановые балки; 4 – колонны с консолями; 5 – окна; 6 – фундаментные балки; 7 – фундамент.

Рисунок 8.5 – Элементы промышленных зданий

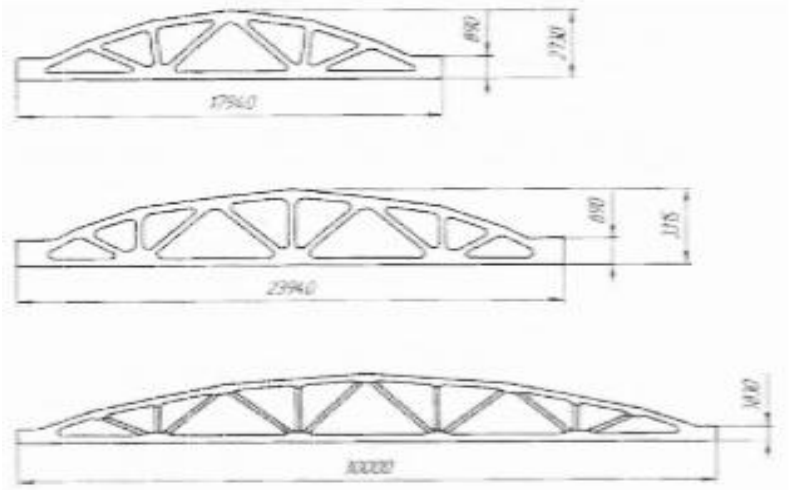


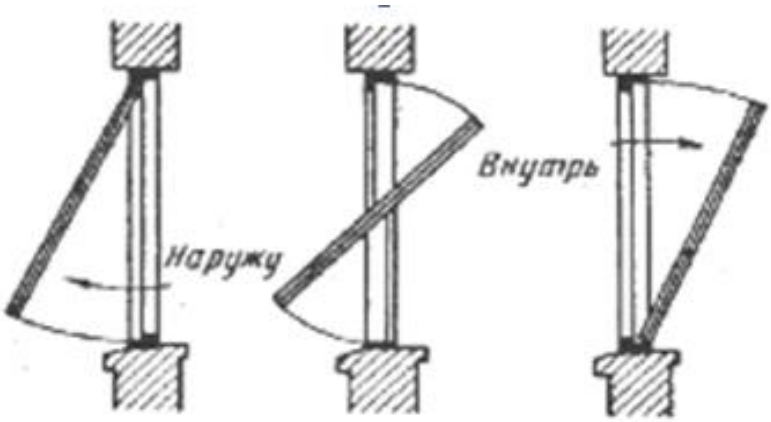
Рисунок 8.6 – Габаритные размеры железобетонных ферм покрытий (стропильных ферм)

9 Перегородки – это тонкие легкие стены, установленные на перекрытия и служащие для разделения внутреннего пространства на отдельные помещения в пределах одного этажа.

10 Лестницы – элементы, служащие для сообщения между этажами. По противопожарным соображениям лестницы располагают в специальных огражденных стенами помещениях, называющимися лестничными клетками.

11 Двери – предназначены для сообщения между соседними помещениями или с наружным пространством. Для перемещения транспортных средств и оборудования устанавливают ворота.

Двери промышленных зданий имеют высоту 2,3 м, ширину 1,4 м. Цеховые ворота обычно бывают 3х3 м или 4х4 м. Для прохода железнодорожных составов при широкой колее, размеры ворот 4,7х5,6 м. В воротах обычно устанавливаются двери для прохода людей.



а б в

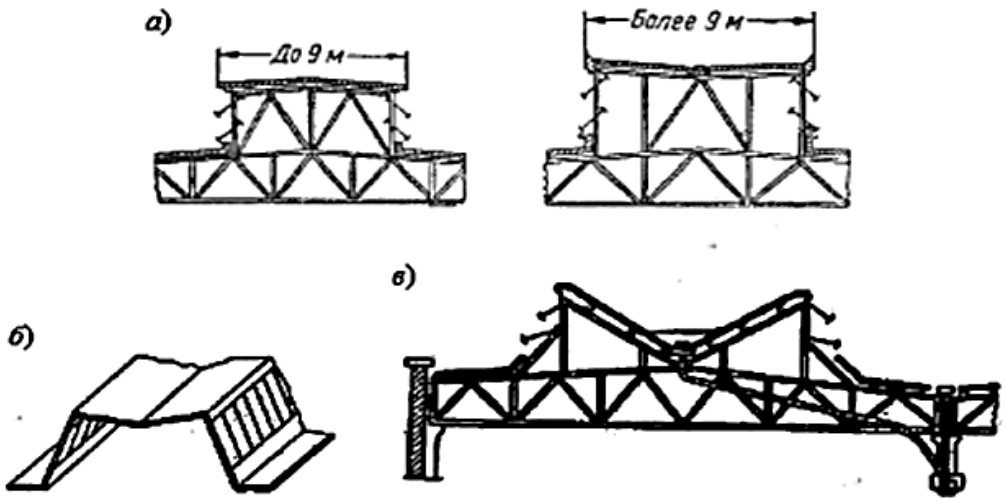
а – верхнеподвесной; б – среднеподвесной; в – нижнеподвесной.

Рисунок 8.7 – Схемы навески переплетов

12 Окна – это элементы, предназначенные для освещения и вентиляции. Окна в термических цехах обычно выполняются с одинарным остеклением со стальными

переплетами и рамами шириной 1,5 м и 2 м. Высота окон должна быть кратна 1,2 м, т.е. оконные проемы должны иметь 3,6 м или 6 м.

13 Полы в промышленных зданиях в процессе производства подвергаются механическим, физическим и химическим воздействиям, их чаще всего устанавливают по грунту. Полы бывают цементно-бетонные, асфальтовые, керамические (в виде плиток), металлические (чугунные или стальные), деревянные или дощатые.



а – прямоугольной; б – трапецеидальной; в – М-образной формы.

Рисунок 8.8 – Конструкции фонарей

Элементы промышленных зданий показаны на рисунке 8.5.

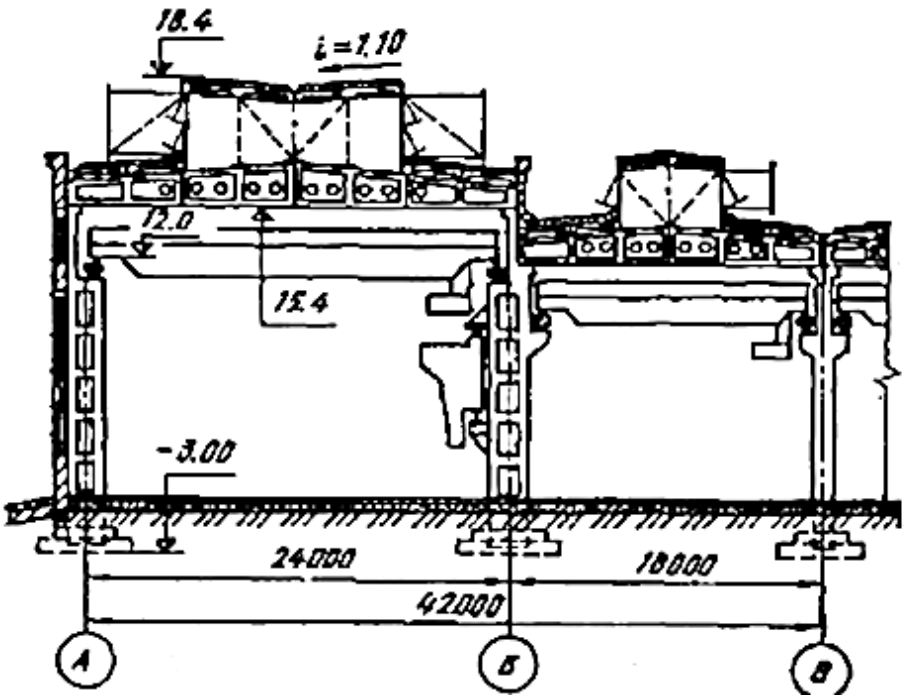


Рисунок 8.9 – Поперечный разрез цеха с железобетонным каркасом

Выбор подъемно-транспортных механизмов и средств, оказывают влияние на конструкцию здания.

Грузоподъемность подвесных и мостовых кранов определяется только исходя из технологических потребностей, т.е. массой перемещаемых грузов (детали + тара), но не по массе оборудования.

8.3 Проектирование бытовых и служебных помещений

Таблица 8.2 – Размеры производственных помещений

№ п/п	Нормируемая величина	Наименьшее допустимое значение
1	Площадь производственного помещения на одного работающего	4,5 $м^2$
2	Объем производственного помещения на одного работающего	15 $м^2$
3	Высота одноэтажных зданий	3 м
4	Высота этажей многоэтажных зданий	3 м
5	Высота помещений от пола до низа выступающих частей конструкций перекрытия (покрытия)	2,2 м
6	Высота помещений от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования: а) в местах регулярного прохода людей; б) в местах нерегулярного прохода людей	 2,0 м 1,8 м
7	Размеры пешеходных туннелей, галерей и эстакад: а) высота туннелей и галерей; б) ширина туннелей, галерей и эстакад.	 2,1 м 1,5 м
8	Размеры транспортных и коммуникационных туннелей, галерей и эстакад: а) высота проходов; б) ширина прохода:	 1,8 м 0,7 м

Бытовые и служебные помещения относят к группе вспомогательных помещений. В их состав входят все виды бытовых помещений и устройств (гардеробные, умывальные, душевые, санитарные узлы, столовые и буфеты, медпункты и так далее), заводоуправление, цеховые административно-конторские и инженерные службы, а также помещения общественных организаций и культурно-массового обслуживания.

8.3.1 Проектирование вспомогательных помещений ведут на основе норм проектирования (СНиП) руководящих материалов и типовых решений

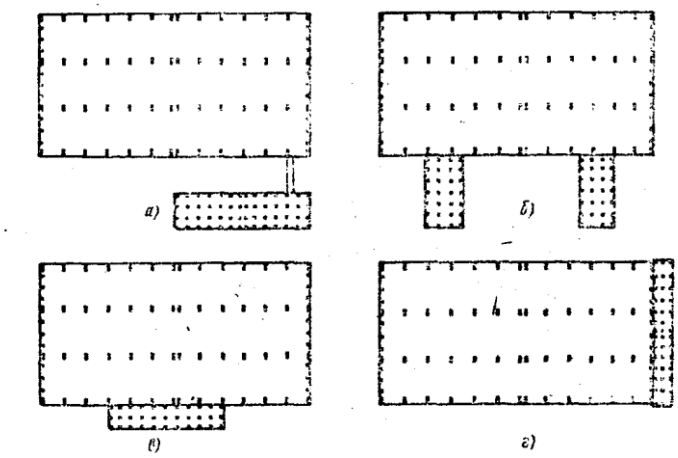
Размещение вспомогательных помещений производиться с учетом санитарных норм и минимальной затраты времени, работающими на выполнение всех надобностей, не связанных с непосредственной работой.

Вспомогательные помещения могут располагаться в пристройках к основным производственным зданиям или в отдельно стоящих зданиях. При незначительной вредности, они располагаются, как правило, в пристраиваемых зданиях.

8.3.2 Расстояние от рабочих мест до бытовых помещений не более 75 м.

Отдельно стоящие вспомогательные здания строятся для производств со значительными вредностями.

Пристраиваемые и отдельно стоящие вспомогательные здания административно–бытового назначения монтируются из унифицированных типовых секций, шириной 12 или 18 м, длиной 36, 48 и 60 м. Сетка колонн 6х6 м, число этажей 2, 3 и 4, ширина пристроек по условиям освещения естественным светом принимать 12 м. Для отдельно стоящих зданий – 18 м.



а – отдельно стоящие; б – примыкание торцами; в – пристройки к продольной части; г – пристройки к торцовой части.

Рисунок 8.10 – Схемы расположения служебных и бытовых помещении

8.3.3 Высота этажей – 3,3 и 4,2 м. Высота 4,2 м – при размещении лабораторий и вспомогательных отделений на первом этаже; и при площади помещений более 300 м^2; и при глубине помещений конструкторских бюро более 6 м.

8.3.4 Блокировка всех вспомогательных помещений в одном пристроенном здании целесообразна при сравнительно небольших производственных зданиях, когда расстояние от наиболее удаленных рабочих мест до бытовых помещений не превышает предельных расстояний, установленных нормами проектирования.

На первом этаже обычно располагают умывальные, столовые, уборные, медпункты (иногда гардеробные и душевые), часть вспомогательных отделений цехов и

лаборатории, а в верхних этажах – гардеробные, душевые, уборные, административно–конторские и инженерные службы, пункты питания, помещения для общественных организаций и другие.

8.3.5 Помещения для начальников смен, мастеров, нормировщиков и руководящего персонала цехов рекомендуется располагать не в пристройках, а в основном производственном здании, в пространствах, ограниченных несущими конструкциями; на антресолях и технических этажах.

В отдельных случаях вспомогательные помещения могут быть размещены внутри производственных зданий, если этому не препятствуют характер производства, санитарно-гигиенические требования и принятые конструктивные решения.

Необходимо стремиться к наиболее полному и целесообразному использованию площадей и объемов здания, предусматривать расположение части вспомогательных помещений на антресолях и технических этажах.

8.3.6 Высота помещений, размещенных в производственных зданиях, должна быть не менее 3 м, от пола до потолка, и не менее 2,5 м, от пола до низа выступающих конструкций.

Свободный с трех сторон периметр здания способствует лучшему освещению естественным светом. Недостатком такой компоновки перегораживание производственной площади встраиваемыми помещениями.

Это не мешает транспортировке при широких проездах.

8.3.7 При расположении цехов в многоэтажном здании служебно-бытовые помещения размещаются в том же здании, но отделяются от производственных помещений капитальной стеной.

В состав помещений и устройств санитарно-гигиенического обслуживания входят:

– гардеробные блоки для хранения уличной, домашней и рабочей одежды;

– душевые, умывальные, ножные ванны и другие; помещения и устройства местного обслуживания (уборные, курительные, помещения, для личной гигиены женщин, для обогревания и отдыха, фотарии, устройства питьевого водоснабжения);

помещения и устройства для санитарной обработки рабочей одежды (сушки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта).

Нормами все производственные процессы по санитарному режиму разделяются на группы, в зависимости от которых устанавливается состав и оборудование бытовых помещений.

8.3.8 Требования и правила проектирования бытовых помещений

1 Необходимо стремиться к уменьшению потерь рабочего времени из-за излишней протяженности путей до уборных, душевых, умывальных, здравпунктов и так далее.

2 Гардеробные и умывально-душевые секции занимают около 90 % всей площади бытовых помещений, то общая культура обслуживания работающих зависит от рациональности их планировки.

В основу их проектирования рекомендуется «зальная» планировка и блокирование типовых гардеробных и умывально-душевых секций, т.е. гардеробные и умывально-душевые располагают по всей ширине отдельно стоящих или пристроенных зданий. Часть бытовых помещения занимают лишь часть ширины корпуса, образуя «залы», увеличивая помещения с дневным освещением.

3 Гардеробные для домашней и рабочей одежды, умывальные, душевые и уборные должны быть отдельными для мужчин и женщин.

4 Душевые, умывальные и уборные не допускается размещать над рабочими помещениями административно-конторских и инженерных служб, общественных организаций, пунктов питания и тому подобные.

5 Не допускается установка санитарных приборов (умывальников, душевых кабин и так далее) у наружных стен здания, так как увлажнение стен приводит к ухудшению теплозащитных свойств стен, к антисанитарному состоянию и их разрушению.

6 Бытовые помещения освещаются естественным и искусственным светом. Пункты питания, здравпункты должны освещаться естественным светом. В осталь-

ных помещениях допускается освещение вторым светом или искусственное освещение.

7 В основу проектирования должна быть положена четкая схема движения рабочих через бытовые помещения к рабочим местам и обратно, исключающая встречу людей, одетых в загрязненную рабочую одежду, с людьми, одетыми в чистую одежду.

8.3.8 Целесообразны гардеробные блоки зальной системы при обслуживании в каждом зале не более 400-500 человек.

Гардеробные предназначены для хранения уличной, домашней и рабочей одежды, отдельно мужской и женской.

Установлены три способа хранения одежды:

– закрытый;

– открытый;

– смешанный.

При первом способе одежда всех видов хранится в закрытых шкафах; при втором – на вешалках и в открытых шкафах; при смешанном – один вид одежды хранится на вешалках, а другой – в закрытых шкафах.

Способ хранения указывается в задании на проектировании. При выборе способа хранения одежды – рекомендуется хранить уличную одежду на открытых вешалках в вестибюле, а домашнюю и рабочую – в двух отдельных шкафах полезной площадью 250 х 500 мм – для рабочей одежды в одном помещении, а для домашней – в другом.

8.3.9 Гардеробные блоки для работающих в термоконстантных помещениях должны располагаться в непосредственной близости от производственных помещений и соединяться с ними посредством тамбуров-шлюзов. Проход из гардеробных блоков в термоконстантные помещения через не режимные помещения не допускается.

Курительные помещения предусматриваются в тех случаях, когда по условиям производства курение в производственных помещениях не допускается, и при объеме производственного помещения не более 50 $м^3$.

Питьевое водоснабжение предусматривается в виде напольных и настенных фонтанчиков, закрытых баков с фонтанирующими насадками, автоматов с газированной водой и других устройств. Устройства питьевого водоснабжения размещают в проходах производственных помещении, в помещениях для отдыха, в вестибюлях и других местах на расстоянии от рабочих мест не более 75 м.

8.3.10 При работе в зданиях бесфонарного типа, где отсутствует естественное освещение, наблюдается «световое голодание», понижение трудоспособности, повышение восприимчивости организма к инфекционным заболеваниям. В связи с этим, для работающих в производственных помещениях без естественного освещения или с недостаточным естественным освещением предусматривается искусственное ультрафиолетовое облучение.

Общественное питание должно быть организовано из расчета обеспечения всех работающих на предприятии одноразовым горячим питанием (во всех сменах). В связи с этим на территории предприятия предусматривается сеть пунктов общественного питания (в основном доготовочные столовые, а также буфеты с отпуском горячих блюд).

8.3.11 На предприятиях с количеством работающих в наиболее многочисленной смене 250 и более человек предусматривается столовая, а с количеством работающих в наиболее многочисленной смене – менее 250 человек – буфеты.

Здравпункты предусматриваются на предприятиях со списочным количеством работающих 500 и более человек. Они предназначены для оказание первой помощи, выполнение простейших врачебных и профилактических процедур, контроль за санитарным состоянием и соблюдением соответствующих санитарно-гигиенических норм и правил на производстве.

Здравпункты должны размещаться на территории предприятия, в первых этажах вспомогательных или производственных зданий, вблизи цехов с наибольшим количеством работающих.

8.3.12 Расстояние от рабочих мест до здравпункта не более 1000 м. Помещения культурно-массового обслуживания подразделяются на помещения для цеховых общественных мероприятий и помещения общего для предприятия культурно–массового обслуживания, массовых мероприятий.

Количество мест в зале собраний определяется из расчета 30% работающих в цехе в наиболее многочисленной смене.

8.3.13 Укрупненный расчет площадей для бытового обслуживания производиться по нормам:

– гардеробные блоки (хранение уличной, домашней и рабочей одежды, душевые, умывальные, ножные ванны и др.) 2,6-2,8 $м^2$ на одного работающего;

– уборные 0,2 $м^2$ на одного работающего в наиболее многочисленной смене;

– курительные помещения 0,03 $м^2$ на одного работающего в многочисленной смене – для мужчин и 0,01$м^2$ для женщин;

– помещения общественного питания 0,7 $м^2$ на одного работающего; медпункт 0,08 $м^2$ на одного работающего.

В состав служебных помещений цеха входят помещения для административно-конторского персонала и инженерно-технических служб.

8.3.14 К административно-конторским относятся помещения:

– кабинет начальника;

– заместителей начальника с помещениями для их секретарей;

– 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;

– цеховые лаборатории;

– кабинеты по технике безопасности и другие помещения.

8.4 Компоновка и планировка цехов и участков

Площади цеха определяются планировкой помещений цеха с размещением оборудования. В проекте указывается наименование и площади участков, наименование помещений, входящих в состав производственных и вспомогательных площадей цеха. Деление площади на вспомогательные и производственных условно. При анализе степени эффективности площади использование цеха в качестве основного показателя принимается показатель выпуска продукции с 1 м^2 общей площади цеха и только основной площади.

8.4.1 Производственные площади предназначены для осуществления технологических процессов:

1 производственным оборудованием;

2 наземным транспортным оборудованием (рольганги);

3 верстаки, стенды, разметочные плиты;

4 шкафы для инструмента;

5 складочные места для заготовок и обрабатываемых деталей или сварных узлов;

6 рабочие места у оборудования;

7 оборудование для испытаний;

8 проходы и проезды внутри цеха.

Вспомогательные участки (площади) для:

– ремонта оборудования и оснастки;

– комнаты для дежурных слесарей, механиков, электриков;

– изготовления охлаждающих жидкостей и газов, а также защитных атмосфер;

– утилизации отходов;

– места ОТК;

– сантехнические площади;

– трансформаторные подстанции;

– вентиляционные камеры;

– бойлерные комнаты;

– площади магистральных проездов цехов.

Магистральные проезды (ширина больше 4 м) – это проезды, по которым возможны проезды погрузчиков, грузовых и уборочных машин.

8.4.2 Последовательность разработки планировки. Вначале разрабатывается маршрутная карта, т.е. устанавливается последовательность перемещения заготовки или полуфабриката по технологической цепочке (от поступления материалов в цех до выхода готовой продукции).

Наиболее точно площадь цеха определяется планировкой оборудования и помещений цеха. По инструкции СН 202 – 69 устанавливается, что в технический проект (технологическая часть) включают планировку основных цехов и отделений с расположением основного оборудования.

8.4.3 В тех случаях, когда такую планировку не выполняют, площадь цеха определяют расчетом по удельным нормам площади:

– на 1 единицу оборудования;

– на 1 рабочее место;

– по показателям выпуска (съема) продукции с 1 м^2 площади цеха.

Удельные величины площади принимают по нормам технологического проектирования или по технико-экономическим показателям.

В проекте указывают наименование и площади отделений, участков и помещений, входящих в состав производственной и вспомогательной площади цеха. Обще корпусные вспомогательные службы не указывают.

8.4.4 При строительстве цеха удельная стоимость 1 м^2 вспомогательной площади, как правило, не отличается от стоимости 1 м^2 производственной площади.

При эксплуатации цеха зачастую назначение площади изменяется: вспомогательную площадь используют для производственных участков и наоборот.

Высокие показатели выпуска продукции с 1 м^2 производственной площади не означают еще рационального использования всей площади цеха, если в цехе имеются излишки вспомогательной площади. Поэтому при анализе степени эффективности использования площади цеха в качестве основного показателя принимается показатель выпуска продукции с 1 м^2 общей площади.

8.4.5 Компоновочный план здания (корпуса) с указанием размещения входящих в него цехов, отделений, участков и вспомогательных помещений является необходимым материалом в составе технического проекта. Назначение компоновочного плана – взаимная увязка входящих в состав корпуса цехов, отделений и участков, выбор оптимального направления производственного процесса и внутрицехового транспорта, анализ грузовых и людских потоков по корпусу, а также определение наилучшего размещения вспомогательных помещений и бытовых устройств.

8.4.6 На компоновочном плане указывают:

– габариты здания (корпуса), маркировку осей здания, стены капитальные наружные и внутренние перегородки (в одну линию), сетку колонн пролетов, отметки фундаментов колонн; границы между цехами и участками; вспомогательные службы, помещения, устройства (трансформаторные подстанции, вентиляционные камеры приточной общеобменной вентиляции, мастерские, кладовые и др.);

– магистральные и межцеховые проезды, вводы ж.–д. путей;

– обще корпусные и цеховые подъемно-транспортные средства; краны, кран-балки, конвейеры, лифты и др.;

– подвалы, тоннели, антресоли (с отметками их пола).

8.4.7 Расположение оборудования на компоновочном плане, как правило, не показывают. В отдельных случаях, когда расположение основного оборудования, влияет на компоновочные решения (например, поточные станочные или автоматические линии в механических, заливочные конвейеры в механизированных литей-

ных цехах и др.), на компоновочных планах может быть схематично показано размещение основных групп оборудования.

Компоновочные планы выполняют в масштабе преимущественно 1 : 400; для особо крупных корпусов допустимо применение масштаба 1 : 800, а для очень мелких – 1 : 200. На компоновочном плане указывают размеры длины и ширины здания, ширины пролетов, шага колонн.

На свободном поле чертежа компоновочного плана указывают высоту пролетов от пола до низа несущих конструкций покрытия здания и до головки рельсов подкрановых путей (для крановых пролетов). При сложном профиле здания могут потребоваться поперечные разрезы (в одну линию). Бытовые и конторские помещения, запроектированные в отдельно стоящем здании или пристройке, показывают в одну контурную линию.

8.5 Планировка цеха (расположение оборудования и рабочих мест)

В отличие от компоновочных планов, которые выполняют только по корпусам, план расположения оборудования может выполняться по корпусам, а для очень крупных заводов – по цехам. За основу плана расположения оборудования принимают архитектурно-строительный чертеж. Условные обозначения на этом плане отличаются от обозначений на компоновочном плане.

8.5.1 Разбивочные оси здания на плане сохраняют маркировку, принятую в строительных чертежах и в компоновочном плане, а именно: горизонтальные оси рядов колонн помечают снизу вверх по оси ординат последовательными прописными буквами русского алфавита; вертикальные оси рядов колонн нумеруют слева направо по оси абсцисс последовательными арабскими цифрами, начиная с единицы.

Строительные размеры конструкций здания, оконных и дверных проемов и т. п. на технологических планировках можно не указывать.

На планировке должны быть показаны:

– строительные элементы – стены наружные и внутренние, колонны, перегородки (с указанием их типа), дверные и оконные проемы, ворота, подвалы, тоннели, основные каналы, антресоли, люки, галереи и т. п.;

– технологическое оборудование и основной производственный инвентарь – расположение станков, машин и прочих видов оборудования (включая резервные места), плит, верстаков, стендов, складочных площадок материалов, заготовок, полуфабрикатов и мест для контроля деталей, магистральные, межцеховые и внутрицеховые проезды;

– подъемно-транспортные устройства: мостовые, балочные, консольные и прочие краны (с указанием их грузоподъемности), конвейеры, рольганги, монорельсы, подъемники, рельсовые пути;

– расположение вспомогательных помещений и мастерских, складов, кладовых, трансформаторных подстанций, вентиляционных камер, а также конторских помещений и санитарных узлов, расположенных на площади цеха.

8.5.2 На плане дают надписи наименования цехов, отделений, вспомогательных помещений и групп оборудования, а также указывают основные размеры здания в целом (длина, ширина здания, ширина пролетов, шаг колонн) и внутренние размеры основных крупных изолированных помещений.

В тех случаях, когда в состав корпуса входит небольшое число цехов и отделений, рекомендуется под надписями наименования цеха и отделения указывать его площадь.

8.5.3 Компоновка и планировка участка, цеха, линии – это две взаимосвязанных параллельно выполняемые работы, представляющие часть проекта, которая увязывает все звенья цехового механизма, превращая его в единую технологическую и инженерно-техническую службу, связанные между собой.

Первым этапом проектирования является компоновка производства

Под компоновкой цеха (участка) понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и

служебно-бытовых помещений на площади цеха (участка).

После компоновки цеха (расстановки) осуществляют планировку оборудования на нем. Под планировкой цеха понимают взаимное расположение технологического и вспомогательного оборудования и других производственных средств и устройств на площадях цеха.

8.5.4 Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов, определяемый из технико-экономических соображений, должен быть по возможности одинаков, так как производительность всего автоматизированного комплекса в значительной мере определяться наиболее «слабым» звеном в производственной цепочке. Поэтому даже самые современные станки и передовые технологии не обеспечат должного эффекта без надлежащей автоматизации всего комплекса процессов (основных и вспомогательных), протекающих в производстве.

Поэтому к этапу планировки приступают только после разработки производственного (технологического) процесса, увязывая расположение рабочих позиций (мест) и вспомогательного оборудования в пространстве цеха или участка.

8.5.5 Расставляют темплеты (плана вид оборудования сверху, в масштабе) в технологической последовательности. Планировку в техническом проекте выполняют в масштабе 1 : 100 для малых, средних цехов (участков) и 1 : 200 для больших цехов. В рабочих чертежах монтажные планировки выполняют обычно в масштабе 1 : 50 с привязкой оборудования к элементам здания.

При планировке учитывают все факторы, которые оказывают влияние на работающих:

– доступ к рабочим позициям (местам);

– удобство работы рабочего и доставки заготовок к месту работы;

– близость комнат для курения и туалетов, раздевалок, душей и столовых;

– хорошее освещение;

– достаточный обмен воздуха;

– удобное расположение автоматов или фонтанчиков для питья и т. д.

В качестве противопожарных мероприятий следует обеспечить:

– удобное расположение противопожарного инвентаря;

– наличие свободных проходов для быстрого вывода работающих и проездов для пожарных машин;

– двери должны открываться наружу.

Планировку оборудования следует производить с учетом размещения санитарно-технических и энергетических служб.

8.5.6 Магистральные водопроводы, трубопроводы, водостоки, канализацию, силовую подводку к станкам (если ее делают в бетонном полу), систему освещения, разводку сжатого воздуха, размещение отопительных приборов, удаление отходов производства – все это проектируют так, чтобы эти коммуникации не проходили в зоне работы транспортной системы и не представляли опасности для работающих, оборудования и материалов.

8.5.7 На планировке изображают и указывают:

– сечение колонн с фундаментами;

– магистральные проезды;

– наружные и внутренние стены;

– окна, ворота и двери, как наружные, так и внутренние;

– основное и вспомогательное оборудование;

– месторасположение работающих;

– подвалы, каналы, шахты и антресоли;

– верстаки, рабочие столы, подставки;

– места для хранения инструмента;

– места для складирования заготовок и готовой продукции;

– транспортные устройства;

– площадки для контроля;

– места для мастеров;

– ширину пролетов;

– шаг колонн;

– общую ширину цеха;

– длину пролетов и всего цеха;

– ширину продольных и поперечных проходов или проездов;

– ширину и длину каждого вспомогательного отделения;

– расстояние от станков до колонн и между станками и рабочими местами;

– габаритные размеры крупных станков;

– нумерацию оборудования с ее расшифровкой в спецификации;

– названия всех производственных отделений и участков;

– средства защиты работающих.

Ввиду большого количества строительных элементов и производственного оборудования, изображаемых на планах производственных помещений, целесообразно пользоваться принятыми условными обозначениями, в соответствие с таблицей 8.3.

Оборудование обозначается по контуру, при этом учитывают размеры выдвижных элементов или сдвигающихся крышек, дверей и т.д.

Таблица 8.3 – Условные обозначения на технологических планах

Объект	Условное обозначение
1	2
Компоновочный план	
Капитальная стена, сплошная перегородка до низа фермы или до потолка	
Легкие перегородки всех типов	
Граница цеха, отделения участка	– – – – – – – – – – –
Колонна здания	+
Подвал (с отметкой уровня пола)	
Антресоли (с отметкой высоты)	
Проезд (штриховка)	
Тоннель, канал	
Железнодорожный путь (ввод)	
Трансформаторная подстанция	

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Санитарный узел	СУ
План расположения оборудования	
Строительные элементы	
Капитальная стена	
Колонна с фундаментом	
Колонна металлическая	
Ворота, дверь в проеме створная	
Сплошная перегородка до фермы	
Остеклённая перегородка	
Перегородка с сеткой	
Металлическая перегородка	
Звукоизолирующая перегородка	
Барьер	
Тоннель, канал	-1500
Люк	
Трап	

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Технологическое оборудование	
Автоматические линии	
Технологическое оборудование (станок и др.) и № по плану	85
Технологическое оборудование, существующее в цехе, не перестанавливаемое	123
Место рабочего	
Место рабочего при многостаночном обслуживании	
Разметочная плита	РП
Контрольная плита	КП
Верстак	В
Контрольный стол	КС
Резервное место под оборудование	РМ
Складочное место заготовок, деталей	
Контрольный пункт деталей	КП

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Подводы промышленных жидкостей, газов и электричества; вентиляционные отводы	
Подвод холодной воды	
Подвод холодной воды с отводом в канализацию	
Подвод холодной воды с раковиной на стене (перегородки)	
То же холодной и горячей воды	
Слив отработанной охлаждающей жидкости в канализацию	
Подвод пара	
Подвод сжатого воздуха р = 6 ат.	б
То же, р = 3 ат.	з
Подвод эмульсии	э
Подвод содового раствора	с
Подвод масла (сульфофрезола)	м
Подвод газа	г
Местный вентиляционный отсос	
Подвод трехфазного спецтока	с
Местное освещение	
Щит управления	щ

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Пожарный кран	
Подъемно–транспортное оборудование (компоновочные планы и планы расположения оборудования)	
Электрический мостовой кран	Q = 10 m
То же, на разрезе здания	Q = 10 m
Кран однобалочный подвесной, кран–балка подвесная на плане здания	... m/... м
То же, на разрезе здания	Q = 2,m/... м
Кран мостовой однобалочный	Q = 2 m
То же, на разрезе здания	Q = 2 m
Электрический козловой план	Q = 20 m
То же, вид спереди	Q = 20 m
Кран поворотный в плане	... m/... м
Подвесной цепной конвейер с примыкающим монорельсом	
Подвесной цепной конвейер	+5,5 +2,2

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Ленточный транспортер	
Рольганг	
Монорельс с тельфером	Q = 0,5 m
Монорельс с пневмоподъемником	Q = 0,25 m
Электроинструмент на монорельсе	
Желоб, склиз	

Оборудование на плане изображают условным упрощенным контуром в предельных габаритных размерах с учетом крайних положений движущихся частей станка, открывающихся дверей и кожухов. Внутри контура габарита оборудования (а для мелкого оборудования – вне контура на выносной полке) указывают номер оборудования по спецификации к плану.

8.5.8 Спецификацию оборудования к планировке комплектуют вместе с чертежом этого плана. Для небольших цехов спецификацию размещают на самом чертеже.

Для крупных цехов с большим количеством оборудования спецификацию брошюруют отдельным альбомом, комплектуемым вместе с чертежом плана расположения оборудования.

8.5.9 Рекомендуется следующий порядок нумерации оборудования цеха на плане и в спецификации:

– оборудование нумеруют сквозной порядковой нумерацией, которую следует вести на плане по отделениям и участкам цеха последовательно слева направо и затем сверху вниз.

Каждая единица оборудования должна иметь свой отдельный номер, даже если тип оборудования повторяется.

В спецификации допустимо объединять в одной строке несколько рядом стоящих одинаковых станков одного отделения (таблица 8.4).

Таблица 8.4 – Форма спецификации оборудования к планировке

Номера			Оборудование	Тип, модель, фирма	Краткая техническая характеристика	Мощность 1ед., кВт	Количество
По порядку	По плану	Инвентарные					
1	2	3	4	5	6	7	8

Подъемно-транспортное оборудование в малых цехах с несложным транспортом нумеруют после технологического оборудования.

Для крупных цехов с большим количеством механизированного транспорта ведут отдельную нумерацию с добавлением к цифре буквы Т (или первой буквы наименования соответствующего транспортного устройства: Р – рольганг).

8.5.10 Возле габаритов оборудования, а также других рабочих мест (верстаков, стендов и пр.) на чертеже планировки цеха дают условное обозначение места рабочего в виде кружка диаметром 4-5 мм (при масштабе 1 : 100); половина кружка зачернена, светлая половина обращена к станку. Желательно также возле габаритного контура оборудования или рабочего места показать условными обозначениями (рис.) необходимые подводки энергоносителей, воды и пр.

Планы расположения оборудования для крупных корпусов выполняют в масштабе 1 : 200. Допускается применение масштаба 1 : 100. Разрезы корпуса дают на базе архитектурно-строительных чертежей в масштабе 1 : 400.

Основные требования к размещению оборудования в соответствии с маршрутной технологией:

– грузопотоки в цехе не должны пересекаться;

– пути перемещения грузов должны быть наиболее короткие и безопасные для рабочих и оборудования;

– обрабатываемые изделия не должны возвращаться к началу или к зонам обработки;

– транспортировка отходов не должна мешать или разрушать общую направленность грузовых потоков, поэтому наряду с использованием напольного транспорта для уборки отходов применяют конвейерные устройства в разных уровнях, т.е. в траншеях или на подвесных дорогах;

– обрабатываемое изделие не должно перемещаться в процессе прохождения по технологической цепочке из одного пролета в другой, кроме как по торцевым зонам цеха. В соответствии с этим должно размещаться оборудование, а также участки внутри цеха;

– участки с вредными условиями труда выносят в отдельную зону, отделенную от людей. В этом случае возможно отклонение от линейного технологического маршрута. Любое отклонение от линейного маршрута должно быть обосновано экономически и функционально;

– передача грузов из одного цеха в другой осуществляется через ворота, высота ворот для безрельсового транспорта не меньше 2,1 м, проем двери не меньше 200 мм. Наружные ворота оборудованы воздушными или воздушно–тепловыми завесами, что отражается в описании схем вентиляции и отопления. Ворота открываются либо наружу, либо откатываются в бок;

– людские потоки – пути массового перемещения людей. Необходимо обеспечить перемещение людей по кратчайшим, удобным и безопасным путям. Не допускается пересечение грузовых и людских потоков, в местах неизбежного пересечения устанавливаются переходы (мостики, тоннели);

– рабочие места должны иметь свободный доступ;

– завершением грузовых потоков является склад готовой продукции и места сбора отходов производства.

На планировке надо показывать цехи, из которых поступают заготовки и пути выхода готовой продукции.

Таким образом, нанизывая отдельные участки на нить, получают планировка цеха.

8.5.11 После определения габаритов рабочих зон цеха, на чертеж наносятся планы примыкающих цехов и конторско-бытовых помещений.

Конторско-бытовые помещения обычно располагаются в многоэтажном здании, примыкающем непосредственно к производственному корпусу. Это обеспечивает их расположение между цехами (равномерное) и удобный подход рабочих каждого цеха к участку своих бытовых служб и цеховых контор.

В состав бытовых помещений входят: женские и мужские гардеробы, душевые и санузлы, медицинские пункты, столовая, буфет, помещения для личной гигиены.

В этом же цехе могут располагаться служба механика, энергетика, отдела технического контроля, склады.

Конторско-бытовые помещения обозначаются прямоугольником, примыкающим непосредственно к одной из стен цехового корпуса, на прямоугольнике делается надпись: «Конторско-бытовое помещение».

Список использованных источников

1. Грундиг, К.Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика / Клаус-Гарольд Грундиг; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с.

2. Аверченков, В.И., Горленко О.Л. Проектирование технологических процессов на основе системного подхода, – Брянск: БИТМ, 1986. – 88 с.

3. Мельников, Г.Н., Вороненко В.П.. Проектирование механосборочных цехов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ под ред. А.М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

4. Матер, Р. Проектирование машиностроительных предприятий. Методика и практика планировки оборудования и рабочих мест, цехов и предприятий в целом. Перевод с английского. М.: ГНТ изд-во машиностроительной литературы, 1961. – 340 с.

5. Вороненко, В.П. Проектирование механосборочных цехов: учебник/ В.П. Вороненко, Г.Н. Мельников. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

6. Мамаев, В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Машиностроение, 1974. – 290 с.

7 Общесоюзный классификатор" Отрасли народного хозяйства" (ОКОНХ)(утв. Госкомстатом СССР, Госпланом СССР, Госстандартом СССР 01.01.1976) (ред. от 15.02.2000) 10 июля 2018 г. Код доступа:

http://legalacts.ru/doc/obshchesoiuznyi–klassifikator–otrasli–narodnogo–khozjaistva–okonkh–utv/

8 СНиП 11–01–95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.– М.: Госкомитет РФ по делам строительства, – 1995. - 17 с.

9 ОСТ 23.4.261-86. Правила разработки и оформления технологических планировок. Обозначения условные графические. – М.: Госкомитет СССР по делам строительства, 1986. – 17 с.

10 СНиП 2.09.02-85. Строительные нормы и правила. Производственные здания. – М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. – 14 с.

11 СНиП 2.09.04-87. Строительные нормы и правила. Административные и бытовые здания. – М.: Госкомитет СССР по делам строительства, 1987. – 50 с.

Приложение А
(справочное)

План расположения

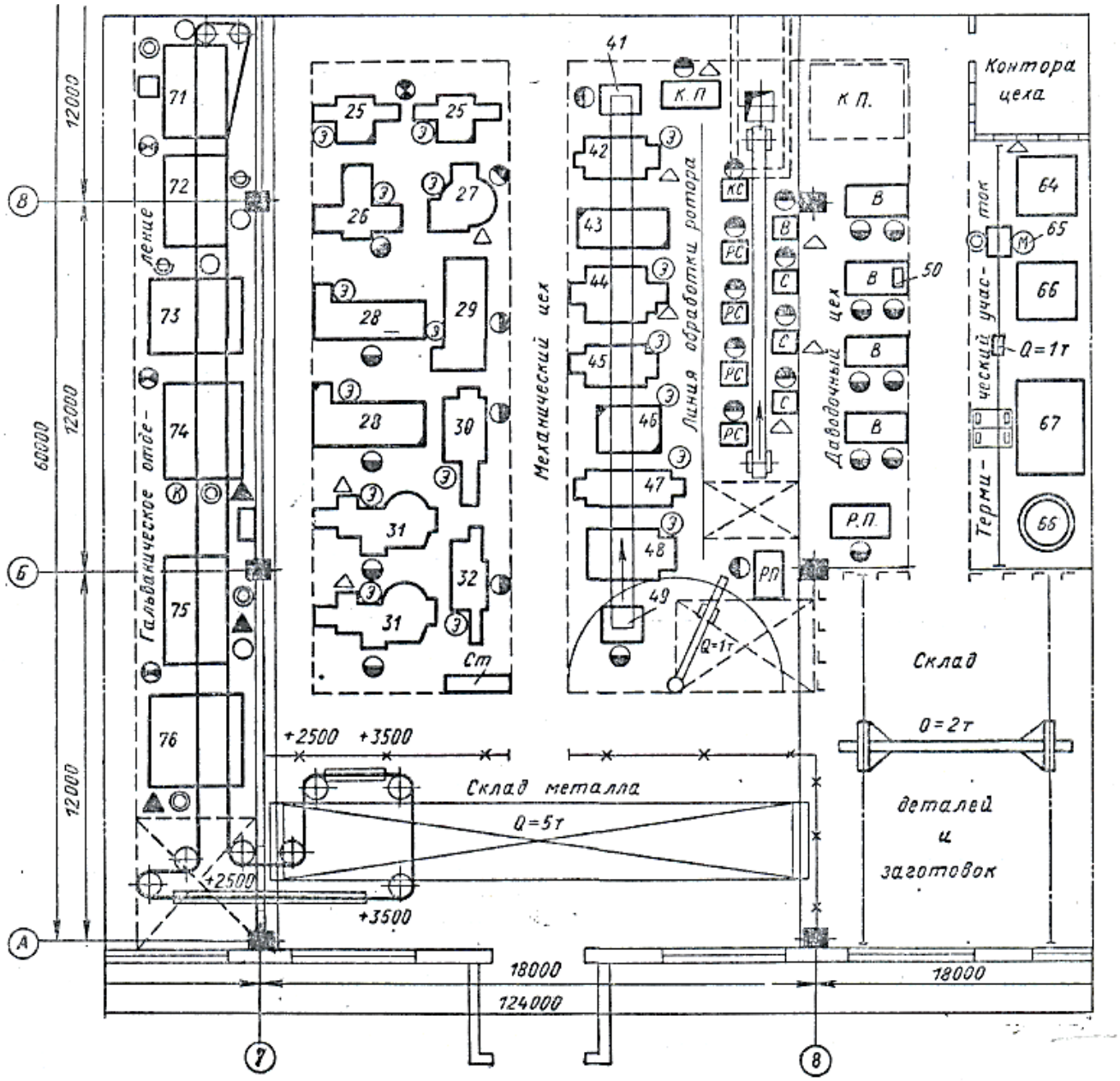


Рисунок А1 – Пример (фрагмент) плана расположения оборудования

Приложение Б

(справочное)
Термический цех

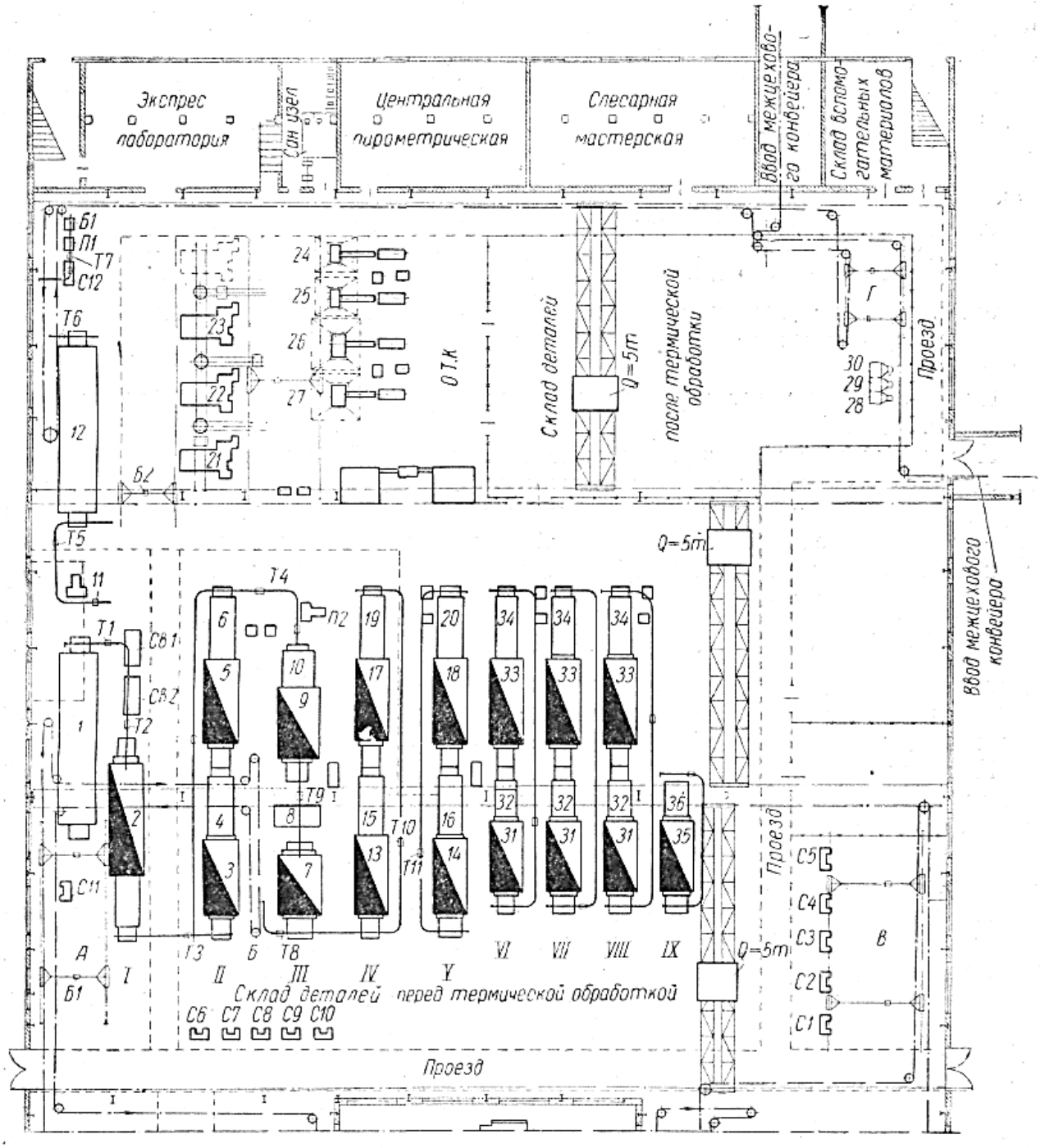


Рисунок Б1 – Термический цех обработки поковок деталей грузовых автомобилей

Приложение В
(справочное)

Отделение для жидкостной цементации

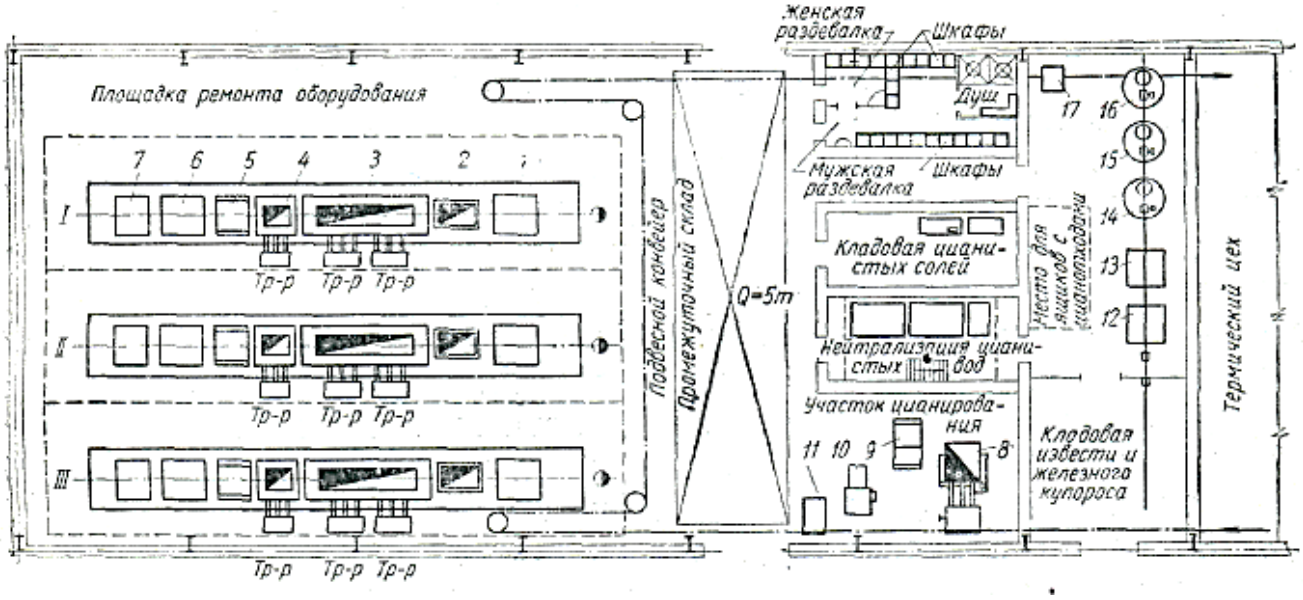


Рисунок В1 – Отделение для жидкостной цементации

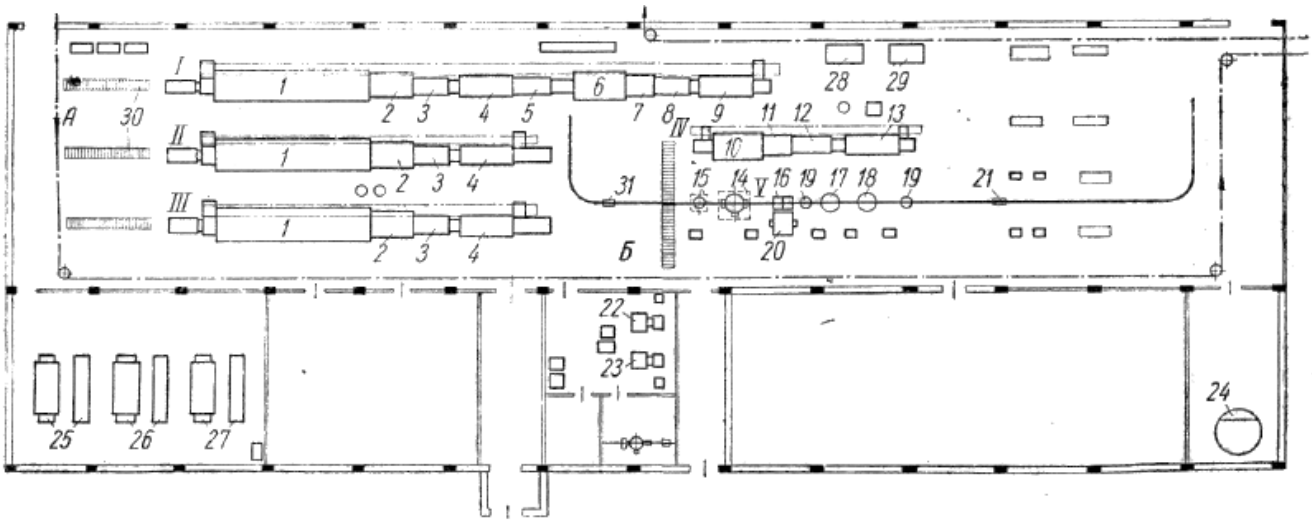


Рисунок В2 – Термический цех для обработки автомобильных деталей