



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет

Управление машиностроительным производством и проектирование цехов

Лектор - Козлов Виктор Николаевич,
доцент отделения материаловедения

Инженерной школы новых производственных технологий
моб. тел. 8-952-809-38-60

Лекции – 8 часов, лабораторные работы – 24 часа,
практические занятия – 32 часа, **самостоят. раб – 152 часа,**
индивидуальная работа – 10-12 стр. пояснительной
записки и планировка участка (формат А2 – А3).

Экзамен

Литература

• Основная литература:

1. Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов. Учебное пособие.– Томск, Изд. ТПУ, 2009 г. – 144 с.
2. Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: учебник\ В.П. Вороненко, Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе. 2-е издание, стер. – М.: Дрофа, 2006. – 380 с.: ил.
3. Проектирование механосборочных цехов. Методические указания по выполнению лабораторных работ/ Сост. В.Н. Козлов. – Томск, Изд. ТПУ, 2013 г. – 23 с.
4. Проектирование механосборочных цехов. Методические указания и индивидуальные задания для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 150700 (15.03.01) «Машиностроение», профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»,/ Сост. В.Н. Козлов – Томск, Изд. ТПУ, 2015 г. – 45 с.

• Дополнительная литература:

5. Петкау Э.П. Проектирование машиностроительного производства: учеб. пособие / Э.П. Петкау, В.С. Матвеев, В.А. Журавлёв; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 199 с.
6. Проектирование машиностроительных заводов: справочник в 6 т. Т. 1. Организация и методика проектирования / под ред. Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1974. – 326 с.
7. Королёва Н.И. Организация производства на предприятии: учеб. пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 156 с.
8. Kozlov V.N., Pichugova I.L., Machine shops design: study aid / Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: TPU Publishing House, 2013. – 132 p.

Названия разделов

1. Основные задачи, принципы и последовательность проектирования
2. Проектирование основного производства
3. Проектирование вспомогательной системы
- 4. Структура завода, цеха и участка**
- 5. Планирование и управление участком и цехом**
 - Выполнение и защита ИДЗ

Основная **цель дисциплины** «Управление машиностроительным производством и проектирование цехов» состоит в подготовке специалистов для организации производственных процессов, разработки компоновки цехов, участков и отделений, планировки оборудования, получение навыков назначения структуры цеха и управления им, получение навыков выполнения необходимых расчётов для бесперебойной работы оборудования.

Выпуск новых изделий возможен тремя путями:

1. **Техническим перевооружением** – в прежнем здании размещается новое оборудование. При этом строительные элементы здания практически не переделываются.
2. **Реконструкцией** старых помещений под новое оборудование. При этом может быть использовано и старое оборудование, но размещенное по-другому, в соответствии с проектируемой организацией производства.
3. **Строительством новых помещений**. Старое оборудование в этом случае используется редко из-за морального и физического старения.

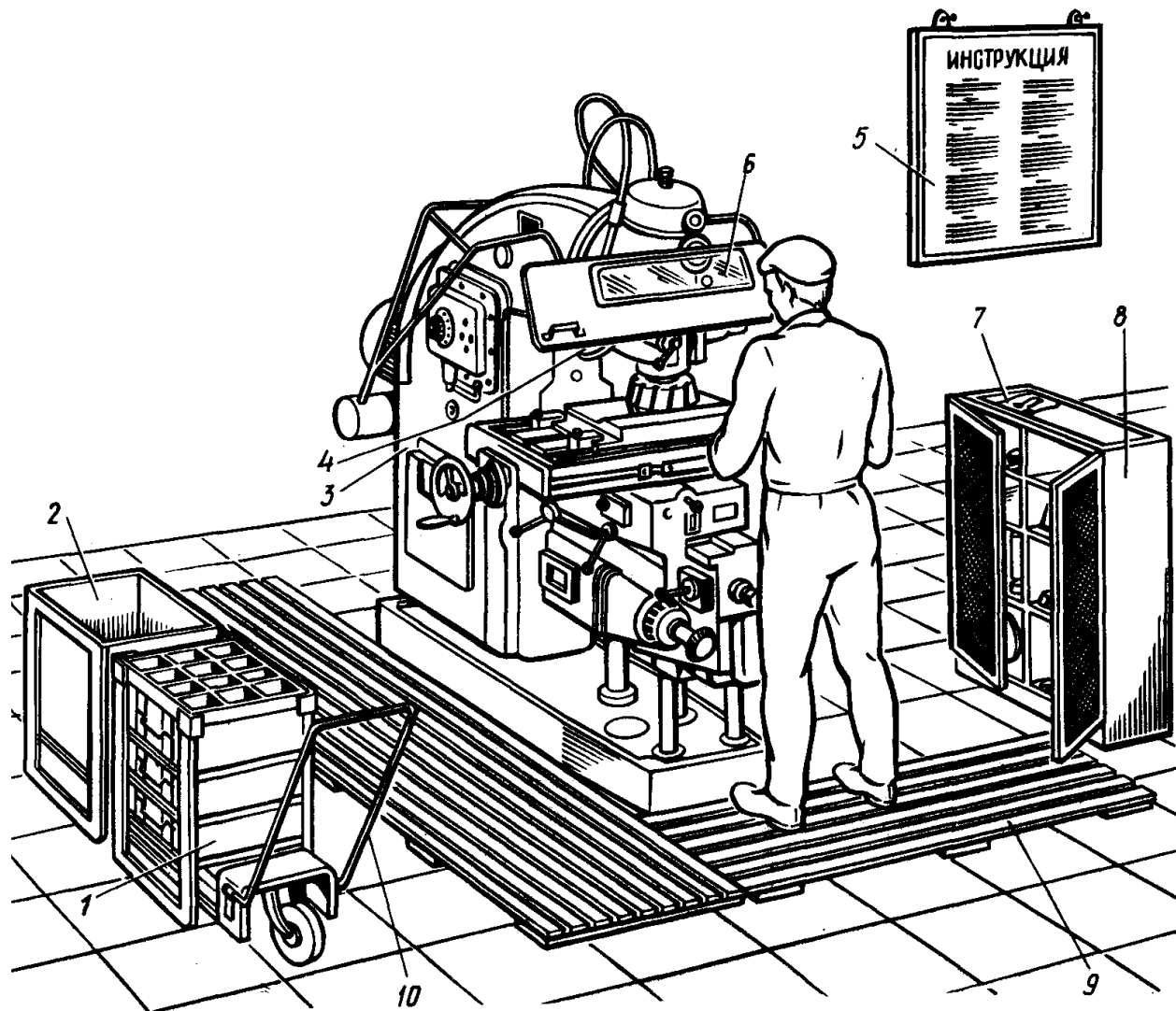
Производственный процесс в машиностроении – это совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов и материалов.

Основные этапы производственного процесса:

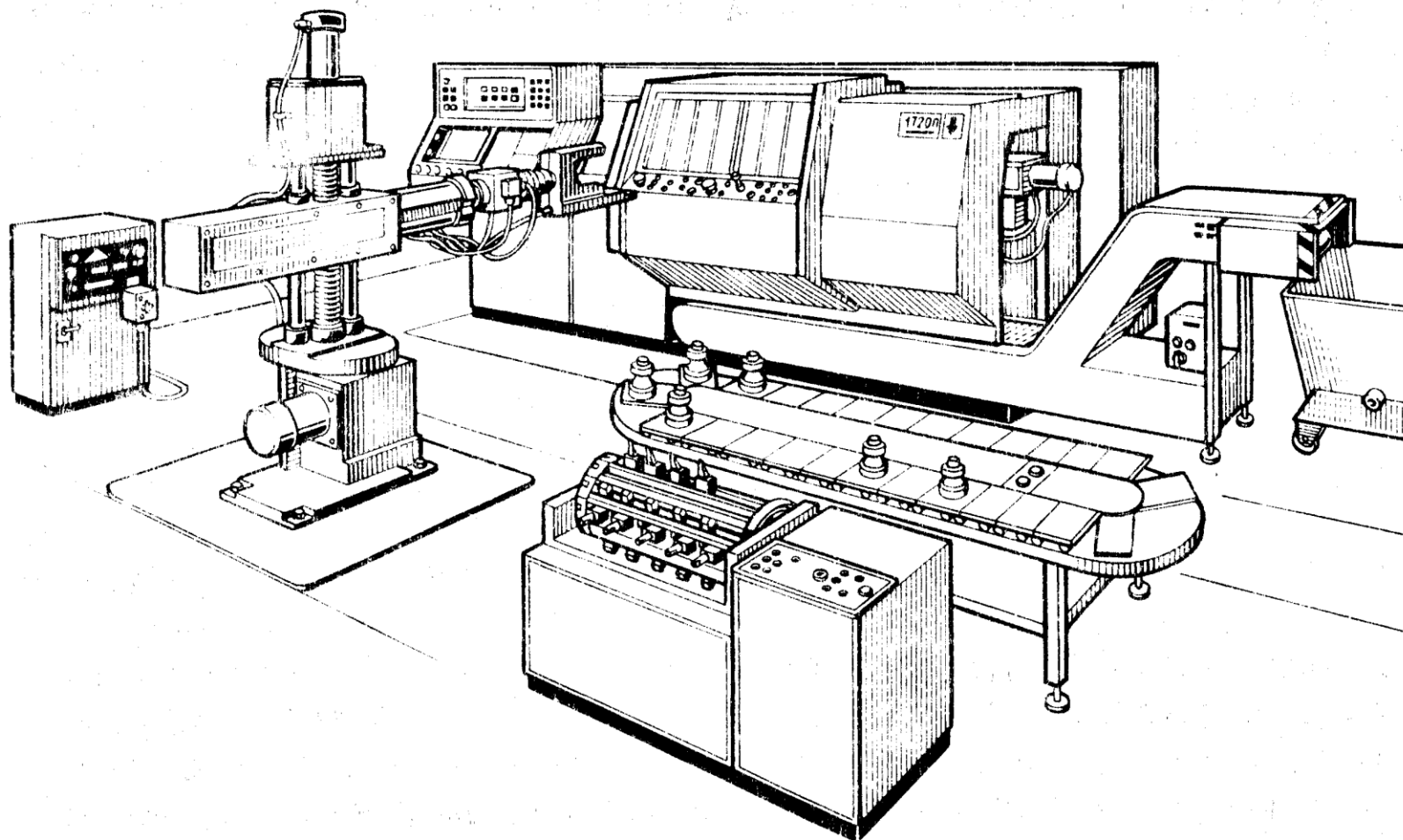
- 1) получение и складирование материалов, заготовок, полуфабрикатов;
- 2) входной контроль полученных материалов и полуфабрикатов
- 3) нарезка материалов на заготовки;
- 4) доставка заготовок и полуфабрикатов к рабочим местам (станкам);
- 5) различные виды обработки: литье, ковка, штамповка, механическая обработка со снятием стружки и без снятия стружки (выглаживание, дорнование и т.п.), термическая и т.д.;
- 6) перемещение заготовок между рабочими местами;
- 7) контроль качества на специально отведенных местах или непосредственно на рабочих местах;
- 8) хранение заготовок на складах между операциями;
- 9) контроль деталей после их полной обработки на специально отведенных местах;
- 10) хранение деталей после их полной обработки;
- 11) транспортировка деталей на склад к месту сборки;
- 12) сборка изделий из деталей, обработанных на предприятии и полученных по кооперации или купленных;
- 13) регулировка и испытание, контроль требуемых параметров изделия;
- 14) окраска и отделка;
- 15) консервация и упаковка;
- 16) хранение на складе готовой продукции перед отправкой;
- 17) отправка потребителю (заказчику).

Для выполнения производственного процесса должны быть соответствующим образом оборудованы *рабочие позиции* (места).

Рабочая позиция фрезеровщика



Рабочая позиция роботизированного технологического комплекса (РТК)



Состав цеха

Исходя из организационных соображений, несколько рабочих мест объединяют, образуя **производственный участок**, выполняющий свое целевое назначение.

Производственным участком называется часть объема цеха, в котором расположены рабочие места (позиции), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обслуживания, средствами управления участком и охраны труда и на котором осуществляются технологические процессы изготовления изделий определенного назначения или выполняются определенные операции. **Участком руководит начальник участка или мастер.**

Более крупной организационной единицей является **производственный цех** (цех механообработки; кузнечный, литейный или сборочный цех), который представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода. **Цех** включает в себя **производственные участки** (обычно от 3 до 8 участков), **вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения. Цехом руководит начальник цеха.**

Вспомогательные подразделения необходимы для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков. Это склады различного назначения, транспортная служба, отделение по заточке режущего инструмента, служба технического контроля, служба ремонта и технического обслуживания, отделение для приготовления и подачи смазывающе-охлаждающих жидкостей и др. Состав производственных участков и вспомогательных подразделений определяется технологическим процессом, конструкцией и программой выпуска изготавливаемых изделий, организацией производства.

Помещения цеха

Обычно цех занимает **отдельное помещение (здание)**, но на крупных предприятиях или при мелких цехах (при количестве работающих в смену менее 50 человек) и небольших габаритных размерах оборудования **в одном помещении размещается несколько цехов**. Использование большого здания (длиной несколько сотен метров) **уменьшает затраты** на строительство (в том числе и коммуникаций) и эксплуатацию здания, сокращает **затраты на отопление**, **упрощает транспортировку** грузов между цехами, но **усложняет тушение возможного пожара**.

Размещение оборудования связано с технологическим процессом, поэтому **основой для проектирования участка или цеха является технологический процесс**.

По характеру выполняемой работы оборудование делится на основное (технологическое) и вспомогательное. **Основное оборудование** – это производственное оборудование, на котором выполняются операции технологических процессов, т. е. оно предназначается для **выпуска основной** продукции. **Вспомогательное оборудование** — это оборудование, не участвующее непосредственно в технологическом процессе изготовления изделий, но оно используется для обслуживания основного производства (например, токарный станок в службе ремонта и технического обслуживания).

Помещения цеха

Общая площадь цеха в технологических расчетах рассчитывается как **сумма производственной и вспомогательной площадей.**

В состав **производственной площади** входят площади рабочих позиций, проходов и проездов между оборудованием внутри **производственных участков (кроме площади магистрального проезда).**

В состав **вспомогательной площади** входит площадь для размещения оборудования и устройств **вспомогательных служб**, не расположенные на производственных участках, **а также магистральные и пожарные проезды.**

В цехах создаются **магистральные проезды** шириной не менее 4,0 м, которую выбирают по нормам технологического проектирования и с **учётом используемого транспорта.**

Служебно-бытовая площадь цеха предназначена для размещения конторских и бытовых помещений. В **конторских помещениях** размещаются административно-конторские службы цеха, конструкторские и технологические бюро, размещаемые в цехе. **Бытовые помещения** предназначена для удовлетворения санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе (туалеты, гардеробы, душевые, места курения и отдыха и т. п.). Часто гардеробы, душевые, столовые и т.п. оборудуются **в отдельном близко расположенном здании**, где располагаются также начальник цеха, технологи, конструкторы, плановики и пр. административный персонал. Со зданием цеха они часто соединяются туннелями или **тёплыми переходами.** В таком административном здании располагаются обычно администрация нескольких цехов (3-5), а здания имеют **Ш-образное** расположение.

Штат работающих делится на **категории**: производственные (основные) и вспомогательные рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП).

По назначению цех может быть **обрабатывающим** (механообрабатывающим, или механическим) и **сборочным**.

Одним из первых этапов проектирования **механосборочного** производства является компоновка цеха. *Компоновка цеха* – это взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади (территории) цеха. Компоновка цеха выполняется без детального расположения оборудования и других средств на площадях цеха или здания. После проведения компоновки цеха осуществляют планировку оборудования на нем.

Планировка цеха – это графическое изображение (вид сверху) расположения технологического и вспомогательного оборудования и других производственных средств и устройств на площадях цеха. Важной характеристикой производственного процесса является *грузопоток* – это сумма однородных грузов (в тоннах, штуках), перемещаемых в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки и выгрузки в единицу времени (час, смену, сутки и т. д.). *Интенсивность грузопотока* – это число транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

Механосборочное производство обычно **размещается в зданиях**, имеющих один или несколько пролетов. *Пролет* – это часть здания **в продольном направлении**, ограниченная **в поперечном направлении** двумя параллельными рядами колонн. Расстояния между осями колонн **в продольном направлении** называется *шагом колонн* (ℓ), а **в поперечном направлении** – *шириной пролета* (t). Расстояния между осями колонн соответственно в поперечном и продольном направлениях образуют *сетку колонн* ($t \times \ell$). *Высота пролета* (h) – это расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

СОСТАВ ПРОЕКТА

Спроектировать цех или участок, обеспечивающий выпуск изделий **определенной номенклатуры**, требуемого качества; заданную **программу выпуска** при достижении **минимально** возможных **приведенных затрат** на изготовление и с учетом всех требований к **охране труда**. При этом затраты на **проектирование, строительство и эксплуатацию здания** должны быть минимальны. Решение вопросов эстетики и удобства работы могут существенно увеличить вышеуказанные затраты.

Проект технический – это комплект технологической документации, содержащий технологические и экономические расчеты, пояснительную записку, чертежи, схемы и другие материалы, необходимые для строительства здания и организации производства. Проект обычно делят на **основную** и **специальные** части.

В **основной части** должны быть представлены следующие документы:

- рабочие **чертежи деталей с годовой программой выпуска** для каждой детали;
- рабочие **чертежи заготовок** с расчетом припусков на размеры заготовок;
- обоснование выбора баз при обработке для каждой операции;
- маршрутные и технологические карты обработки;
- операционные эскизы обработки;
- расчёты припусков на обработку для каждого перехода;
- выбор или расчеты режимов резания;
- **расчеты времени на выполнение каждой операции** или определение их по нормативам;
- чертежи или эскизы **приспособлений** с расчетами составляющих силы резания и расчётами конструктивных элементов; в особых случаях – расчеты точности установки деталей в приспособлениях.

Рассчитывается **годовая** трудоёмкость изготовления **всей номенклатуры** изделий, количество основного и вспомогательного оборудования, режущих и измерительных инструментов. Составляются ведомости на оборудование, приспособления, режущие и измерительные инструменты, основные и вспомогательные материалы, состав производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технического, административного и счетно-конторского персонала, младшего обслуживающего персонала.

В основной части должны быть разработаны **вспомогательные службы** (складская, транспортная, инструментообеспечения, ремонтного и технического обслуживания, контроля качества изделий, бытового обслуживания и охраны труда, подготовки и управления производством).

Специальные части проекта:

1. Архитектурно-строительная.
 2. Санитарно-техническая (водопровод, отопление, вентиляция, канализация, освещение и др.).
 3. Электротехническая (электроснабжение, связь, пожарная и охранная сигнализация).
 4. Теплоэнергетическая (воздух, газ).
 5. Генеральный план и общезаводской транспорт.
 6. Организация труда и система управления производством.
- **Каждая из частей** имеет **пояснительную записку**, содержащей сжатое описание элементов производства (технологические процессы, применяемое оборудование, планировка помещений, технико-экономическое обоснование принимаемых решений);
 - приложения к пояснительной записке (**необходимые расчеты, таблицы, технические характеристики станков, спецификации и т. п.**);
 - чертежи, схемы, макеты.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Предпроектные работы выполняются с целью сбора **исходных данных**, анализа существующего уровня производства, разработки **технико-экономического обоснования (ТЭО)** или **технико-экономического расчета (ТЭР)** целесообразности создания нового, расширения, реконструкции или технического перевооружения существующего (действующего) производства, **разработки технической заявки (технического задания)** на проект и подготовки различных технических материалов для проведения проектных работ.

Предпроектные работы чаще всего проводят за два этапа:

- 1) предпроектное обследование и разработка ТЭО или ТЭР;
- 2) разработка и утверждение технической заявки на создание и внедрение производственной системы.

При **реконструкции** производства необходимо **иметь большее количество** исходных данных, чем при проектировании нового производства, так как будут использованы уже **имеющиеся на заводе** здания, сооружения, **оборудование** и т. д. Перед началом реконструкции на завод выезжает группа проектантов, которая **изучает производство**.

В состав группы входят **технологи, строители из отдела капитального строительства (ОКС)** предприятия, энергетик, экономиста и других специалистов.

Основанием для **начала предпроектных работ** по созданию **новой производственной системы** является **решение руководства предприятия**.

Назначается **генеральная проектная организация** с опытными архитекторами, которая предлагает **субпроектные организации**, будущую **строительную организацию**.

Разработку задания на проектирование проводит **заказчик проекта совместно с проектной организацией** с учетом данных технико-экономического обоснования

Основанием для **проектирования** участков и цехов, реконструкции или расширения их, а также технического перевооружения является **задание на проектирование**, в которое входят все данные, собранные в предпроектный период.

При разработке **технического задания на проектирование** необходимо решить **4 задачи**: технические, экономические, организационные, социально-бытовые.

1) Технические задачи:

- а) разработка технологических процессов для каждой детали (изделия) и назначение оборудования и расчет трудоемкости для каждой операции;
- б) расчет трудоемкости изготовления всех деталей (изделий) в год;
- в) расчет станков, площадей, рабочих и т. д.;
- г) выполнение компоновки здания, цеха и планировки оборудования;
- д) разработка вопросов охраны труда и окружающей среды.

2) Экономические задачи:

- а) выявление экономической целесообразности принимаемых технических решений;
- б) расчет себестоимости и рентабельности;
- в) расчет размеров основных и оборотных средств;
- г) решение вопросов финансирования в период проектирования, строительства и в период освоения выпуска продукции, решение вопросов возвращения кредитов;
- д) решение вопросов снабжения предприятия сырьем и материалами, обязательно из нескольких источников (дублирование на экстренные случаи).

3) Организационные задачи:

- а) разработка принципов формирования производственных подразделений;
- б) разработка структуры управления;
- в) решение вопросов организации труда, снабжения рабочих мест заготовками, инструментами и материалами;
- г) организация служб производства (складской, транспортной, контроля и т. д.).

4) Социально-бытовые задачи:

- а) создание безопасных и удобных условий труда и отдыха;
- б) организация питания; в особых случаях – снабжение товарами и продуктами;
- в) организация медицинского обслуживания.

Оптимальность (эффективность) проектного решения (обычно это 2-3 варианта) оценивается **несколькими показателями различной размерности** (у одних показателей это количество (штук), у других это степень удобства, у других – стоимость в рублях). Поэтому используется **многокритериальная оценка** качества решения. Выбранные показатели оцениваются (взвешиваются) по **значимости**, определяемой на **основании экспертной оценки** и статистических данных. Каждому показателю присваивается свой **коэффициент**, соответствующий **степени важности этого показателя**. Затем этот показатель (например, степень незавершённого производства) умножается на свой коэффициент, после чего все полученные произведения показателей и соответствующих коэффициентов суммируются. Лучшим признаётся тот вариант проекта, у которого наибольшая (или наименьшая) сумма.

Предпроектный период

1. **Уточнение поставленной задачи.** Сбор необходимых сведений: чертежей или эскизов деталей, программ выпуска каждой детали в ближайшее время и в перспективе; проверка наличия готовых технологических процессов или разработка отсутствующих; расчет трудоемкости обработки и сборки; расчет количества оборудования основного и вспомогательного производств; **расчёт** производственной и **общей площади**.

2. **Технико-экономическое обоснование** целесообразности строительства нового здания, реконструкции, расширения или технического перевооружения действующего производства. **Выполняется планировка** оборудования в зданиях.

3. **Выбор площадей под строительство нового цеха с учётом геологических и геодезических обследований.**

4. Разработка технического задания на проектирование с учетом всех уточнений. Особое внимание уделяется выполнению требований по **охране окружающей среды и утилизации отходов**, когда и за счет кого предусмотрено **расширение производства**, его размеры, **очередность сдачи пусковых объектов**.

5. **Техзадание согласуется со всеми службами** (санитарной, пожарной охраной, водоканалом, телефонной, ГИБДД, экологической, госнадзором и т. п. (до 18 организаций).

6. **Техзадание утверждается на градостроительном совете в мэрии.** Выдается **разрешение на проектирование** и резервируются площади под планируемое строительство. Разрешение выдается на определенный срок (обычно от 1 года до 3-х лет), в течение которого необходимо представить готовый проект

7. После утверждения ТЗ **приступают к проектированию.** Назначается график выполнения разделов, субподрядчики и срок выполнения проекта.

Проектный период

Проектирование может вестись в две стадии и в одну. В *одну стадию* проектирование ведется при наличии **типового проекта** (когда-то и для кого-то делался проект, он прошел утверждения по всем инстанциям и имеется в архиве).

В *две стадии* проектирование выполняется по уникальному проекту. В этом случае **сначала выполняется проект** в соответствии с техзаданием, он **согласуется со всеми компетентными службами** (как и техзадание), **утверждается на градостроительном совете мэрии** и после этого выдается разрешение на строительство (обычно сроком на 3 года). При этом обычно указывается **строительная организация и этапы контроля строительства** (огораживание места строительства и оборудование подъездных путей, копки котлована, забивки свай, сооружения фундамента и т. д.). После утверждения на градостроительном совете самого **проекта** приступают ко **второй стадии – подготовке рабочей документации** для проекта (расчет потребного количества плит перекрытия, кирпича, бетона и т. п.). Такая последовательность проектирования применяется для сокращения расходов. Проектирование выполняет обычно проектная организация, **имеющая лицензию** на данные виды работ. **Ведущая проектная организация** может поручать некоторые виды работ **субподрядчикам**, например, проектирование системы вентиляции, электроснабжения и т. п. На начальной стадии проектирования **архитекторы-проектировщики уже ориентируются на определенную строительную организацию**, учитывается особенность работы и применения строительных конструкций, опыт сотрудничества и т. д.

Очень важно **правильно выбрать проектную и строительную организации**, от этого зависит **качество работ** и **отсутствие проблем** при защите техзадания и проекта на градостроительном совете, при строительстве и **сдаче объекта**.

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Поточность производства.
2. Автоматизацию производства.
3. Специализацию и кооперирование.
4. Унификацию и нормализацию.
5. Гибкость производства.
6. Производственную эстетику.
7. Культуру производства.

1. Поточность производства. Наиболее эффективным с экономической точки зрения является массовое производство. Для определения типа производства используется коэффициент закрепления операций $Kз.о. = Kоп/Спр$,

где – ***Kоп*** – число технологических операций, выполняемых на участке или в цехе в течение **одного месяца**; ***Спр*** – число рабочих мест (станков), используемых для этого на участке, линии или **цехе**. По ГОСТ 3.1108-74 типы производства:

- Единичное: $Kз.о. > 40$.
- Мелкосерийное: $40 > Kз.о. > 20$.
- Среднесерийное: $20 > Kз.о. > 10$.
- Крупносерийное: $10 > Kз.о. > 1$.
- Массовое: $Kз.о. < 1$.

Тип производства с технологической точки зрения характеризуется средним **числом операций**, выполняемых **на одном рабочем месте в месяц или смену**, а это определяет степень специализации и особенности используемого оборудования (переналадка агрегатного станка сложнее токарного универсального). В пределах одного цеха могут быть разные типы производства на разных участках.

2. Автоматизация производственного процесса применяется после тщательного технико-экономического анализа. Автоматизация позволяет сократить количество рабочих, но **увеличивается количество обслуживающего персонала** (наладчики, конструкторы, программисты и т. п.). Различают автоматизацию для **массового производства** (автоматические линии, агрегатные станки, станки-автоматы и полуавтоматы с «жестким» программированием с помощью кулачков, но могут быть использованы и станки с ЧПУ) и для **мелкосерийного производства** с использованием станков с ЧПУ.

Достоинство использования станков с ЧПУ – точность обработки, возможность обработки сложных по конфигурации поверхностей, **лёгкость подготовки к обработке новой детали**. Всё чаще используются обрабатывающие центры, позволяющие обработать деталь на одном станке за одну операцию, что упрощает организацию и контроль производства.

Основной **недостаток** использования станков с ЧПУ – это **высокая стоимость** оборудования, требует большего штата по обслуживанию оборудования. Применение оборудования с ЧПУ **оправдано** при работе **не менее чем в две смены** и при наличии достаточного количества однотипных станков на участке (**не менее 3 штук** для многостаночной работы). При обработке заготовок со **сложным профилем**, с **конической поверхностью** более 50 мм длиной или с **высокой точностью** приходится использовать станок с ЧПУ даже при небольшом количестве таких деталей и операций.

При проектировании современного механосборочного производства следует ориентироваться на **комплексную автоматизацию**. Уровень автоматизации **основных** и **вспомогательных процессов** должен быть по возможности одинаков, т. к. **производительность** всего автоматизированного комплекса будет в значительной мере определяться наиболее «слабым» звеном в производственной цепочке. Гибкие производственные системы (ГПС) – это совокупность оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и **систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме**.

Производственный комплекс включает в себя производственную систему и систему обеспечения функционирования (СОФ) производства.

СОФ ГПС – это совокупность взаимосвязанных систем, обеспечивающих **технологическую подготовку производства** изделий, **управление ГПС** с помощью компьютеров, **хранение** и **автоматическое перемещение объектов** производства и технологической оснастки. В общем случае в состав СОФ входят:

- 1) автоматизированная транспортная или **транспортно-складская** система (АТСС);
- 2) автоматизированная система **инструментального обеспечения** (АСИО);
- 3) система автоматизированного **контроля** (САК);
- 4) автоматизированная система **удаления отходов** (АСУО);
- 5) система обеспечения **профилактики и ремонта** оборудования (СПР);
- 6) автоматизированная система **управления** технологическими процессами (АСУТП);
- 7) система автоматизированного **проектирования** (САПР);
- 8) автоматизированная система технологической **подготовки производства** (АСТПП);
- 9) автоматизированная система управления (АСУ ГПС) и др.

Различают две **формы специализации** участков (цехов) механообработки – **технологическая** и **предметная**.

В **массовом** и **крупносерийном** производстве в основном используется **предметная специализация** (участок мех. обработки коленчатых валов, участок обработки корпусов двигателей и т.п.), в **мелкосерийном** и **среднесерийном** чаще используется **технологическая специализация** (участок токарной обработки, фрезерный или шлифовальный участок и т.п.).

Два направления создания ГПС:

1) автоматизация **отдельных технологических операций** и создание операционных ГПС (токарных, фрезерных, шлифовальных) (**операционная ГПС**).

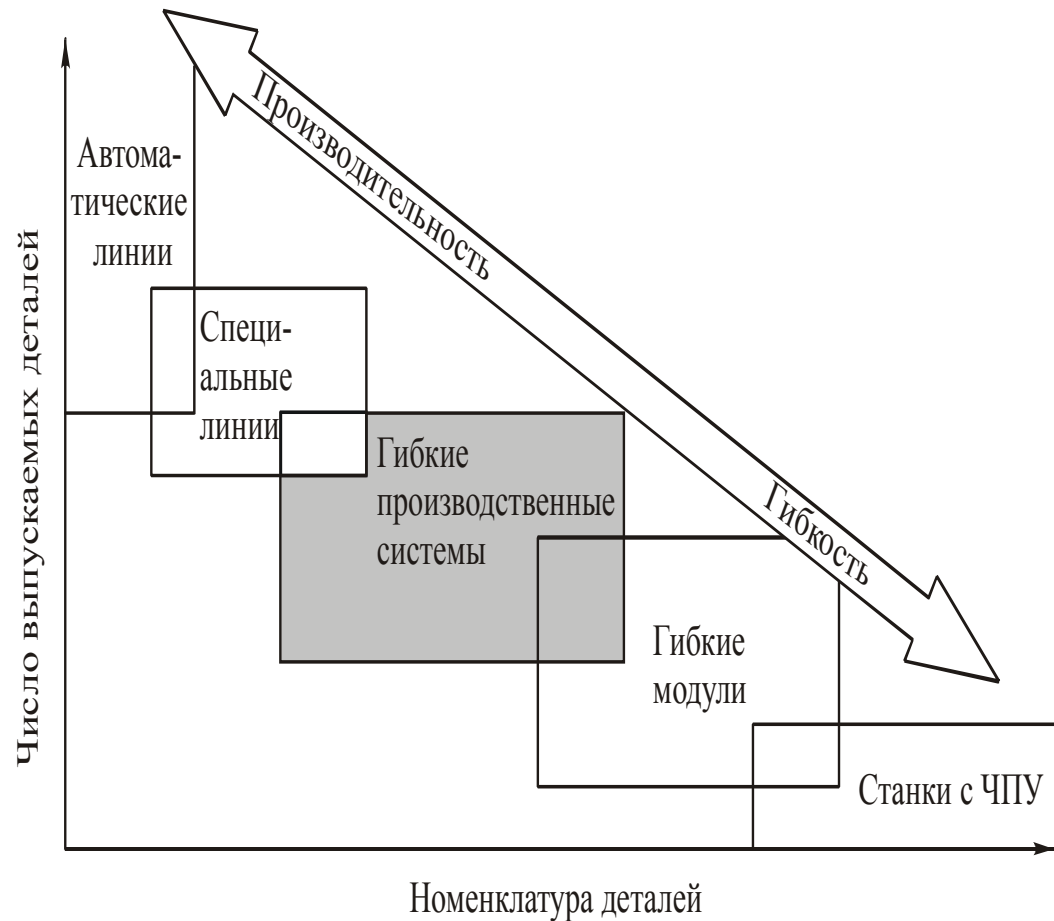
2) **комплексная автоматизация** технологических процессов обработки деталей определенного класса обеспечивает значительно **большую эффективность** по сравнению с операционной ГПС. Разрабатывается **групповая** технология, обеспечивающая минимальные простои оборудования **из-за переналадки** при **подетальной специализации** участков и цехов. В этом случае выполняются технологически **однородные операции** обработки **различных деталей** схожих по **конструктивно-технологическим признакам**. **Группы КТС**: **тела вращения**, которые подразделяются на **валы, фланцы, втулки, зубчатые колеса** и др.; **корпусные детали**, пространственные **кронштейны** и **рычаги**; **плоскостные детали** (планки, крышки, плоские рычаги, панели и др.); смешанные группы деталей.

Преимущества ГПС наиболее полно реализуются, если на автоматизированном участке или линии осуществляется **полное изготовление деталей**. На предприятиях допускается в обоснованных случаях выполнять **отдельные операции на других участках** с более низким уровнем автоматизации. **Стоимость ГПС большая**, поэтому при выборе состава оборудования необходимо определить рациональную степень автоматизации производственной системы.

Повышение эффективности ГПС:

- 1) за счёт повышения доли машинного времени за счет **сокращения вспомогательного времени** при автоматической смене заготовок и сокращения времени переналадки;
- 2) повышение **коэффициента сменности** до 2,5...**3,0**;
- 3) **уменьшение вложений в оборотные средства** путем **сокращения партий запуска и производственного цикла**.

В настоящее время даже в крупносерийном производстве всё чаще используются **многофункциональные обрабатывающие центры (МФОЦ)**, на которых возможна **полная обработка заготовки до закалки**, а иногда и после неё при **замене шлифовальных операций** на токарные и фрезерные. Такой центр может заменять **целый участок** (только таких МФОЦ должно быть много для обработки требуемой годовой **программы**). Это сокращает количество **рабочих**, упрощает **планирование производства** и упрощает **логистику**, обеспечивает **автоматизацию** производства без дополнительных систем, практически **не требует** выделения групп КТС.



3. Специализация и кооперирование используется для увеличения экономической эффективности производства. **Специализация** – это форма общего разделения труда. Ей способствует **концентрация производства** и **увеличение объема** выпуска, что позволяет применять **специализированные и специальные станки**, имеющие большую производительность. Специализация позволяет применять более **производительные технологии** (например, вместо строгания применять протягивание), более производительное, но дорогое оборудование, что уменьшает себестоимость изготовления. Различают три **границы специализации**:

1. Экономическую (когда имеется наименьшая себестоимость продукции).
2. Физиологическую (при специализации на рабочем месте повышается утомляемость из-за монотонности труда).
3. Социальную (оскуднение содержательности труда). Для уменьшения отрицательного воздействия этого фактора рекомендуется периодически менять рабочее место.

Специализация может быть:

- 1) **детальная** (на участке обрабатываются только определенные детали);
- 2) **предметная** (собирается или изготавливается только определенное изделие);
- 3) **технологическая** (литейный цех, кузнечный цех, цех черновой механической обработки и т. п.).

При **специализации** деталей производится настолько **много**, что их необходимо кому-то продавать. В этом случае необходимо **кооперирование** – работа группы предприятий по выпуску какой-то продукции. Например, один завод делает валы на автоматической линии, другой – зубчатые колеса, третий – льет и обрабатывает корпуса механизмов.

4. **Унификация и нормализация** являются необходимыми мероприятиями при специализации и кооперировании. **Унификация** – это приведение к единообразию форм выпускаемой продукции. Например, чтобы электрические розетки одного предприятия подходили к электрическим вилкам другого предприятия. **Нормализация** – это установление единых норм и требований. Например, установление конкретных **контролируемых параметров** при изготовлении зубчатых колес.
5. **Гибкость производства** подразумевает способность к переналадке. Это очень важный фактор при острой конкурентной борьбе. Переналадка может осуществляться без смены оборудования и со сменой. При **смене оборудования** переналадка может осуществляться при **полной остановке** производства и при **параллельном освоении** новой продукции на специальных площадях. При проектировании цеха необходимо **резервировать место** для установки нового оборудования. Обычно это место не пустует – там размещают дополнительную линию и т. п. При переналадке выпуск продукции будет производиться только на одной линии.

Для увеличения гибкости производства необходимо проведение **конструктивно-технологических** и **строительно-монтажных** мероприятий.

- А) **Конструктивно-технологические мероприятия** – применять конструкторские решения, которые **не создадут проблем с приобретением нового оборудования**. При проектировании технологических процессов желательно применение более **универсального** оборудования или с большим диапазоном размеров обрабатываемых деталей. Используются **групповые технологии**, при которых разрабатывается точная технология на **комплексную** деталь (не существующую в реальности, но содержащую **все виды обработки** реальных деталей в группе), а каждая конкретная деталь обрабатывается по этой наладке с соответствующей коррекцией, а какие-то переходы вообще не выполняются. При **групповой технологии** важно **правильно сгруппировать детали** и для них предусмотреть **группы оборудования**.

Б) Строительно-монтажные мероприятия:

1. Использование **быстросменных панелей** с пенопластовым наполнителем вместо капитальных перегородок. Применение капитальных перегородок допустимо только при особых требованиях к помещениям (например, для обеспечения пожаробезопасности складов горюче-смазочных материалов).
2. Применение **крупной сетки колонн** (чтобы в будущем колонны не мешали переустановке оборудования). Сетка колонн - расстояние между колоннами в поперечном (L) и продольном (t) направлениях. Применяются сетки колонн ($L \times t$): 12×6 ; 12×9 ; 12×12 ; 18×6 ; 18×9 ; 18×12 ; 24×6 ; 24×9 ; 24×12 м. Применение необоснованно крупной сетки требует применения плит перекрытия большей длины и удорожает строительство. Колонны желательно применять не железобетонные, а металлические (обычно это двутавровая балка) для облегчения монтажа.
3. Установка оборудования на **виброопоры**, позволяющие быстро переставлять оборудование. Установка на индивидуальный фундамент применяется только для станков, имеющих возвратно-поступательное движение (шлифовальные, строгальные станки и т. п.), а также для тяжелого или точного оборудования.
6. **Производственная эстетика** имеет большое значение для увеличения производительности труда. В нее входит:
 - Создание рациональных и удобных рабочих мест, их оформление.
 - Оформление сферы бытового обслуживания.
 - Удобная и элегантная одежда рабочих.
 - Рациональная освещенность рабочих мест.
 - Решение вопросов уборки помещений.
7. **Под культурой производства** понимается степень совершенства взаимосвязанных вопросов. Высокая культура производства позволяет повысить качество продукции и стабильно поддерживать его на высоком уровне.

Способы расчётов трудоёмкости при подготовке технического задания (ТЗ)

I. *Проектирование по точной программе* ведётся в условиях массового и

крупносерийного производства. При этом составляется подробный техпроцесс на каждую деталь или изделие.

II. *Проектирование по приведенной программе* ведётся в условиях **мелкосерийного и среднесерийного** производства. Все изделия условно приводятся к нескольким типовым изделиям, наиболее характерным для разных групп. При этом соблюдается следующая последовательность:

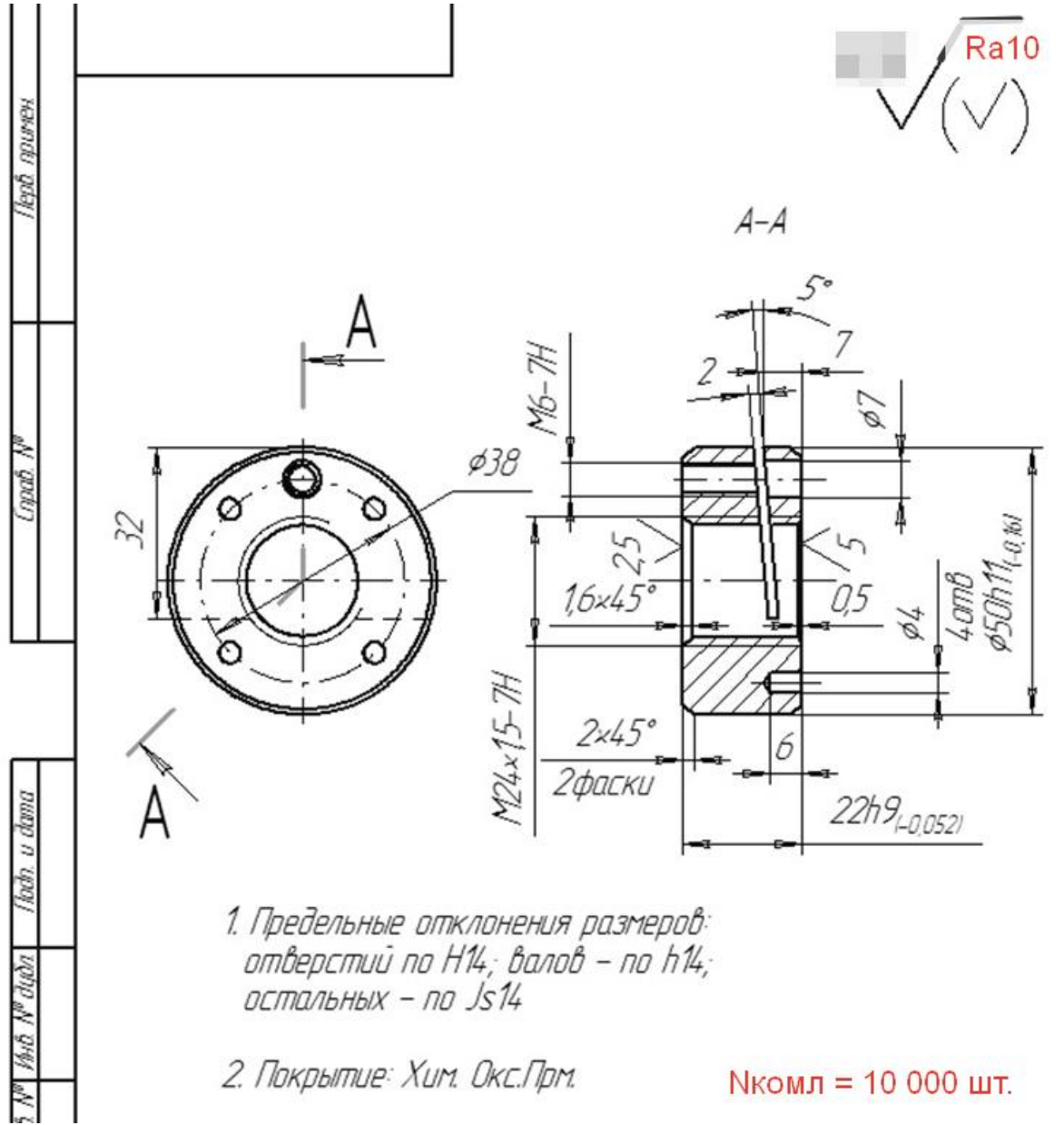
1. Все чертежи раскладываются на *группы конструктивно-технологического сходства (КТС)*. Обычно это группы валов, втулок, дисков, корпусных деталей, зубчатых колес и т. п. В основе деления на группы лежит **сходство технологических процессов** и используемых **типов станков** и приспособлений. Если детали в группе существенно различаются по размерам, то выделяются подгруппы, например, подгруппа **средних валов (до 400 мм)** и **длинных (свыше 800 мм)**, для токарной обработки которых требуется использование люнетов. Использование **люнетов** существенно **увеличивает вспомогательное** и подготовительно-заключительное время, но **доля основного времени** в штучно-калькуляционном времени выполнения операции обработки длинных поверхностей может и **увеличиться**. Аналогичные **подгруппы** выделяются при **существенной разнице наибольшего диаметра** у деталей. Если **вес** детали **превышает 8-12 кгс**, то для неё выделяется **отдельная подгруппа**, т.к. для установки на станок такой заготовки **требуется применение подъёмного механизма** (кран-укосины, или поворотного крана, кран-балки, шарнирно-балансирного механизма и т.п.), время на установку будет большое, потребуются больше площадь, планировка будет иная, чем для станков для более лёгких заготовок.

2. В каждой группе выделяется **деталь-представитель**, имеющая все виды обработки в деталях данной группы. В качестве детали-представителя выбирается деталь, имеющая высокую точность и наибольшее число видов обработки. На этом этапе важно не упустить из вида какой-то вид обработки (например, протягивание или долбление шпоночного паза), требующий специфического оборудования. Поэтому **лучше начертить комплексную деталь, которая не будет изготавливаться**, но она **содержит все виды обработки**, которые имеются у рассматриваемой группы КТС. Длину и диаметры комплексной детали принимают равной **наибольшим** из всех деталей в группе, а **точность – наиболее высокой**. Годовая программа выпуска принимается условно равной **наибольшей программе** деталей в группе КТС.

3. На **комплексную** деталь или деталь-представитель составляется подробный техпроцесс, на каждую операцию определяется модель станка, требуемая технологическая оснастка, на каждый переход назначаются режущие и измерительные инструменты и средства контроля, рассчитывается основное и вспомогательное время, **рассчитывается партия** деталей n (для всех операций она будет одинаковой), на **каждую (i –тую) операцию** рассчитывается подготовительно-заключительное время $T_{п.з.}$ и штучно-калькуляционное время $t_{шт-к i}$, рассчитывается **общая трудоемкость** обработки $T_{шт-к.компл}$ комплексной детали.

4. Определяются **операции**, выполняемые в **проектируемом** цехе, и рассчитывается **трудоемкость** обработки **в нём** $T'_{шт-к.компл}$ ($T_{шт-к.компл.}$ **цех**).

Комплексная деталь



Эскиз комплексной детали

Тех.процесс **КОМПЛ.** детали

1. Исходные данные для расчёта трудоёмкости обработки · всех деталей в цехе (на участке) (за 1 год)

1. Чертежи всех деталей в группе конструктивно-технологического сходства с годовой программой каждой детали (N_i , шт./год).
2. Чертёж (эскиз) комплексной детали, приведен на формате А4.
3. Технологический процесс изготовления комплексной детали (по операциям) с указанием штучно-калькуляционного времени $t_{шт.-к.i}$, мин, моделей и габаритов станков (таблица №1)
4. Количество смен в сутки: 2 смены

Таблица 1. Состав техпроцесса комплексной детали

№ операции	Наименование операции	Штучно-калькуляционное время операции $t_{шт.-к.i}$, мин	Модель станка	Габариты станка
05	Токарно-револьверная	3,87	1365	5360x1500x1530
10	Токарно-револьверная	0,8	1365	5360x1500x1530
15	Вертикально-сверлильная	0,78	2Н118	870x590x2080
20	Вертикально-сверлильная	0,87	2Н118	870x590x2080
25	Фрезерная	10,74	6Р82Г	2305x1950x1680
	Итого	$T_{шт.-к.компл.} = 17,06$		

Расчёт трудоёмкости обработки всех деталей в цехе

- **Таблица 2. Расчёт трудоёмкости обработки всех деталей в цехе**
- **(на участке) за 1 год**

№	Вес кг	K_{mj}	№ шт	$K_{серj}$	Средн квалит	Шер охов	$K_{сложj}$	$K_{прj}$	T_j , мин	T_{Nj} , час
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	----
1	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	4265
2	0,2	0,69	12000	1,12	9	5	1,1	0,85	14,50	2900
3	1	2,01	18000	1	10	10	0,95	1,91	32,58	9774
4	0,7	1,58	11000	1,12	7	1,25	1,44	2,55	43,5	7975
5	0,5	1,26	10000	1,12	8	2,5	1,21	1,71	29,17	4861
6	0,1	0,43	16000	1	11	10	0,95	0,41	6,99	1864
7	1,2	2,27	15000	1	10	10	0,95	2,15	36,67	9167
8	0,4	1,09	12000	1,12	9	5	1,1	1,34	22,86	4572
9	0,3	0,9	19000	1	8	2,5	1,21	1,09	18,59	5887
10	0,15	0,56	16000	1	7	1,25	1,44	0,81	13,81	3682

..... $\sum T_{Nj} > 44000$ час Итого: $\sum T_{Nj} = 54947$ час

5. На остальные детали в группе трудоемкость определяется через **коэффициент приведения**, рассчитываемый для каждой детали,

$$T_{шт-к i} = T_{шт-к компл} \times K_{пр i}$$

где $T_{шт-к i}$ – трудоемкость обработки рассматриваемой детали в проектируемом цехе; $T_{шт-к компл}$ - трудоемкость обработки комплексной детали (детали-представителя) в проектируемом цехе; $K_{пр.i}$ – коэффициент приведения рассматриваемой i -й детали.

Коэффициент приведения i -й **детали** определяется по формуле

$$K_{пр i} = K_{м i} \times K_{сер i} \times K_{сл i} \times K_{матер i}$$

где **$K_{м i}$ – коэффициент приведения по массе** (правильнее было бы использовать коэффициент приведения по обрабатываемой площади детали, но он коррелирует с весом детали, который приводится в чертеже детали); **$K_{сер i}$ – коэффициент приведения по серийности** (чем больше программа выпуска, тем больше возможность применения специальных приспособлений, уменьшающих время на установку детали); **$K_{сл i}$ – коэффициент приведения по сложности** обработки, учитывающий требуемую точность и шероховатость обработанной поверхности; **$K_{матер i}$ – коэффициент**, учитывающий влияние **марки обрабатываемого материала** на режимы резания, а значит и на основное время.

Таких коэффициентов может быть много, но обычно применяются **первые три** коэффициента.

Коэффициент приведения по массе рассчитывается по формуле:

где m_i – вес рассматриваемой i -й детали;

$m_{\text{компл}}$ – вес комплексной детали (детали-представителя).

$$K_{M_i} = 3 \sqrt{\frac{m_i^2}{m_{\text{КОМПЛ}}^2}}$$

Для компл.

детали - 0 →

№	масса кг	Kmj
1	0,3	1
2	0,2	0,76
3	1	2,23
4	0,7	1,76

Для компл.

детали - 0 →

№	масса кг	Kmj	N шт	Kсер	Сред квалит	Шер охов	Kслож	Kпр	T мин	T _N час
1	0,3	1	30000	1	8	2,5	1	1	9,3	4650
2	0,2	0,76	25000	1,12	9	5	0,9	0,8	7,44	3100
3	1	2,23	35000	0,97	10	10	0,8	1,73	16,1	9392
4	0,7	1,76	22000	1,12	7	1,25	1,24	2,44	22,7	8323
5	0,5	1,4	20000	1,12	8	2,5	1	1,6	14,6	4867
6	0,1	0,5	32000	1	11	10	0,8	0,4	3,72	1984
7	1,2	2,5	30000	1	10	10	0,8	2	18,6	9300
8	0,4	1,2	25000	1,12	9	5	0,9	1,21	11,25	4687
9	0,35	1,11	34000	0,97	8	2,5	1	1,08	10,04	5689
10	0,1	0,33	33000	1	7	1,25	1,2	0,4	3,72	2046
Итого:										54038

Коэффициент приведения по серийности $K_{сер i}$ определяется в зависимости от отношения годовой программы выпуска комплексной детали к годовой программе выпуска рассматриваемой i -й детали ($N_{компл}/N_i$):

$$K_{сер} = (N_{компл} / N_i)^\alpha$$

где α – показатель степени; $\alpha=0,15$ для объектов легкого и среднего машиностроения, $\alpha=0,2$ для объектов тяжелого машиностроения. Для **среднего машиностроения** можно применять следующие коэффициенты:

- если $(N_{компл}/N_i) \leq 0,5$, то $K_{сер i} = 0,97$;
- если $(N_{компл}/N_i) = 1$, то $K_{сер i} = 1,00$;
- если $(N_{компл}/N_i) = 2$, то $K_{сер i} = 1,12$;
- если $(N_{компл}/N_i) = 4$, то $K_{сер i} = 1,22$;
- если $(N_{компл}/N_i) = 8$, то $K_{сер i} = 1,28$;
- если $(N_{компл}/N_i) \geq 10$, то $K_{сер i} = 1,37$.

№	масса кг	Kmj	N шт	Kсер
1	0,3	1	30000	1
2	0,2	0,76	25000	1,12
3	1	2,23	35000	0,97
4	0,7	1,76	22000	1,12
5	0,5	1,4	20000	1,12
6	0,1	0,5	32000	1
7	1,2	2,5	30000	1
8	0,4	1,2	25000	1,12
9	0,35	1,11	34000	0,97
10	0,1	0,33	33000	1

Коэффициент приведения по сложности $K_{сл i}$ учитывает влияние технологичности конструкции на станкоёмкость обработки или трудоемкость сборки. В общем виде коэффициент приведения по сложности можно представить в виде произведения коэффициентов, учитывающих зависимость трудоемкости приводимого изделия и особенностями его конструкции.

Для однородных деталей группы наиболее существенными параметрами будут точность и шероховатость поверхностей детали:

$$K_{\text{сли}} = \frac{K_{Ti} \times K_{Ri}}{K_{Tk} \times K_{Rk}}$$

Коэффициенты точности и шероховатости

i -й детали (K_{Ti}) и комплексной детали (K_{Tk}) определяются

из таблиц. Средняя точность (средний квалитет)

определяется как сумма номеров квалитетов всех **диаметральных** размеров детали делённая на число учтенных размеров. Аналогично определяется и средняя шероховатость.

Средний квалитет	6	7	8	11	12	13
K_{Ti} или K_{Tn}	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Средняя шероховатость, Ra , мкм	20	10	5	2,5	1,25	0,63
K_{Ri} или K_{Rn}	0,95	0,95	1,0	1,1	1,2	1,4

№	масса кг	K_{mj}	N шт	$K_{\text{сер}}$	Сред квалит	Шер охов	$K_{\text{слож}}$
1	0,3	1	30000	1	8	2,5	1
2	0,2	0,76	25000	1,12	9	5	0,9
3	1	2,23	35000	0,97	10	10	0,8

6. Для расчёта трудоёмкости обработки заготовок в проектируемом цехе заполняется таблица, в которой в **первой строке** указываются данные о **комплексной детали**, а в остальных – об обрабатываемых.

Последовательность действий при подготовке ТЗ на проектирование цеха (продолжение)

Таблица 1. Трудоемкость операций технологического процесса комплексной детали

№опе-рации	Наименование операции	Штучно-калькуляц время Тшт.к.і,мин	Модель станка	Габариты Станка
05	Токарно-револьверная	3,4	<u>1Г325П</u>	4015x1000x1500
10	Токарно-револьверная	0,7	<u>1Г325П</u>	4015x1000x1500
15	Фрезерная	2,7	6Р12	2305x1950x2020
20	Вертикально-сверлильная	0,9	2Н118	870x590x2080
25	Плоско-шлифовальная	1,6	2Н125 3Е710	915x785x2350
	Итого	9,3		

Трудоемкость обработки
одной комплексной детали
(детали-представителя) в
проектируемом цехе
Т'шт-к. компл = 9,3 мин

Таблица 2. Расчёт трудоёмкости обработки в цехе годовой программы всех деталей

Для компл. детали - 0 →

№	масса кг	Кмј	№ шт	Ксер	Сред квалит	Шер охов	Кслож	Кпр	Т мин	Т _н час
1	0,3	1	30000	1	8	2,5	1	1	9,3	4650
2	0,2	0,76	25000	1,12	9	5	0,9	0,8	7,44	3100
3	1	2,23	35000	0,97	10	10	0,8	1,73	16,1	9392
4	0,7	1,76	22000	1,12	7	1,25	1,24	2,44	22,7	8323
5	0,5	1,4	20000	1,12	8	2,5	1	1,6	14,6	4867
6	0,1	0,5	32000	1	11	10	0,8	0,4	3,72	1984
7	1,2	2,5	30000	1	10	10	0,8	2	18,6	9300
8	0,4	1,2	25000	1,12	9	5	0,9	1,21	11,25	4687
9	0,35	1,11	34000	0,97	8	2,5	1	1,08	10,04	5689
10	0,1	0,33	33000	1	7	1,25	1,2	0,4	3,72	2046
Итого:										54038

Расчёт трудоёмкости обработки всех деталей в цехе

Расчёт общего коэффициента приведения для *j*-той детали:

$$K_{прj} = K_{mj} \times K_{серj} \times K_{слj}, \quad \text{где } j - \text{номер детали } (j = 1 - 10)$$

$$T_{Nj} = T_j \times N_j$$

- Таблица 2. Расчёт трудоёмкости обработки всех деталей в цехе (на участке) за 1 год

№	Вес кг	K_{mj}	№ шт	$K_{серj}$	Средн квалит	Шер охов	$K_{сложj}$	$K_{прj}$	T_j , мин	T_{Nj} , час
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	----
1	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	4265
2	0,2	0,69	12000	1,12	9	5	1,1	0,85	14,50	2900
3	1	2,01	18000	1	10	10	0,95	1,91	32,58	9774
4	0,7	1,58	11000	1,12	7	1,25	1,44	2,55	43,5	7975
5	0,5	1,26	10000	1,12	8	2,5	1,21	1,71	29,17	4861
6	0,1	0,43	16000	1	11	10	0,95	0,41	6,99	1864
7	1,2	2,27	15000	1	10	10	0,95	2,15	36,67	9167
8	0,4	1,09	12000	1,12	9	5	1,1	1,34	22,86	4572
9	0,3	0,9	19000	1	8	2,5	1,21	1,09	18,59	5887
10	0,15	0,56	16000	1	7	1,25	1,44	0,81	13,81	3682

..... $\sum T_{Nj} > 44000$ час Итого: $\sum T_{Nj} = 54947$ час

7. После определения коэффициента приведения для каждой детали рассчитывается трудоемкость годовой программы для каждой детали в группе: $T_{Ni} = T_i \times N_i$. В таблице трудоемкость годовой программы указывается в часах. **Если** технологический процесс составлялся **на комплексную деталь**, то трудоёмкость годовой программы **для неё не рассчитывается** и в общую трудоёмкость обработки рассматриваемой группы КТС она не входит, т.е. в столбце T_{Ni} у комплексной детали будет прочерк.
8. Трудоемкость обработки годовой программы всех деталей в группе рассчитывается как сумма трудоемкости годовой программы для каждой детали: $T_{\sum Ni} = \sum T_{Ni}$.

Таблица 2. Расчёт трудоёмкости обработки всех деталей в цехе (на участке) за 1 год

№	Вес кг	K_{mj}	№ шт	$K_{срj}$	Средн. квалиф.	Шер. охов.	$K_{сложj}$	$K_{прj}$	T_j , мин	T_{Ni} , час
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	----
1	0,35	1	15000	1	11	5	1	1	17,06	4265
2	0,2	0,69	12000	1,12	9	5	1,1	0,85	14,50	2900
3	1	2,01	18000	1	10	10	0,95	1,91	32,58	9774
4	0,7	1,58	11000	1,12	7	1,25	1,44	2,55	43,5	7975
5	0,5	1,26	10000	1,12	8	2,5	1,21	1,71	29,17	4861
6	0,1	0,43	16000	1	11	10	0,95	0,41	6,99	1864
7	1,2	2,27	15000	1	10	10	0,95	2,15	36,67	9167
8	0,4	1,09	12000	1,12	9	5	1,1	1,34	22,86	4572
9	0,3	0,9	19000	1	8	2,5	1,21	1,09	18,59	5887
10	0,15	0,56	16000	1	7	1,25	1,44	0,81	13,81	3682

..... $\sum T_{Ni} > 44000$ час Итого: $\sum T_{Ni} = 54947$ час

9. Аналогично предыдущим пунктам рассчитывается трудоемкость для остальных групп деталей.
10. Если каждая **группа деталей** обрабатывается только **на отдельном участке** в цехе, то дальнейший расчет количества станков на каждом участке ведется по трудоемкости годовой программы всех деталей только в этой группе $T \sum Ni$.

Закончен раздел **II. Проектирование по приведенной программе** (у него **10** пунктов).

III. Проектирование по условной программе ведется при прикидочном (приблизительном) расчете. Все детали разбиваются на группы конструктивно-технологического сходства, в каждой группе выбирается комплексная деталь (деталь-представитель), для неё составляется подробный техпроцесс, а трудоемкость остальных деталей в группе считается одинаковой ($K_{пр} i = 1$).

IV. Для прикидочного (укрупненного) расчета может быть **проектирование по технико-экономическим показателям (ТЭП)**. Расчет по ТЭП может производиться в стоимостном выражении (выпуск продукции **в год в рублях на один станок**, на одного рабочего, на один квадратный метр производственной площади и т. п.), в весовом (выпуск продукции **в килограммах с одного квадратного метра производственной площади**, с одного станка и т. п.), в натуральном выражении (штук с 1 кв.м, с одного станка и т. п.).

РЕЖИМ РАБОТЫ И ФОНДЫ ВРЕМЕНИ

Под режимом работы понимается количество рабочих дней в году, количество смен в сутки, длительность рабочей смены в часах. Различают следующие фонды времени:

1. **Календарный** – $F_{\text{кал}} = 365 \text{ дней} \times 24 \text{ часа} = 8760 \text{ часов}$.

2. **Номинальный (режимный)** – сколько может работать оборудование при заданном режиме работы без учета ремонта:

$$F_{\text{н}} m = [365 - (52 + 8)] \times 7 \times m - 56 \times 1 \times m,$$

где 365 – число дней в году; 52 – количество выходных в году; 8 – количество праздничных дней; 7 – продолжительность рабочей смены, в часах; m – число смен в сутки; 56 – число дней перед выходными с сокращенной на 1 час рабочей сменой.

При односменной работе ($m=1$) $F_{\text{н}1} = 2070$ часов, при двухсменной работе $F_{\text{н}2} = 4140$ часов, при трехсменной работе $F_{\text{н}3} = 6210$ часов.

3. **Действительный (эффективный, или расчетный)** фонд времени – сколько должно работать оборудование при заданном режиме работы **с учетом планово-предупредительного ремонта** и осмотров (аварийный ремонт в расчет не входит)

$$F_{\text{д}} m = F_{\text{н}} m \times (1 - p/100 \%) = F_{\text{н}} m \times K_{\text{о}},$$

где p – потеря времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры, %; $K_{\text{о}}$ – коэффициент, учитывающий потери времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры.

Потери времени на планово-предупредительные ремонты и осмотры зависят от количества смен в сутках (чем больше количество смен, тем сложнее организовать ремонт без остановки оборудования), от сложности оборудования и его веса. Для станков до 11-й категории ремонтной сложности (например, токарный станок 1К62) действуют следующие нормы:

- при $m=1$ $p=2\%$, $K_0=0,98$, $F_{д1}=2030$ ч.;
- при $m=2$ $p=3\%$, $K_0=0,97$, $F_{д2}=4015$ ч.;
- при $m=3$ $p=4\%$, $K_0=0,96$, $F_{д3}=5960$ ч.

Для других видов оборудования действительный годовой фонд времени (укрупнено) приводится в таблице.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования

Вид оборудования	Режим работы, ч.		
	1 смена	2 смены	3 смены
МРС до 10 т	2040	4060	6060
МРС от 10 т до 100 т	2000	3985	5945
МРС с программным управлением до 10 т	----	3890	5775
МРС с ПУ от 10 т до 100 т	----	3810	5650
Агрегатные станки	----	4015	5990
Рабочее место сборщика с механизированным приспособлением	2050	4080	6085
Рабочее место сборщика без механизированного приспособления	2070	4140	6210

Годовой действительный фонд времени работы **рабочего** зависит от продолжительности рабочей недели, продолжительности отпуска и потерь времени на болезни (в среднем на одного человека). Считается, что рабочий должен работать только в **одну смену**, поэтому в обозначении количество смен отсутствует ($F_{др}$).

Годовой действительный фонд времени работы рабочего $F_{др}$

Продолжительность		Действительный годовой фонд времени работы рабочего, ч.
Рабочей недели, ч.	Основного отпуска, дни	
41	15	1860
41	18	1840
41	24	1820
36	24	1610
36	36	1520

8. РАСЧЕТ РАЗМЕРА ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ И ТАКТА ВЫПУСКА

Для условий серийного и мелкосерийного производства годовая программа выпуска изделия не выполняется вся сразу, а **разбивается на партии**. **Партия деталей (n)** – это количество деталей, **одновременно запускаемых в производство**. Разбивка на партии объясняется тем, что заказчику часто не нужна сразу вся годовая программа, а **необходимо равномерное поступление заказанных изделий**. Другим фактором является **уменьшение незавершенного производства**: если необходимо собрать, например, 1000 редукторов, то изготовление 1000 валов №1 не позволит собрать ни одного редуктора до тех пор, пока не будет в наличии хотя бы одного комплекта. Размер партии деталей влияет:

1. *На производительность процесса и его себестоимость за счет доли времени **подготовительно-заключительных работ** (**$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время**) на одно изделие*

$$t_{шт.-к.} = t_{шт} + T_{п.з.}/n ,$$

где $t_{шт.-к.}$ - штучно-калькуляционное время на технологическую операцию; $t_{шт}$ – штучное время на технологическую операцию; n – размер партии деталей. Чем больше размер партии, тем меньше $t_{шт.-к.}$

Подготовительно-заключительное время (Тп.з.) – это время для выполнения работ по подготовке к обработке деталей на рабочем месте. В это время входит:

1. время на **получение задания** у мастера участка (операционной карты с эскизом детали и описанием последовательности обработки);
2. время на **ознакомление с заданием**;
3. время на **получение необходимых режущих и измерительных инструментов, технологической оснастки** в инструментальной кладовой;
4. время на **доставку требуемых заготовок** к рабочему месту (при нецентрализованной доставке заготовок);
5. время на **установку на станке требуемых приспособлений** и выверку их;
6. время на **установку на станке требуемых режущих инструментов**, настройку на требуемые размеры при обработке двух – трёх пробных деталей (при обработке партии деталей);
7. время на **сдачу обработанных деталей**;
8. время на **уборку станка от стружки**;
9. время на **снятие приспособлений и режущих инструментов** со станка (если не будут использоваться в следующей рабочей смене) и сдачу в инструментальную кладовую.

Обычно подготовительно-заключительное время составляет от **10 до 40 минут** в зависимости от точности и сложности обработки, сложности выверки приспособлений и настройки на размеры, количества переходов в операции.

2. Размер партии влияет также на **величину площади цеха**: чем больше партия, тем больше места требуется для складирования.

3. На себестоимость продукции через **незавершенное производство**: чем больше партия, тем больше незавершенное производство, тем выше себестоимость продукции. Чем больше стоимость материалов и полуфабрикатов, тем больше влияние незавершенного производства на себестоимость продукции.

Размер партии деталей рассчитывается по формуле

$$n = N \times f / F \text{ (шт.)},$$

где n – размер партии деталей, шт.; N – годовая программа изготовления всех деталей всех групп, шт.; F – число рабочих дней в году; f – число дней запаса хранения деталей перед сборкой.

N/F – дневная программа выпуска, шт. Число дней запаса хранения $f = 2 \dots 12$.

Часто размер партии рассчитывается так, чтобы обеспечить работу на **первой операции** в течение **2-6 смен** (от одного до 3-х дней без перенастройки оборудования).

За 1 смену может быть обработано $n_{1см}$ заготовок:

$$n_{1см} = 7 \text{ час} \times 60 \text{ мин} / t_{шт-к 1 опер} \text{ (штук)};$$

За K смен (2-6 смен) может быть обработано $n_{Ксм}$ заготовок: $n_{Ксм} = n_{1см} \times K$ (штук),

т.е. $n = n_{Ксм}$ (шт.)

Чем **больше размеры** детали (больше требуется места для хранения), чем **дороже материал** и изготовление (больше требуется денег, больше отдавать по кредитам), **тем меньше** устанавливается **число дней запаса хранения** деталей перед сборкой (для обычного производства $f = 2 \dots 5$). На практике $f = 0,5 \dots 60$ дней.

Для поточного производства характерным является **такт запуска** и **такт выпуска**

$$t_з = F_{д т} / N_{зап} ,$$

где $t_з$ – такт запуска, $F_{д т}$ – действительный фонд времени оборудования для соответствующей сменности работы t , $N_{зап}$ – программа запуска заготовок.

Аналогично определяется и такт выпуска

$$t_в = F_{д т} / N_{вып} ,$$

где $N_{вып}$ – программа выпуска деталей.

В связи с неизбежным появлением **брака** (от 0,05% до 3%) **программа запуска должна быть больше** программы выпуска на соответствующую долю.

10. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ

1. В условиях массового и крупносерийного производства при непоточной форме организации изготовления:

1. Составляется **подробный техпроцесс** для каждой детали.

2. Для **каждой операции** определяется **модель станка** и **штучно-калькуляционное время** (для массового производства – штучное).

3. **Операции**, где используются станки одной модели, **группируются** (в качестве примера см. табл. 10.1, 3-й столбец) и рассчитывается суммарное **штучно-калькуляционное время** для всей группы операций для одной детали (4-й столбец), для годовых программ каждой детали (6-й столбец) и годовой программы всех деталей (7-й столбец).

На реальном производстве для **разных деталей техпроцессы** могут иметь **разную последовательность операций** и **используемого оборудования**. Поэтому для **разных** деталей **одинаковые номера операций** могут соответствовать **разным моделям оборудования** или видам обработки. Например, для вала № 1 операция № 3 выполняется на фрезерном станке 6Н82, а для вала № 2 операция № 3 выполняется на вертикально-сверлильном станке 2125 (2-й, 3-й и 1-й столбец соответственно).

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ

Операции, где используются станки одной модели, **группируются** (в качестве примера см. табл. 3-й столбец) и рассчитывается суммарное штучно-калькуляционное время для всей группы операций для одной детали (4-й столбец), для годовых программ каждой детали (6-й столбец) и годовой программы всех деталей (7-й столбец).

Для **разных** деталей **одинаковые номера операций могут** соответствовать **разным моделям оборудования** или видам обработки. В приведённом примере для **вала №1** на **операциях № 1, 2, 5 и 7** используется станок **16К20**, а для **вала №2** на операциях **№ 2** используется станок **6Н82**, а **не 16К20**, как для **вала №1** (2-й, 3-й и 1-й столбец соответственно). Для **вала № 1** операция **№ 3** выполняется на фрезерном станке **6Н82**, а для **вала № 2** операция **№ 3** выполняется на вертикально-сверлильном станке **2125**.

Модель станка	Номер + (наименование) детали	Номера операций	Суммирование штучно-калькуляционного времени $t_{шт.-к.}$ операций с использованием одной и той же модели станка, мин	Годовая программа детали, шт.	Трудоемкость годовой программы детали, мин	Трудоемкость годовой программы для станка, $T_{шт.-к.ст.}$ мин
1	2	3	4	5	6	7
16К20	Вал №1	1,2,5,7	$2+1,2+3,3+4=11$	10000	110000	380000
	Вал №2	1,4,5	$2,4+3,1+8=13,5$	20000	270000	
6Н82	Вал №1	3,6	$4,2+5,1=9,3$	10000	93000	245000
	Вал №2	2,7	$5+2,6=7,6$	20000	152000	
2125	Вал №1	4	1,3	10000	13000	73000
	Вал №2	5,8	$0,8+2,2=3$	20000	60000	
Общая трудоемкость годовой программы всех деталей $T_{\Sigma N-шт.-к.}$					11633,33	11633,33 ч

4. Рассчитывается количество станков каждой модели

$$C_p = TN_{\text{шт.-к. станка}} / F_{дт} m ,$$

где $TN_{\text{шт.-к. станка}}$ – трудоемкость обработки годовой программы всех деталей на данной модели станка, ч.; $F_{дт}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем количестве смен m в сутки, ч.

5. Принимается требуемое количество станков $C_{пр}$, которое должно быть целым числом.

При округлении до ближайшего меньшего целого числа **переработка на один станок не должна превышать 10 %**.

Например, при $C_p=10,9$ шт. можно взять (принять) $C_{пр}=10$ станков, и переработка составит 9 %. При $C_p=5,6$ шт. необходимо взять $C_{пр}=6$ станков, т. к. при $C_{пр}=5$ станков переработка составит $(0,6/5) \times 100 \% = 12 \%$, что недопустимо.

Переработка обычно компенсируется за счет **увеличения режимов резания**, и в первую очередь за счет увеличения подачи (она меньше влияет на стойкость инструмента по сравнению со скоростью резания) при увеличении радиуса округления режущей кромки резца для сохранения требуемой шероховатости поверхности. Если этого недостаточно, то увеличивают скорость резания, но это приведет к уменьшению стойкости инструмента.

Оптимальный коэффициент загрузки оборудования ($K_z = C_p / C_{пр}$) составляет **0,9...0,95**.

2. В условиях единичного и **мелкосерийного** производства расчет ведется по **комплексной** детали:

1. Группируются операции, где используется одна и та же модель станка. Для каждой модели станка рассчитывается трудоемкость обработки комплексной детали $t_{шт.-к.мод.станка}$, мин.
2. Определяется коэффициент использования данной модели оборудования

$$\alpha_{мод.станка} = t_{шт.-к. мод.станка} / T_{шт.-к.компл.},$$

где $T_{шт.-к.компл.}$ – общая трудоемкость одной детали-представителя, мин. Сумма $\alpha_{мод.станка}$ должна быть примерно равна 1 ($\sum \alpha_{мод.станка} \approx 1$).

Трудоёмкость операций технологического процесса **комплексной** детали

№опе-рации	Наименование операции	Штучно-калькуляц время $T_{шт.к.і, мин}$	Модель станка	Габариты Станка
05	Токарно-револьверная	3,4	1Г325П	4015x1000x1500
10	Токарно-револьверная	0,7	1Г325П	4015x1000x1500
15	Фрезерная	2,7	6Р12	2305x1950x2020
20	Вертикально-сверлильная	0,9	2Н118	870x590x2080
25	Плоско-шлифовальная	1,6	3Е710	915x785x2350
	Итого	9,3		

$$\alpha_{1Г32П} = 3,4 + 0,7 / 9,3 = 4,1 / 9,3 = 0,44.$$

$$\alpha_{6Р12} = 2,7 / 9,3 = 0,29.$$

$$\alpha_{6Н118} = 0,9 / 9,3 = 0,097.$$

$$\alpha_{3Е710} = 1,6 / 9,3 = 0,17.$$

$$\sum \alpha_{мод.станка} = 0,997 \approx 1$$

3. Рассчитывается общее количество станков с округлением до десятых знаков после запятой

$$C_p = T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}} / F_{д т} ,$$

где $T_{\Sigma N \text{ шт.-к.}}$ – трудоемкость обработки годовой программы всех деталей в группе, ч;
 $F_{д т}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при соответствующем количестве смен t в сутки, ч.

4. Рассчитывается количество станков каждой модели

$$C_{\text{мод.станка}} = C_p \times \alpha_{\text{мод.станка}} .$$

5. Определяется **принятое** количество станков **каждой модели** ($C_{\text{пр мод.станка}}$) до **целого числа** с учетом допустимой переработки 10 %.
6. Рассчитывается общее принятое количество станков как сумма принятого количества станков каждой модели

$$C_{\text{пр общ}} = \Sigma C_{\text{пр мод.станка}}$$

3. Для поточного производства расчет количества станков ведется по каждой операции по штучному времени и через такт **запуска**:

$$C_p = t_{шт} / \tau_{зап}$$

Перед расчетом количества станков **при поточном производстве** техпроцесс необходимо синхронизировать. **Синхронизация техпроцесса** – это выравнивание длительности операций до величины, равной или кратной такту.

После составления техпроцесса и его нормирования обычно длительность операций различна. В этом случае оборудование, где выполняются операции с малым штучным временем, будет простаивать, ожидая очередную деталь.

Способы **синхронизации** техпроцесса:

1. Перегруппировка переходов по операциям.

Техпроцесс №1:

Операция 1 (фрезерно-центровальная)

1. Фрезеровать торцы 1 и 5 одновременно.

$t_{шт} = 2$ мин.

Операция 2 (токарная)

1. Обточить поверхность 2.

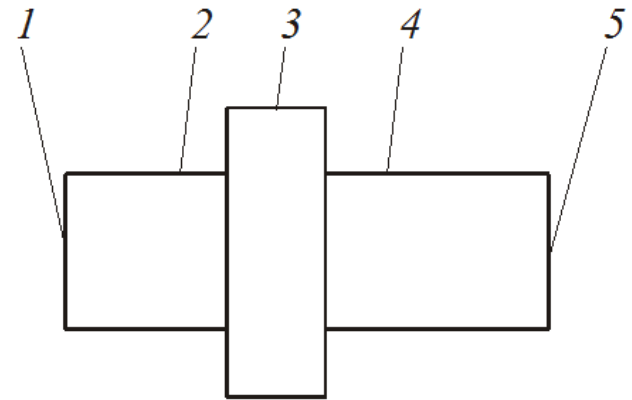
$t_{шт} = 1$ мин.

Операция 3 (токарная)

1. Обточить поверхность 3.

2. Обточить поверхность 4.

$t_{шт} = 1+2 = 3$ мин.



В техпроцессе №1 длительность операций различна. Чтобы выровнять длительность, можно переход №1 из 3-й операции перенести во вторую операцию. Тогда новый техпроцесс будет иметь одинаковую продолжительность операций ($t_{шт} = 2$ мин) и такт можно принять равным двум минутам.

Техпроцесс №2

Операция 1 (фрезерно-центровальная)

1. Фрезеровать торцы 1 и 5 одновременно.

$t_{шт} = 2$ мин.

Операция 2 (токарная)

1. Обточить поверхность 2.

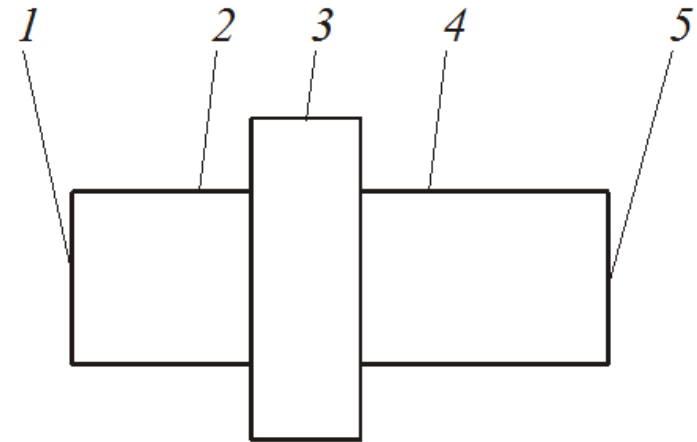
2. Обточить поверхность 3.

$t_{шт} = 2$ мин.

Операция 3 (токарная)

1. Обточить поверхность 4.

$t_{шт} = 2$ мин.



Способы синхронизации техпроцесса (продолжение):

2. Изменение **режимов резания**. Прежде всего увеличение **подачи s** . Чтобы не увеличилась шероховатость можно увеличить радиус при вершине **R (r)**/, но это приведёт к увеличению силы резания, а значит упругой деформации системы СПИД.
3. Применение на лимитирующих операциях (с большим $t_{шт}$) **инструментальных материалов** с большей износостойкостью, что позволяет увеличить скорость резания **v** .
4. Применение на лимитирующих операциях **многолезвийных** или **комбинированных инструментов**, позволяющих вести одновременную обработку нескольких поверхностей.
5. Перенос операций на **более производительное оборудование**.
6. **Уменьшение припусков**. Это позволяет увеличить скорость резания, а при обработке поверхностей с очень большими припусками **уменьшить число проходов** (актуально для **черновых** и **шлифовальных** операций).
7. Применение более совершенных **приспособлений**, что позволяет уменьшить вспомогательное время.
8. **Изменение конструкции детали** для улучшения ее **технологичности**.
9. Применение более совершенных транспортных устройств для более быстрого перехода к установке детали на следующей позиции (операции).
10. Применение автоматических устройств для уменьшения вспомогательного времени.
11. **Полное изменение технологического процесса**.

Если **штучное время в два раза больше такта**, то на эту операцию устанавливаются параллельно **два станка**, если в три раза – то три станка и т. д.

4. Расчет потребного количества оборудования по производительности

$$C_p = \frac{N}{F_{д.т} \times q} \times K_{п}$$

где N – годовая программа выпуска (штук или кг); $F_{д.т}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.; q – производительность оборудования (шт./ч. или кг/ч.); $K_{п}$ – коэффициент потерь на переналадку оборудования.

5. Расчет потребного количества оборудования по технико-экономическим показателям (ТЭП):

$$C_p = \frac{N}{q}$$

где N – годовая программа выпуска (штук или кг); q – производительность оборудования в год (шт/станок или кг/станок).

6. Расчет потребного количества станков по процентному соотношению к другим видам оборудования. Таким способом обычно рассчитывается вспомогательное оборудование. Например, число станков в службе ремонта и технического обслуживания составляет от 4 до 7 % от числа основного производственного оборудования.

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Планировка цеха или участка – это графическое изображение на плане и разрезах цеха оборудования, подъемно-транспортных устройств и других средств, необходимых для выполнения и обслуживания технологического процесса.

Методы планировки:

- 1. Шаблонный.** Из ватмана или картона вырезают шаблоны по конфигурации размещаемого оборудования **в том же масштабе, что и вычерчиваемая планировка здания цеха** (выполняемой обычно в масштабе 1:50, 1:100, 1:200). Желательно иметь на **каждую единицу оборудования свой шаблон** или, в крайнем случае, на все рядом размещаемые станки. На всех шаблонах указывается модель станка или наименование оборудования. На планировке здания расставляют шаблоны и находят оптимальный вариант с учетом соблюдения норм на расстояние между станками и от стен, проездов и т. п. В найденном положении шаблоны обводятся карандашом.
- 2. Темплетный.** Используются темплеты – шаблоны из прозрачного материала (обычно из целлулоида), сделанные заводским способом. На темплетях указана модель станка и масштаб (обычно 1:100). В таком же масштабе выполняется и планировка здания цеха.
- 3. Макетный.** Используются объемные макеты из пластмассы или гипса. Этот способ дорогой и используется при размещении оборудования химической промышленности и т. п., т.е. там, где в пространстве идет переплетение труб, наклонных печей и т. п.

4. Вычерчивание на компьютере с использованием САПР.

При планировке оборудование размещается, исходя из удобства работы и обслуживания, эстетических соображений, норм технологического проектирования. **Нормы даны от крайних положений движущихся частей станка и от открытых дверей станка, стоек и шкафов управления.**

Все оборудование делится на мелкое (до 1 т), среднее (от 1 до 10 т) и крупное (от 10 до 100 т). Аналогичное деление используется, исходя из наибольшего габаритного размера станка.

Ширина магистральных проездов межцеховых перевозок выбирается от 4500 до 5500 мм.

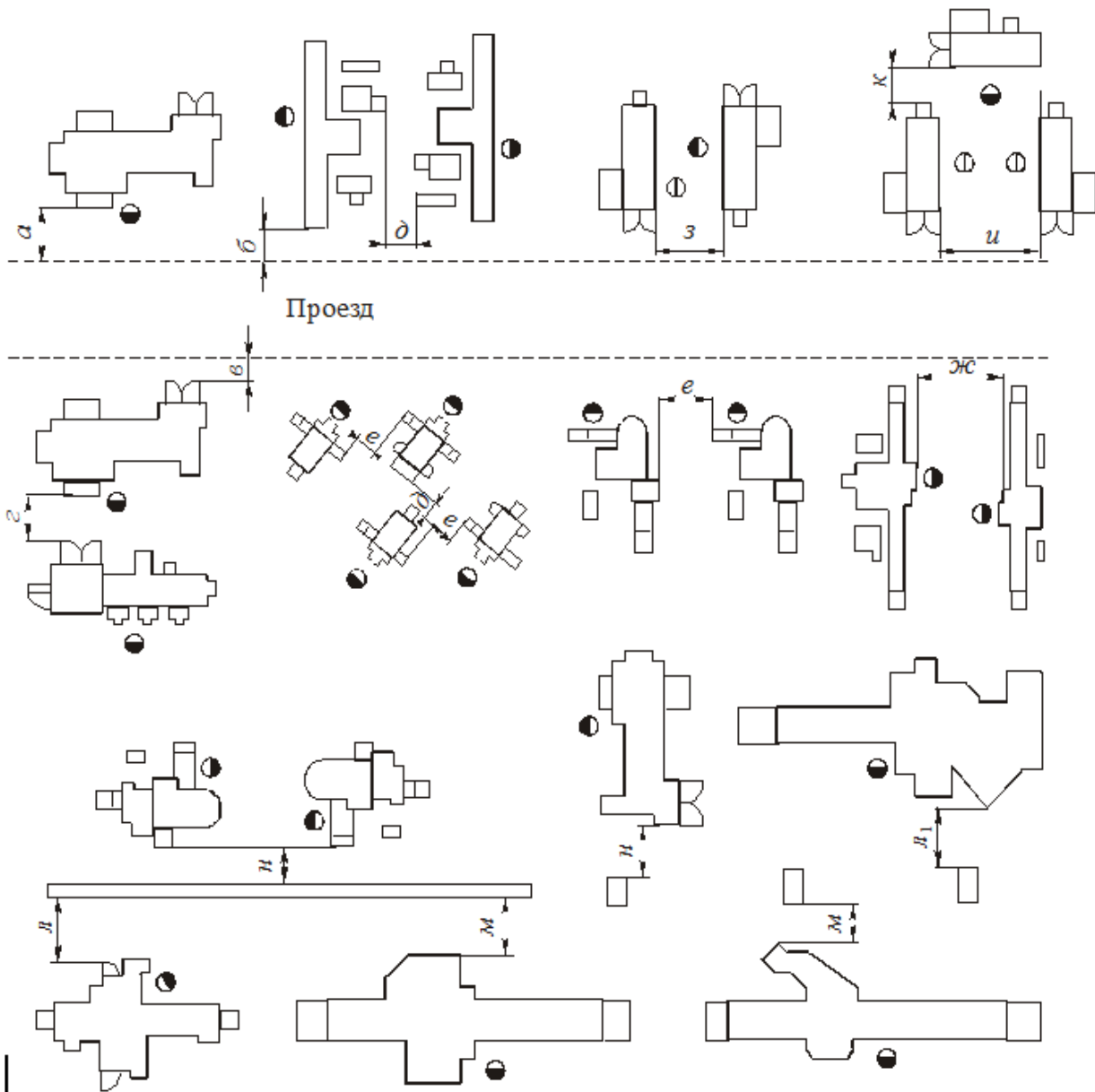
Ширина цеховых проездов принимается в зависимости от ширины транспортного средства или ширины перевозимого груза: 1. При **одностороннем движении** $A = B + 1400$, где A – ширина цехового проезда, мм; B – ширина транспортного средства или ширина перевозимого груза (по наибольшему габариту); 2. При **двухстороннем движении** $A = 2B + 1600$.

В том случае, если по каким-либо причинам **ширина цеховых проездов недостаточна** для организации **двухстороннего движения**, предусматриваются **разъездные карманы** длиной не менее двух длин транспортного средства с грузом. Расстояние между разъездными карманами выбирается с точки зрения целесообразности (обычно через 25 ... 50 м) или в местах, позволяющих их организовать (специфическое расположение оборудования, увеличенная площадка межоперационного хранения и т. п.), устанавливается знак, указывающий преимущество при движении транспорта.

Ширина пешеходных проходов принимается равной 1400 мм.

Зона рабочего (от фронтальной стороны станка до затылка рабочего) принимается равной 800 мм.

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)



Нормы расстояний,

Расстояние
От проезда до:
1) фронтальной стороны станка (а)
2) боковой стороны станка (б)
3) тыльной стороны станка (в)
Между станками при расположении их:
1) «в затылок» друг к другу (г)
2) тыльными сторонами друг к другу (д)
3) боковыми сторонами друг к другу (е)
4) фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:
одного станка (ж)
двух станков (з)
по кольцевой схеме (и)
От стен, колонн до:
1) фронтальной стороны станка (л)
2) фронтальной стороны станка (м)
3) тыльной стороны станка (н)
4) боковой стороны станка (п)

Рис. 11.1. Схема расстановки станков

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)

Нормы расстояний, мм (к рис. 11.1)



Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, мм		
	до 1800	до 4000	до 8000
От проезда до			
1) фронтальной стороны станка (а)	1600/1000		2000/1000
2) боковой стороны станка (б)	500		700/500
3) тыльной стороны станка (в)	500		500
Между станками при расположении их:			
1) «в затылок» друг к другу (з)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
2) тыльными сторонами друг к другу (д)	700	800	1000
3) боковыми сторонами друг к другу (е)	900		1300/1200
4) фронтальными сторонами друг к другу и при обслуживании одним рабочим:			
одного станка (ж)	2100/1900	2500/2300	2600
двух станков (з)	1700/1400	1700/1600	-----
по кольцевой схеме (и)	2500/1400	2500/1600	-----
От стен, колонн до:			
1) фронтальной стороны станка (л)	1600/1300	1600/1500	
2) фронтальной стороны станка (л ₁)	1300	1500/1300	1500
3) тыльной стороны станка (м)	700	800	900
4) боковой стороны станка (н)	1200/900		
<p>Примечания: 1. В знаменателе приведены нормы расстояний для крупносерийного и массового производства, если они отличаются от соответствующих норм для условий единичного, мелкосерийного и среднесерийного производства. ↑</p> <p>2. Расстояние между станками к при кольцевой схеме принимается не менее 700 мм. ↑</p> <p>3. Если рядом расположены станки разных габаритов, то нормы берутся для наибольшего.</p>			

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)

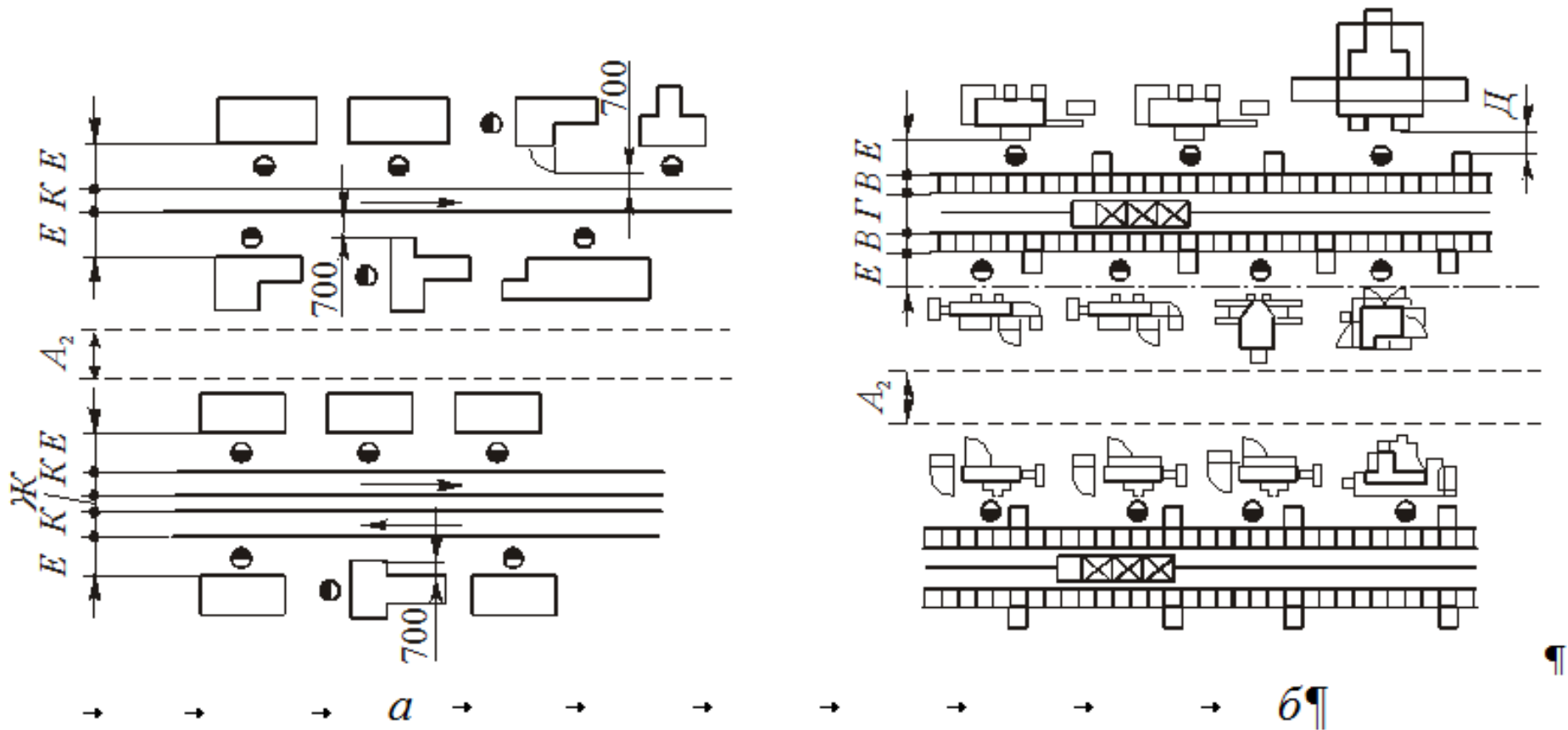


Рис. 11.2. Примеры планировочных решений станочных линий с использованием различных видов межоперационного транспорта: *а* — со стационарными роликовыми или пластинчатыми конвейерами; *б* — с автоматизированной транспортно-складской системой для тары 400×600 мм (разработчик НПО «Оргстанкинпром»)

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)

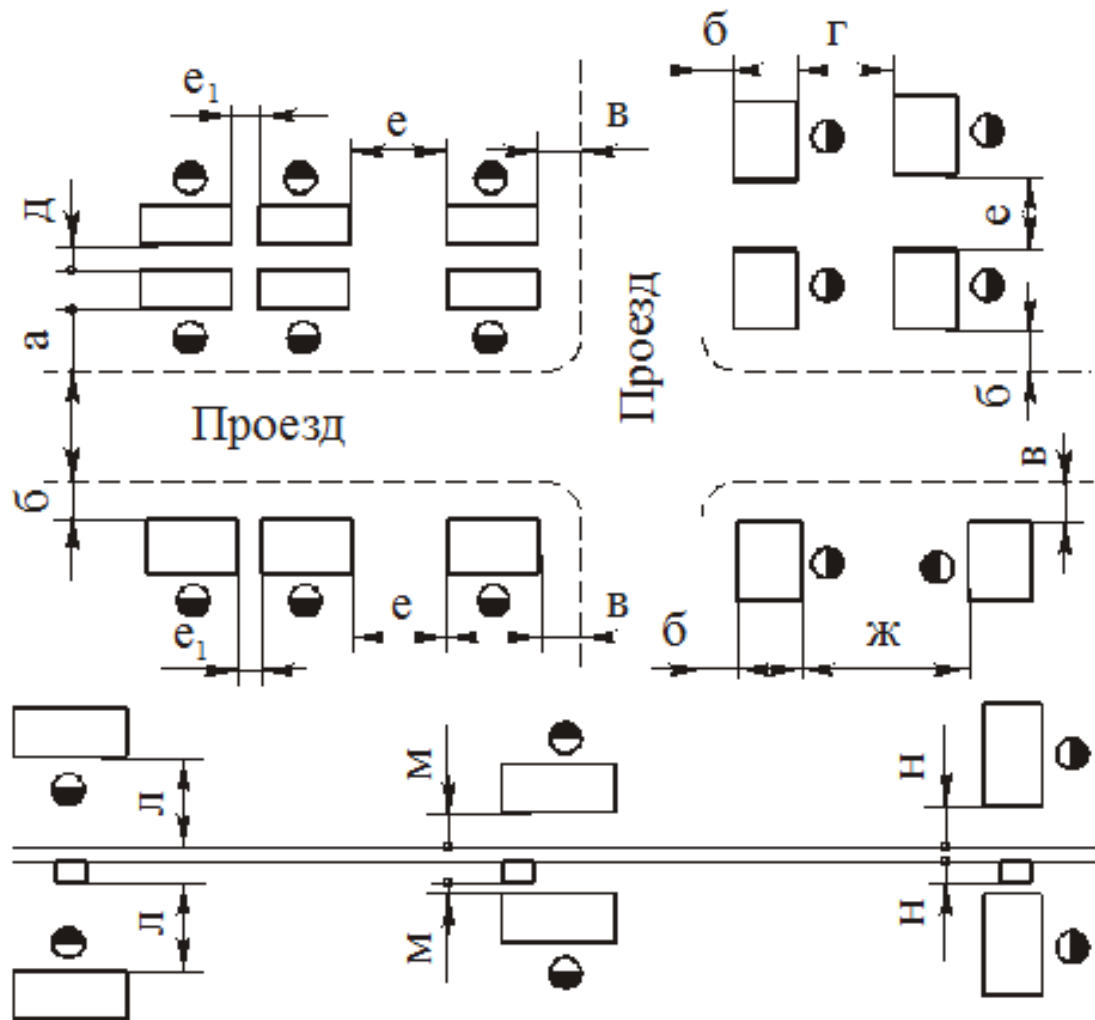


Рис. 11.3. Схемы размещения рабочих мест сборки

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)

Нормы расстояний, мм, ←
для размещения сборочных рабочих мест (к^oрис. °11.3)¶

Расстояние	Рабочая зона ← с одной сто- роны		Рабочая зона вокруг объекта	
	Габаритные размеры собираемого изделия, мм			
	До 650×250	До 1250×750	До 2500×1000	
От проезда до:				
1) фронтальной стороны стола (а)	1500/1000	2250/1000	2250/1500	
2) тыльной стороны стола (б)	500	1000/750	1000/900	
3) боковых сторон столов (в)	1250/1000	1000	1000	
Между сборочными местами ← при взаимном расположении:				
1) «в затылок» (з)	1750/1000	2750/1700		
2) тыльными сторонами (д)	0	1500/1000		
3) боковыми сторонами (е)	1500/750	1500/750	1500/1200	
4) боковыми сторонами (е ₁)	0	1500/750	1500/1200	
5) фронтальными сторонами (ж)	2750/2000	3500/2500		
От стен и колонн до:				
1) фронтальной стороны стола (л)	1500/1300	1750/1500		
2) тыльной стороны стола (м)	0	1000/750	1000/900	
3) боковой стороны стола (н)		750		

Примечание: 1. В знаменателе приведены нормы для среднесерийного производства, если они отличаются от единичного и мелкосерийного производства. 2. В нормы не включены площади для складирования деталей и сборочных узлов. ¶

Планировка выполняется в **масштабе 1:100** для малых и средних цехов, 1:200 – для больших. Монтажные планировки с привязкой оборудования к зданию выполняются в масштабе 1:50. Привязка может быть с координатным расположением размеров и с цепным. Координатное расположение более точное, но больше затемняет чертеж.

При выполнении планировки **учитываются все факторы:**

- Доступ к рабочим местам, площадкам заготовок и деталей.
- Удобство работы рабочего.
- Удобство доставки заготовок к площадкам заготовок и вывоза деталей.
- Близость комнат мастера, контролеров, ремонтников.
- Близость автоматов для питья.
- Близость заточного отделения.
- Близость мест для курения и мест общественного пользования.
- Удобное расположение противопожарного инвентаря.
- Все распашные двери должны открываться наружу по правилам пожарной безопасности.
- Должен быть обеспечен свободный проезд пожарных машин и быстрая эвакуация людей и дорогой техники.
- Должна быть обеспечена быстрая эвакуация крановщиц.
- Недопустимо смешивать оборудование различной категории вредности и шумности.
- Должен быть обеспечен достаточный обмен воздуха.
- Должна быть обеспечена хорошая освещенность.
- Трубопроводы и электрокабели должны располагаться вне зоны транспортной системы.

На планировке указывается:

- Сечение колонн с фундаментами.
- Магистральные и цеховые проезды и проходы для людей.
- Наружные и внутренние стены, перегородки, барьеры и т. п.
- Окна, ворота, двери в распахнутом положении.
- Основное и вспомогательное оборудование.
- Местоположение рабочего.
- Верстаки, рабочие столы, стеллажи, подставки.
- Места складирования заготовок и изделий.
- Места хранения инструментов.
- Площадки контроля.
- Места мастеров.
- Транспортные устройства и средства.
- Необходимые разрезы с указанием подвалов, шахт, антресолей.
- Указывается ширина и длина пролетов, общая длина и ширина цеха, шаг колонн; назначение, ширина и длина каждого производственного и вспомогательного отделения; **расстояние от стен и колонн до станков и расстояние между станками**; габаритные размеры крупных станков; **нумерация оборудования с ее расшифровкой в спецификации.**

На планировке цеха используются **условные обозначения,**

ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ (продолжение)

Условные обозначения на планировке

Капитальная стена		Место складирования заготовок и изделий	
Окно		Пульт управления	
Сплошная перегородка		Кран мостовой	
Перегорodka из стеклоблоков		Стеллаж многоярусный однорядный	
Барьер		Кран-штабелер автоматизированный	
Ворота распашные		Кран консольный поворотный с электроталью	
Ворота откатные		Каретка-оператор с автоматическим адресованием грузов	
Колонны железобетонные и металлические		Тележка рельсовая	
Канал для транспортировки стружки		Конвейер подвесной цепной	
Автоматическая линия и технологическое оборудование		Промышленный робот	
Место рабочего		Конвейер роликовый однорядный	
Многостаночное обслуживание одним рабочим		Подвод сжатого воздуха (цифры указывают давление в сети)	
Контрольный пункт		Точка подвода электрокабеля к оборудованию	

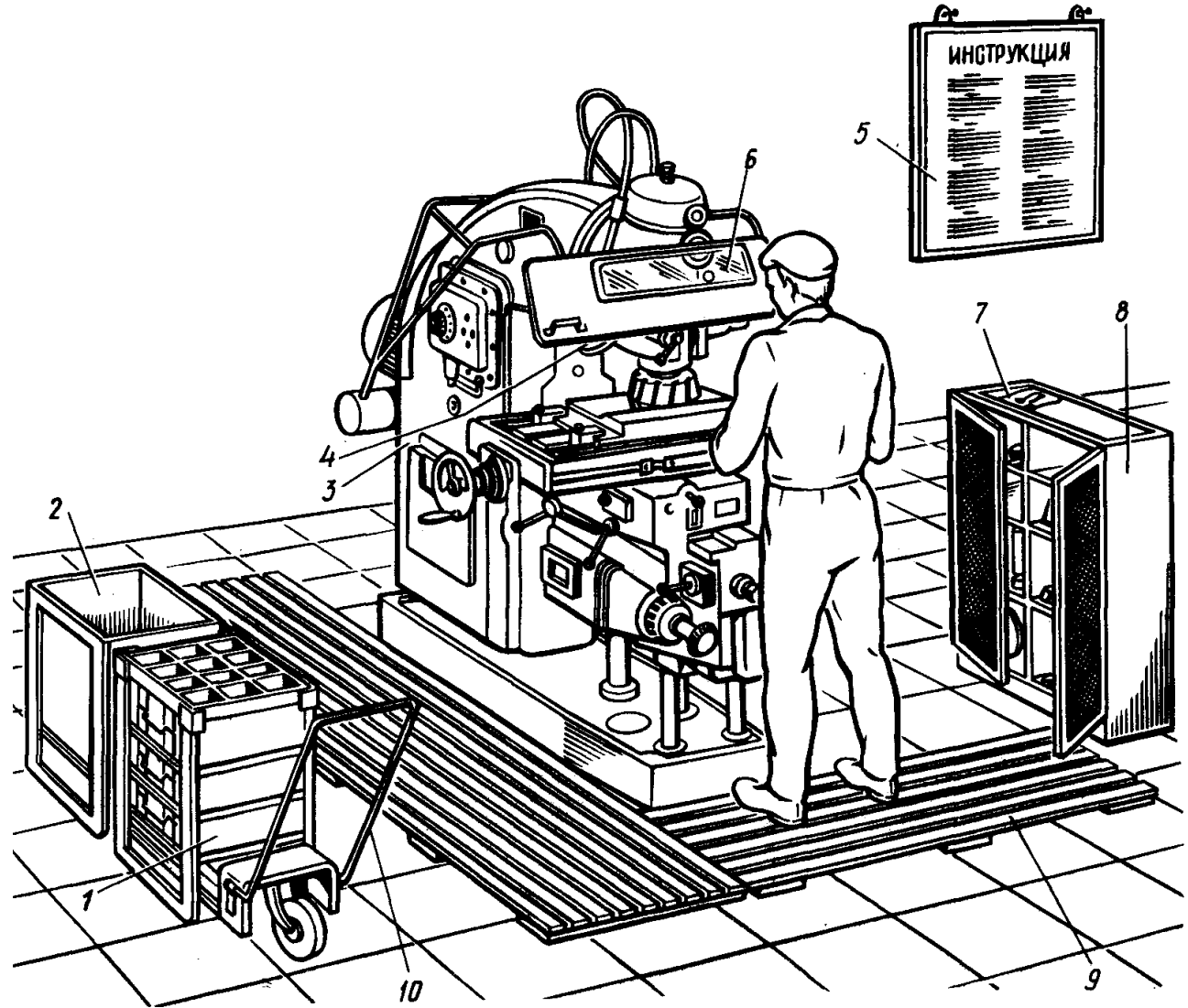
ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА

- Организация и устройство рабочего места зависит:
- от конструкции, размеров и веса обрабатываемых деталей;
- формы организации производства;
- технологического процесса;
- серийности производства;
- размера партии деталей.
- Если вес детали более 16 кг, то для ее установки на станок применяется поворотный кран, который обычно крепится к рядом расположенной колонне или устанавливается на индивидуальный фундамент. Поворотный кран обычно обслуживает два станка, поэтому необходимо соответствующим образом их располагать. В зоне действия крана должны находиться площадки заготовок и деталей (обычно площадка деталей одного станка является площадкой заготовок для другого).
- В серийном производстве на площадках заготовок и готовых деталей при обработке мелких деталей (весом менее 3 кг) часто устанавливаются ручные тележки с тарой для уменьшения числа перевалок груза при транспортировке. Крупные детали складываются в большой контейнер (общий вес несколько сотен килограммов), который перемещается между рабочими местами мостовым краном, кран-балкой или погрузчиком. Площадка для такого контейнера может занимать несколько квадратных метров. Очень крупные заготовки (весом сотни килограммов) размещаются штабелями.
- В рабочей зоне станка находится тумбочка для режущего и измерительного инструмента. Часто используемый инструмент находится на верхней полке, редко используемый – на нижней. При мелкосерийном производстве рядом со станком (обычно сзади станка) располагается шкаф или площадка для хранения приспособлений (для токарных станков – токарные патроны трех- и четырехкулачковые, планшайбы, люнеты, револьверные головки к задней бабке, личные режущие и измерительные инструменты; для фрезерных станков – тисы и делительные головки, оправки к фрезерному станку, для шлифовальных станков – отбалансированные и прошарошенные шлифовальные круги из различных абразивных материалов и различной зернистости на оправках для быстрой смены на станке и т.п.).

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

Рабочее место
фрезеровщика:

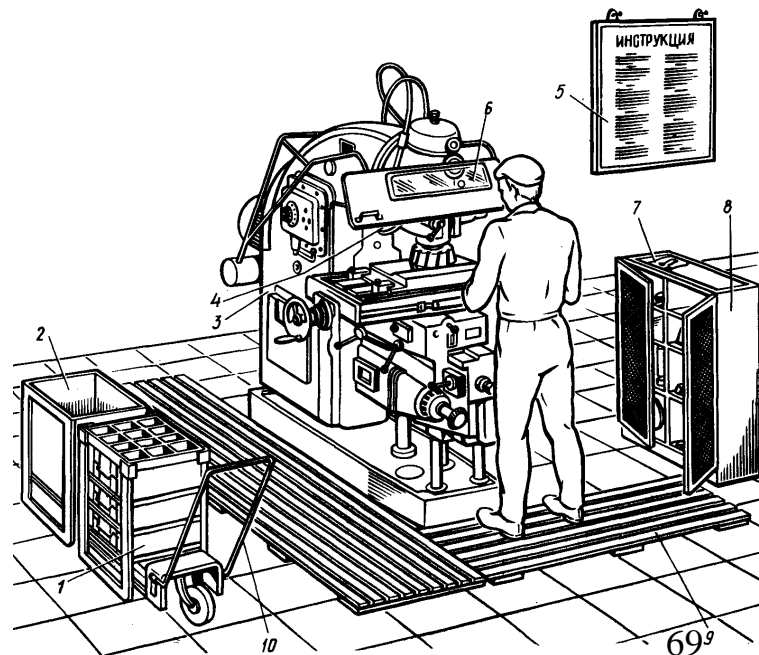
- 1 – тара для обработанных деталей;
- 2 – тара для заготовок;
- 3 – фрезерный станок;
- 4 – лампа местного освещения;
- 5 – инструкция по технике безопасности;
- 6 – защитный экран;
- 7 – место для технологической документации;
- 8 – инструментальный шкаф;
- 9 – подножная решетка;
- 10 – тележка для транспортировки тары



ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

В мелкосерийном производстве рядом со станком (обычно сзади станка) располагается площадка для хранения приспособлений (для токарных станков – токарные патроны трех- и четырехкулачковые, планшайбы, люнеты, револьверные головки к задней бабке, для фрезерных станков – тисы и делительные головки), шкаф для оправок к фрезерному станку, (для шлифовальных станков – для шлифовальных кругов из различных абразивных материалов и различной зернистости на оправках для быстрой смены на станке), инструментальный шкаф для личных (или часто используемых со специальной заточкой) режущих и измерительных инструментов.

В мелкосерийном и единичном производстве при использовании крупных станков сзади станка может располагаться также шкаф для хранения спецодежды и верхней одежды: гардеробом рабочие тогда не пользуются, но это **нежелательно**.



ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА *(продолжение)*

На параметры качества деталей и изделий оказывают влияние условия работы оборудования или сборки: **температурно-влажностный режим** помещения, наличие **вибраций** от работы оборудования и др. Особенно большое значение имеют указанные условия **при производстве высокоточных изделий** (станков, инструментов, прецизионных узлов топливной аппаратуры и др.). В **термоконстантных** помещениях должна поддерживаться постоянная температура (**$20\pm 1,5^{\circ}\text{C}$** для финишной обработки валов и втулок **весом до 1т**), **относительная влажность $50\pm 10\%$** , т. к. там используются высокоточные измерительные устройства, на которых не допускается коррозия. При кондиционировании воздуха в помещении обеспечивается его **многократный обмен в течение часа**. Приточно-вытяжная вентиляция обуславливает воздушные потоки, **скорость которых ограничивается 0,3 м/с**. Чтобы предотвратить попадание пыли извне, в помещениях **прецизионного производства поддерживают давление на 1...2 Па выше атмосферного**.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА *(продолжение)*

Детали и узлы, поступающие на обработку или сборку на участки термоконстантных цехов, должны находиться там в течение **1...2 суток** для **выравнивания их температуры с температурой помещения**. Для этой цели возле оборудования и рабочих мест сборки предусматривают просторные площадки для хранения заготовок и деталей, **если нет термостатированного склада**. Для обдува и удаления пыли с поступающих грузов и одежды обслуживающего персонала на входе в термоконстантные помещения **устанавливают специальные шлюзы с вертикальным потоком воздуха**. Доступ в эти помещения **ограничивают**, т.к. присутствие дополнительного персонала может нарушить температурный режим. **Число дверей, ворот и наружных стен должно быть минимальным**. Помещения с наиболее жестким режимом ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$) должны быть изолированы от наружных стен коридором для тепловой защиты. Недопустимо размещение рядом с цехами прецизионной обработки компрессоров, молотов, прессов и другого оборудования, вызывающего вибрацию. Для установки станков классов А и С, измерительных приборов особо высокой точности, стендов для сборки применяют специальные виброизолирующие **фундаменты-стенды большой глубины**.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

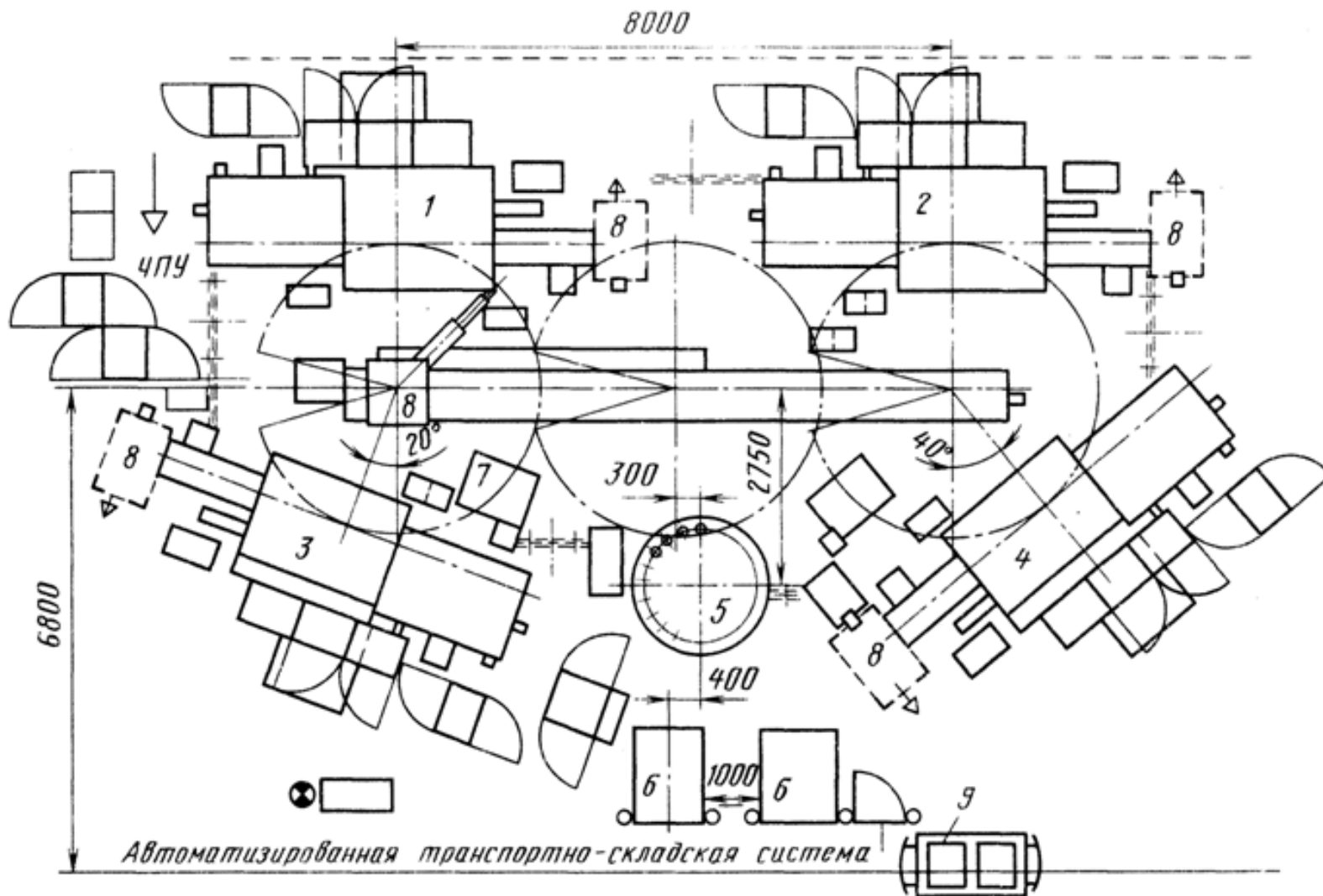


Рис. 13.1. Пример планировки рабочего места (планировка РТК для патронной обработки деталей типа тел вращения)

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

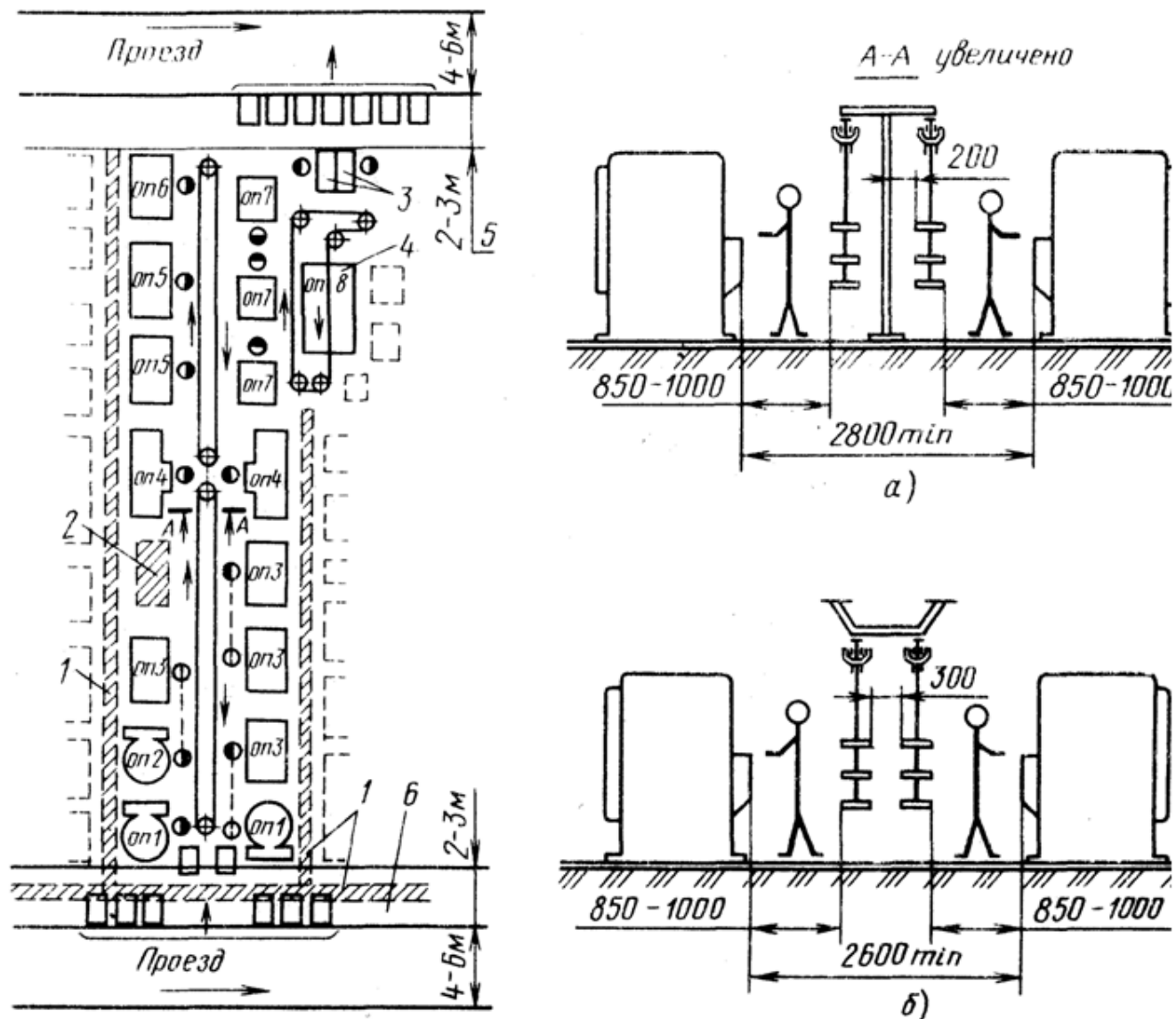


Рис. 13.2. Планировка поточной линии при применении подвесных грузонесущих конвейеров: а, б — варианты крепления конвейеров

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

СПОСОБЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование может располагаться

- 1. **Вдоль проезда фронтальной стороной к нему.** Так обычно располагается оборудование в длинном и узком цехе. Достоинства такого расположения – удобство подъезда к площадкам заготовок и деталей, удобство передачи заготовки на следующий станок, что особенно актуально при размещении оборудования по ходу технологического процесса (площадка деталей первого станка служит площадкой заготовок для второго; при поточном производстве облегчается передача с помощью склиза, приемопередаточного стола или конвейера). Недостаток – опасность от транспорта сзади рабочего. Для предохранения от неожиданного выхода на проезд устанавливаются барьеры перед рабочей зоной.
- 2. **Вдоль проезда тыльной стороной к нему.** Так обычно располагается оборудование в длинном и узком цехе. Достоинство такого расположения – защита от транспортного потока. Недостаток – затрудненность подъезда к площадкам заготовок и деталей. Оборудование таким образом устанавливается редко. Предпочтение такой планировке отдаётся при наличии конвейера сзади оператора.
- 3. **Поперек проезда «в затылок» друг другу.** Чаще всего оборудование располагается именно таким образом, что позволяет уменьшить длину участка или цеха. При использовании конвейера для удаления стружки канал для транспортирования стружки проходит под станком параллельно проезду. Поддон станка устанавливается наклонно, чтобы случайно упавший инструмент или деталь некоторое время удерживался на нем и не попадал сразу в канал, откуда достать его практически невозможно. Для предохранения впереди стоящего оператора от стружки с тыльной стороны станка устанавливается экран (чаще всего из мелкой металлической сетки). Площадки заготовок и деталей располагаются у проезда.
- 4. **Поперек проезда фронтальными сторонами друг другу.** Чаще всего оборудование располагается таким образом в случае, если эти два станка используются для последовательной обработки одной и той же детали. Достоинство такого расположения – наибольшая компактность планировки, легкость перехода на многостаночное обслуживание (при обслуживании **только двух станков**). Таким образом желательно располагать фрезерные и шлифовальные станки, у которых обычно основное время достаточно большое для перехода на многостаночное обслуживание, а также токарные полуавтоматы. К недостатку фронтального расположения можно отнести требование психологической совместимости между рабочими этих двух станков, т.к. они могут мешать друг другу.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА *(продолжение)*

- *5. Под углом к проезду фронтальными или тыльными сторонами.* Имеет достоинства поперечного расположения при достаточной защищенности впереди расположенного рабочего. Такое расположение характерно для единичного и мелкосерийного производства при недостаточной для поперечного расположения ширине помещения, при размещении прутковых полуавтоматов или автоматов для облегчения загрузки длинных прутков.
- *6. По кольцевой схеме.* Характерно для многостаночного обслуживания – находящийся в середине оператор легко отслеживает работу всех станков, быстро может подойти к любому из них. Количество станков обычно не более 5. При больших габаритах оборудование располагается не по кольцевой схеме, а под углом к проезду (более компактное расположение).
- *7. В шахматном порядке.* Так обычно располагается оборудование при соседстве крупных и мелких станков, т.к. позволяет более компактно разместить оборудование при большой ширине цеха. Недостаток такого расположения – ухудшение эстетического вида в связи с кажущейся хаотичностью, затрудненность подъезда к площадкам заготовок и деталей.
- **Возможность организации многостаночного обслуживания на универсальных станках определяется по основному времени наиболее продолжительного перехода. Если время обработки при механической подаче более 1 минуты, то после включения подачи на одном станке оператор успеет снять уже обработанную заготовку с соседнего станка, установить новую заготовку, переместить инструмент в требуемое положение и включить механическую подачу, после чего переключит своё внимание на первый станок.**
- При организации многостаночного обслуживания на каждом станке необходимо **устройство для автоматического отключения подачи после обработки на данном переходе, т.е. при достижении инструментом требуемого положения. На токарных универсальных станках устанавливается конечный выключатель, контролирующий продольное перемещение суппорта, на фрезерных станках настраивается положение переставных упоров, отключающих продольную или поперечную подачу**

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА *(продолжение)*

- Если количество **переходов** в выполняемой операции более двух и длительность остальных переходов (менее продолжительных) **небольшая (менее 20 секунд)**, то организация многостаночного обслуживания на универсальных станках **приведёт к простоям оборудования и увеличению вероятности аварии.**
- При **зубообработке венцов** зубчатых колёс имеется лишь один основной переход и время обработки очень большое: от нескольких минут **до нескольких часов.** В этом случае один оператор работает **на четырёх – шести станках.**
- **При работе на станках с ЧПУ, полуавтоматических, автоматических, электроэрозионных и т.п. станках** рассчитывается количество обслуживаемых станков таким образом, чтобы напряжённость труда оператора не привела его к нервному срыву, аварии или простоям оборудования, обычно же **обслуживается 4-6 станков в среднесерийном производстве. В единичном производстве обслуживается не более двух станков.**
- В цехе оборудование может быть сгруппировано двумя методами:
- 1. *По ходу выполнения техпроцесса.* Характерно для массового, крупносерийного и среднесерийного производства. При мелкосерийном производстве такое размещение применяется при обработке по групповой технологии или обработке большой номенклатуры схожих деталей.
- 2. *По группам технологического сходства* (токарные станки, фрезерные, шлифовальные и т.п.). Применяется в единичном и мелкосерийном производстве для облегчения обслуживания станков наладчиками и организации отслеживания обработки партии деталей.

Если обработка деталей и сборка из них изделия осуществляется в одном здании, то линии сборки и механической обработки должны быть увязаны (например, с участков обработки детали №1 и №2 детали должны сразу же попадать на позицию №1 сборки, с участка №3 – на позицию №2 сборки и т.д.).

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

- Для определения производственной площади необходимо рассчитать потребное количество станков.
- **Производственная площадь** – это участок цеха, на котором осуществляется непосредственное выполнение техпроцесса по выпуску основной продукции. В эту площадь входит:
 1. Место непосредственно для станка со стойками управления и силовыми шкафами.
 2. Место для размещения тумбочек для режущего и измерительного инструмента.
 3. Место для размещения стола или тумбочки для контроля (если это предусмотрено по виду работ).
 4. Место для площадок заготовок и деталей.
 5. Место для размещения средств напольного транспорта.
 6. Место для прохода и проезда между станками (кроме магистральных).
 7. Место для размещения других материально-технических средств, необходимых для выполнения техпроцесса.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО РАБОЧЕГО МЕСТА (продолжение)

Общая производственная площадь

$$S = \sum_{i=1}^n C_{\text{пр.}i} \cdot f_i$$

где S – общая производственная площадь, м²; $C_{\text{пр.}i}$ – принятое количество станков данной модели или типа; n – число используемых в основном производстве моделей или типов станков; f_i – удельная производственная площадь, м²/станок.

Удельная площадь зависит от конкретной модели станка. Для укрупненных расчетов используются следующие данные:

- для мелких станков $f = 7 \dots 10$ м²/станок;
- для средних станков $f = 10 \dots 20$ м²/станок;
- для крупных станков $f = 20 \dots 60$ м²/станок;
- для особо крупных станков $f = 60 \dots 170$ м²/станок.

Для мелкосерийного производства и малого цеха принимаются большие цифры, для крупносерийного производства и крупного цеха – меньшие цифры; т.к. производство отлажено, вероятность перепланировки оборудования низка, выше ценится каждый квадратный метр площади, получается больше доля для площадки заготовок. Расчет по удельной площади может привести к большим ошибкам, поэтому необходима корректировка в процессе выполнения планировки.

15. МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ

Для расчета количества работающих используются различные методы.

1. Расчет производственных рабочих.

- **По трудоемкости работ:**

$$R = T / (F_{др} \cdot K_M), \quad (15.1)$$

где R – количество рабочих; T – трудоемкость соответствующего вида работ (токарных, фрезерных и т.д.); $F_{др}$ – действительный фонд времени работы рабочих; K_M – коэффициент многостаночного обслуживания (применяется только при наличии многостаночного обслуживания). Для укрупненных расчетов $K_M=1,1 \dots 1,35$ для мелкосерийного производства; $K_M=1,3 \dots 1,5$ для среднесерийного производства; $K_M=1,9 \dots 2,2$ для массового производства. Этот коэффициент может применяться для типов станков: $K_M=1$ – для универсальных станков; $K_M=3 \dots 8$ – для прутковых токарно-револьверных автоматов; $K_M=2 \dots 4$ – для зубообрабатывающих полуавтоматов; $K_M=2 \dots 3$ – для станков с ЧПУ.

- **По рабочим местам.** Делается планировка, а затем по рабочим местам расставляются операторы и подсчитывается их потребное количество с учетом сменности и отпусков. Для поточного производства расчет рабочих ведется только этим методом.

- **По технико-экономическим показателям, или удельной производительности:**

$$R = N / q, \quad (15.2)$$

где R – количество рабочих; N – программа выпуска (штук или кг);
 q – удельная производительность (шт./1 рабочего или кг/1 рабочего).

- **По процентному соотношению к другим категориям рабочих.** Например, фрезерных работ 5 % от токарных работ, а токарей требуется 100 человек, тогда фрезеровщиков потребуется 5 человек.

2. Расчет количества вспомогательных рабочих:

- **По трудоемкости работ:** $R = T / F_{др}$, где T – годовая трудоемкость работ (заточки, контроля и т.п.).
- **По рабочим местам.**
- **По нормам обслуживания.** Для обслуживания токарных станков требуется один наладчик на 11...18 станков; для шлифовальных – один наладчик на 8...18 станков; токарных с ЧПУ – один наладчик на 4...10 станков; сверлильных и фрезерных с ЧПУ – один наладчик на 8...16 станков и т.п.
- **По процентному соотношению к другим категориям рабочих.** Для единичного производства требуется вспомогательных рабочих 10...18 % от количества производственных, для серийного – 18...25 %, для массового – 25...50 %. При **единичном производстве требуется меньше наладчиков**, т.к. рабочие-универсалы имеют достаточно высокую квалификацию и могут самостоятельно настроить станок. При массовом производстве требуется больше наладчиков, т.к. операторы, как правило, имеют низкую квалификацию (не требуется высокая, применяется узкая специализация); требуется больше контролеров (100% контроль), заточников и т.д.

3. Расчет потребного количества служащих. К служащим относятся инженерно-технические работники (ИТР) и счетно-конторский персонал (СКП). К ИТР относятся начальник цеха и его заместители, начальники отделов, лабораторий и участков, мастера, технологи, конструкторы, техники, нормировщики, экономисты, механик и электрик (энергетик) цеха (начальники). К СКП относятся бухгалтеры, кассиры, секретари, учетчики, заведующие складами и кладовых.

- **Расчет по схеме управления и нормам обслуживания.**
- **По данным передовых предприятий.** Этот метод может давать большую ошибку.
- **По процентному соотношению к количеству производственных рабочих.** Например, в единичном производстве ИТР составляют от 18 до 24 % от количества производственных рабочих, в массовом – от 15 до 20 %. СКП требуется в среднем около 5 %. Для крупных цехов (более 200 рабочих) процентное соотношение меньше, для мелких – больше (например, при 50 рабочих все равно требуется начальник цеха, мастер, технолог и т.д.). Для единичного производства иногда требуется ИТР больше, чем рабочих. Например, для загрузки высокопроизводительного станка с ЧПУ требуется несколько программистов при малых программах деталей, а оператор один обслуживает несколько станков.
- **4. Расчет младшего обслуживающего персонала (МОП)** производится по нормам обслуживания (одна уборщица на 500 м² площади) или по процентному соотношению (гардеробщицы составляют 2...3 % от числа работающих).

16. Проектирование вспомогательной системы

Вспомогательная система предназначена для обеспечения бесперебойной работы основного производства. Вспомогательная система состоит из **семи служб**: складской, транспортной, инструментальной, ремонта и технического обслуживания, контроля качества, охраны труда и бытового обслуживания, управления и подготовки производства.

1. Складская служба

Складская служба предназначена для накопления, хранения и преобразования (комплектования) грузопотока.

А) По назначению склады делятся:

1. Склады заготовок. В крупных цехах они, в свою очередь, могут разделяться на *склады материалов* (прокат, листы и т. п.), *заготовок* (литые, штампованные или предварительно начерно обработанные или отрезанные в другом цехе или участке), *полуфабрикатов* (покупаемые со стороны, предварительно обработанные).

В составе машиностроительного завода предусматривают **централизованный склад металла с заготовительным цехом** либо склады металла при механических цехах с заготовительным участком для резки проката. Склады проката создают также при автоматных цехах (где используются прутковые токарные полуавтоматы). Для **размещения металлопроката** используют **специальные стеллажи**, конструкция которых определяется видом подъемно-транспортных средств, используемых на складе. Большую вместимость имеют склады с консольными стеллажами, однако для их обслуживания необходимы стеллажные краны-штабелеры либо **специальные погрузчики с боковым выдвижным грузозахватом**, мостовые краны-штабелеры. В первом случае обеспечиваются наибольшая производительность складирования и высокий уровень автоматизации при использовании программно-управляемых штабелеров.

- 2. Склады вспомогательных материалов.** Предназначены для хранения **смазочных материалов** (масел различных марок), **смазочно-охлаждающих жидкостей** (СОЖ) и их концентратов, **промывочных жидкостей** (керосина, солярки, бензина и т. п.), **обтирочных материалов** (ветоши, тряпок и т. п.), **уборочных** (опилок для уборки пролитого на пол масла). Иногда такие склады называют **склады ГСМ** (**горюче-смазочных материалов**). В небольших цехах склады вспомогательных материалов размещаются **в складах заготовок в отдельно отгороженном помещении из негорючего материала и с железной дверью**. Особое внимание уделяется хорошей **вытяжной вентиляции** и оборудованию **активной пожарной сигнализации**, реагирующей на дым и повышение температуры. ГСМ хранятся в герметично закрытых емкостях (чаще всего в металлических бочках) **в небольших объемах**. **Основные запасы** хранятся на заводском складе или **снаружи здания, огороженные решеткой, под навесом или в пристраиваемом помещении**. При хранении в здании склад вспомогательных материалов располагается **в начале цеха**, чтобы избежать перевозки пожароопасного груза по всему цеху. **Двери склада вспомогательных материалов не должны выходить на вход, выход и магистральный проезд**, иначе при пожаре образовавшийся факел отсечет пути эвакуации.
- 3. Склады межоперационного хранения (промежуточные).** Предназначены для хранения заготовок между операциями при пролеживании более одних суток. Располагаются вдоль стен вблизи рабочих мест, где заготовки обрабатывались или будут обрабатываться. Иногда (при недорогих заготовках) эти склады представлены в виде **площадок межоперационного хранения** на территории цеха.

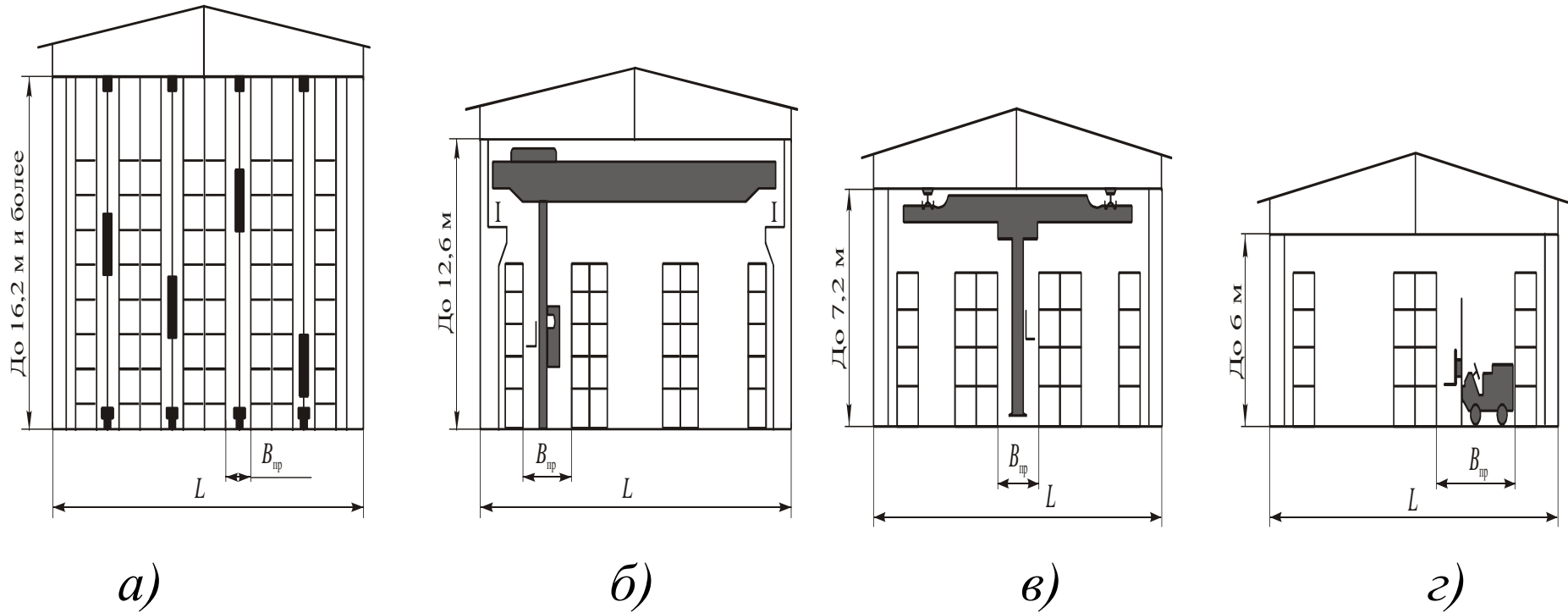
4. **Склады готовых деталей.** Предназначены для хранения готовых деталей после обработки или перед сборкой.
5. **Склады готовых изделий.** Предназначены для хранения готовых изделий после сборки перед отправкой на центральный заводской склад.
6. **Склады технологической оснастки и инструмента.** Эти склады обычно относятся к инструментальной службе.

Б) по способу (виду) складирования (на стеллажах или штабелями).

1. **Штабельные.** Поддоны с деталями устанавливаются друг на друга (до 5-и поддонов). Этот вид складирования позволяет сэкономить место, но не позволяет быстро взять нижние поддоны (требуется перегрузка), поэтому в штабеле должны быть поддоны с одинаковыми деталями. **Штабелями хранят крупные и тяжелые отливки, сварные конструкции**, а также в небольших складах заготовки одинаковой номенклатуры. Укладку поддонов в штабель осуществляют **напольными электропогрузчиками**, высокая маневренность и высота подъема вильчатого захвата которых обеспечивают укладку до **пяти ярусов поддонов** с заготовками в штабеле. Это очень экономичный вид складирования заготовок для небольших цехов

2. **Стеллажные.** Хранение деталей (контейнеров) осуществляется на стеллажах, что экономит место и позволяет быстро взять любую деталь или контейнер. При тяжелых грузах (весом более 25 кг) требуется применять электротельферы или погрузчики (при весе более 100 кг). Стеллажные склады различаются **по высоте хранения груза**: а) малой высоты (до 5 м, однако оптимальная высота хранения – до **3,5 м**); б) средней высоты (от 5 до 8 м); большой высоты (от 8 до 12,5 м).

Проектирование вспомогательной системы. Складская служба (продолжение)



Схемы стеллажных складов при обслуживании:

а) - стеллажным краном-штабелером;

б) - мостовым краном-штабелером с управлением из кабины;

в) - подвесным краном-штабелером при обслуживании с пола или пульта;

г) - электропогрузчиком

Проектирование вспомогательной системы. Складская служба (продолжение)

Склады **стеллажной** конструкции более вместительны, занимают меньшую площадь, дают возможность автоматизировать складские работы. К тому же высокая устойчивость конструкций обеспечивает безопасность работы. Особенно эффективны склады стеллажной конструкции при большой номенклатуре заготовок или полуфабрикатов. При этом для груза каждого наименования отводится своя зона хранения, что обеспечивает порядок и четкую организацию складских работ.

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

Для средних и крупных цехов, особенно при большой номенклатуре заготовок, целесообразно хранение заготовок *в таре на стеллажах*. **Бесполочные** стеллажи имеют конструкцию направляющих, **соответствующую применяемой таре**, а в стеллажах **каркасного типа** в каждой ячейке на полке может быть размещено **несколько поддонов**.

При использовании напольных электропогрузчиков и электро-штабелёров **ширина** проезда между рядами стеллажей составляет **2310...3230 мм**, в зависимости от модели и грузоподъемности **штабелёра фронтальной погрузки**, и **1700 мм** – **при наличии трехсторонней грузовой платформы**. Высота, на которую поднимается груз, составляет **3000...5600 мм**, **грузоподъемность** обычно от **500 до 1000 кг**. С увеличением грузоподъемности увеличиваются и размеры погрузчика, что приводит к уменьшению маневренности.

Проектирование вспомогательной системы. Складская служба (продолжение)

3. Конвейерные. Грузы в таре подвешиваются к *подвесному конвейеру* (обычно замкнутому в цепь), и включение его приводит к перемещению контейнеров к кладовщику. Таких конвейеров может быть несколько: под разные группы деталей. Достоинство таких складов – кладовщику не требуется ходить по складу, выбирая детали; к тому же требуется лишь один поворотный кран в месте подхода конвейеров для подъема тяжелых деталей или контейнеров.

В) По уровню механизации склады различают:

1. Немеханизированные.

2. Механизированные (используются механические устройства с ручным управлением: шарнирно-балансирные механизмы, электротельферы, кран-балки, поворотные краны и т. п.).

3. Высокомеханизированные (используются мостовые краны, погрузчики, стеллажные погрузчики и т. п.).

4. Автоматизированные (с предварительным набором требуемого ассортимента и количества на компьютере, а автоматический штабельный погрузчик снимает со стеллажей заданные детали). Используются крайне редко на центральных заводских складах и только на передовых предприятиях.

5. Автоматические (требуемый ассортимент и количество определяется компьютером по заданной программе в соответствии с используемым техпроцессом. Предназначены для работы по безлюдной технологии).

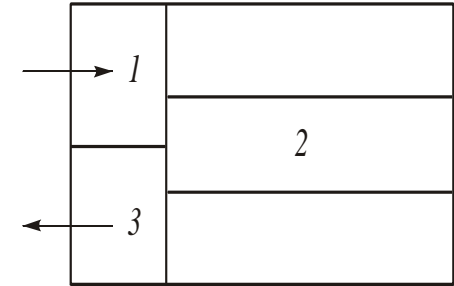
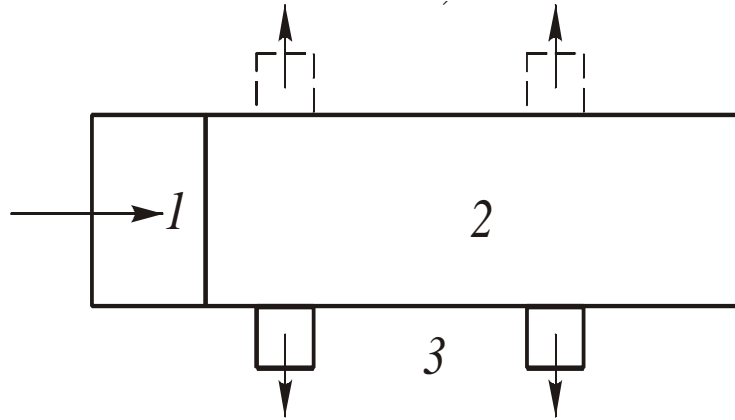
Г) По технологии работ склады подразделяются:

1. На склады хранения.

2. Комплектовочные склады (в один или несколько контейнеров собирается сборочный комплект для работы сборочной бригады). Создаются в сборочном цехе.

Проектирование вспомогательной системы. Складская служба (продолжение)

Д) По виду компоновки – тупиковые (обычно склады хранения) и продольно-поперечные (чаще всего комплектовочные).



Складская служба должна хорошо **состыковываться с транспортной:**

1. Должна использоваться **унифицированная тара** (чтобы не перекладывать груз после транспортировки из одного типа контейнеров в другой для складирования).
2. Должна быть **отработана форма погрузки** и транспортировки.
3. Должна быть **оптимальная схема размещения складов** по отношению к производственным участкам и транспортной системе. Для этого могут быть использованы склады не с тупиковой, а с продольно-поперечной схемой работы.
4. В зоне приема и выдачи грузов на складах должны быть дополнительные **перегрузочные устройства с внешнего транспорта** на устройства складской системы, должны быть размещены **накопительные устройства**. За время нахождения заготовок и полуфабрикатов в накопительных устройствах также выполняют операции контроля, пересчета, сортировки и комплектации партий для обработки или укладку на специальную технологическую тару или спутники.

Транспортная служба

А) По назначению:

1. **Межцеховая** (грузовые автомобили, электрокары, вилочные автопогрузчики и электропогрузчики, железнодорожные платформы).
2. **Внутрицеховая** (электрокары, вилочные электропогрузчики, кран-балки, тележки ручные, мостовые краны, железнодорожные платформы).
3. **Межоперационная** (тележки ручные, электрокары, вилочные электропогрузчики, поворотные краны, кран-балки, мостовые краны). В **поточном производстве** – конвейеры, склизы, приемопередаточные столы, рольганги).

Б) По способу загрузки – в таре и без тары. Без тары транспортируются тяжелые и крупногабаритные детали (весом более 100 кг), хотя и они могут складываться в большой контейнер. Предпочтение отдается загрузке в тару. Если детали мелкие, то вес контейнера с деталями должен быть не более 16 кг. Такая тара достаточно удобна для подъема **вручную**, она не слишком громоздка, из нее **легко можно достать деталь**. Если детали достаточно крупные и тяжелые, то размеры тары определяются, исходя из легкости доставания деталей (глубина тары не более 600 мм, ширина не более 1000 мм), а вес будет определяться грузоподъемностью подъемного устройства (обычно от 200 до 500 кг).

В таре детали **лучше** располагать **ориентированно**, а не *навалом*, т. к. меньше вероятность повреждения.

Крупногабаритные детали также могут транспортироваться **на поддонах с деревянными ложементами**, для шлифованных деталей ложементы могут покрываться плотной **тканью**.

Сложные корпусные детали могут транспортироваться прямо **со спутниками**, позволяющими сохранить постоянство баз при обработке.

В) По схеме движения транспортные системы подразделяются на **линейные** (склизы, приемопередаточные столы и т. п.) и **замкнутые** (конвейеры), а также **ветвящиеся** и **неветвящиеся**.

Г) По уровню расположения рабочей ветви транспортные системы подразделяются на **напольные** (электрокары, тележки ручные, напольные конвейеры для тяжелых и крупногабаритных деталей и изделий), **эстакадные** (на уровне пояса) и **подвесные** (транспортная ветвь конвейера располагается выше роста человека, а к ней подвешивается заготовка на уровне головы). Эстакадные более удобны для снятия заготовки, но затрудняют перемещение по цеху. Подвесные меньше загромождают помещение, но имеют повышенную шумность из-за цепной передачи.

Конвейеры применяются при поточном производстве и подразделяются на **шаговые, прерывистые и постоянные**.

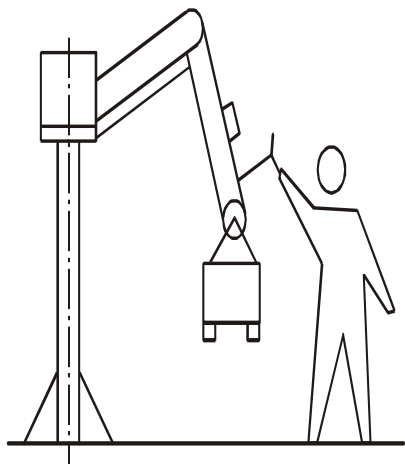
По возможности необходимо **сокращать объем грузопотока**. Для этого:

- 1) механообрабатывающие участки должны **примыкать к сборочному цеху** в порядке востребования деталей по номенклатуре;
- 2) **склады заготовок и полуфабрикатов** должны быть расположены в **механообрабатывающих корпусах**, которые должны располагаться **рядом со сборочным цехом**;
- 3) необходимо перемещать **грузы в таре**, оптимальной по вместительности;
- 4) необходимо **сокращать число перевалок** (например, пустые контейнеры стоят на ручной тележке и после их заполнения тележка перевозится в нужное место без дополнительной перегрузки);
- 5) размещать **оборудование по ходу техпроцесса**;

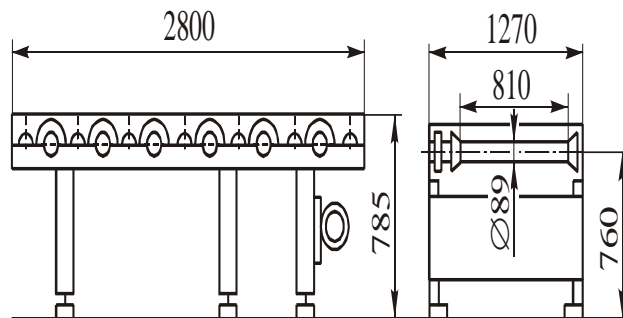
Проектирование вспомогательной системы. Транспортная служба (продолжение)

- 6) при возможности использовать **короткие цепи**: приемопередаточные столы, склизы (наклонные лотки), рольганги (стол с валиками на подшипниках);
- 7) использовать **механизацию разгрузочно-погрузочных работ** (электрокары с манипулятором, вилочные электропогрузчики, тележки с механизированным подъемом, поворотные краны, шарнирно-балансирные механизмы, мостовые краны);
- 8) **сокращать вертикальное перемещение грузов** (использовать перемещаемые тележки с контейнерами, загрузку с пандуса, расположенного на уровне платформы транспортного средства и т. п.);
- 9) **уменьшать число разветвлений** и пересечений транспортной системы.

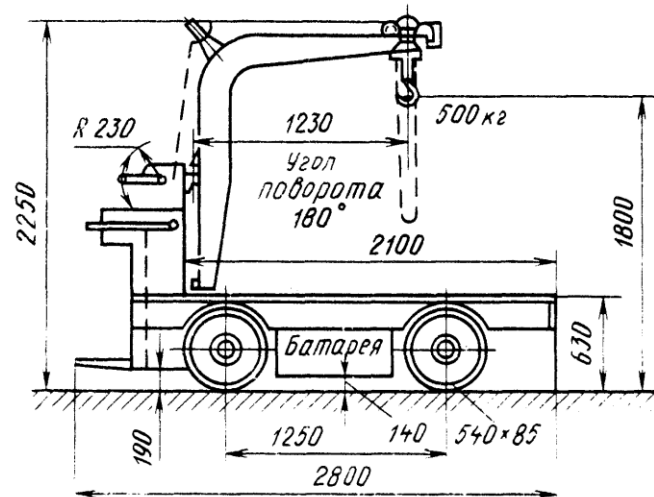
Электрические **мостовые краны** применяют **только** при перемещении особо тяжелых изделий. Их использование требует здание большой высоты, штат крановщиков, требуется много времени для перемещения заготовки, приходится затрачивать дополнительное время на ожидание крана. Примерное время установки и съема изделий массой до 150 кг составляет, при использовании мостового электрического крана (включая время на вызов его к месту работы), 3...5 мин; подвесного крана – 0,5 мин.



шарнирно-балансирный механизм

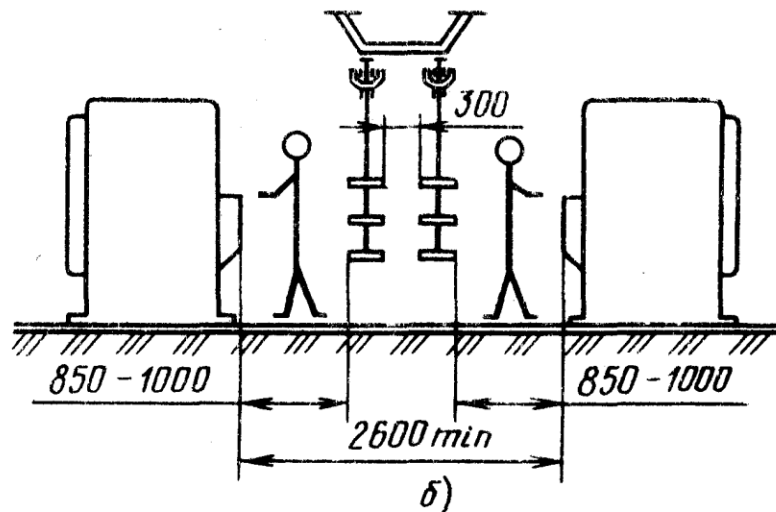
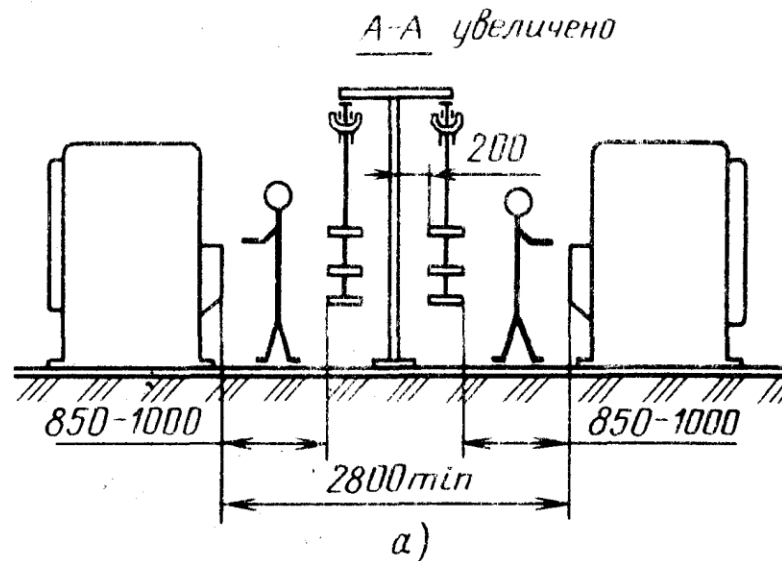
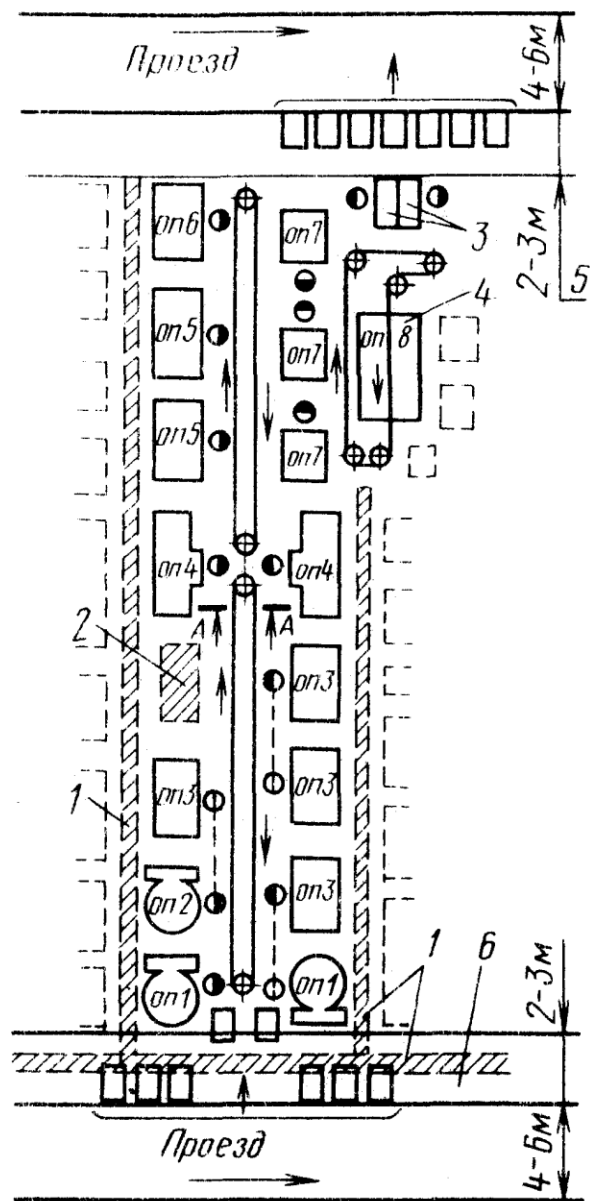


рольганг



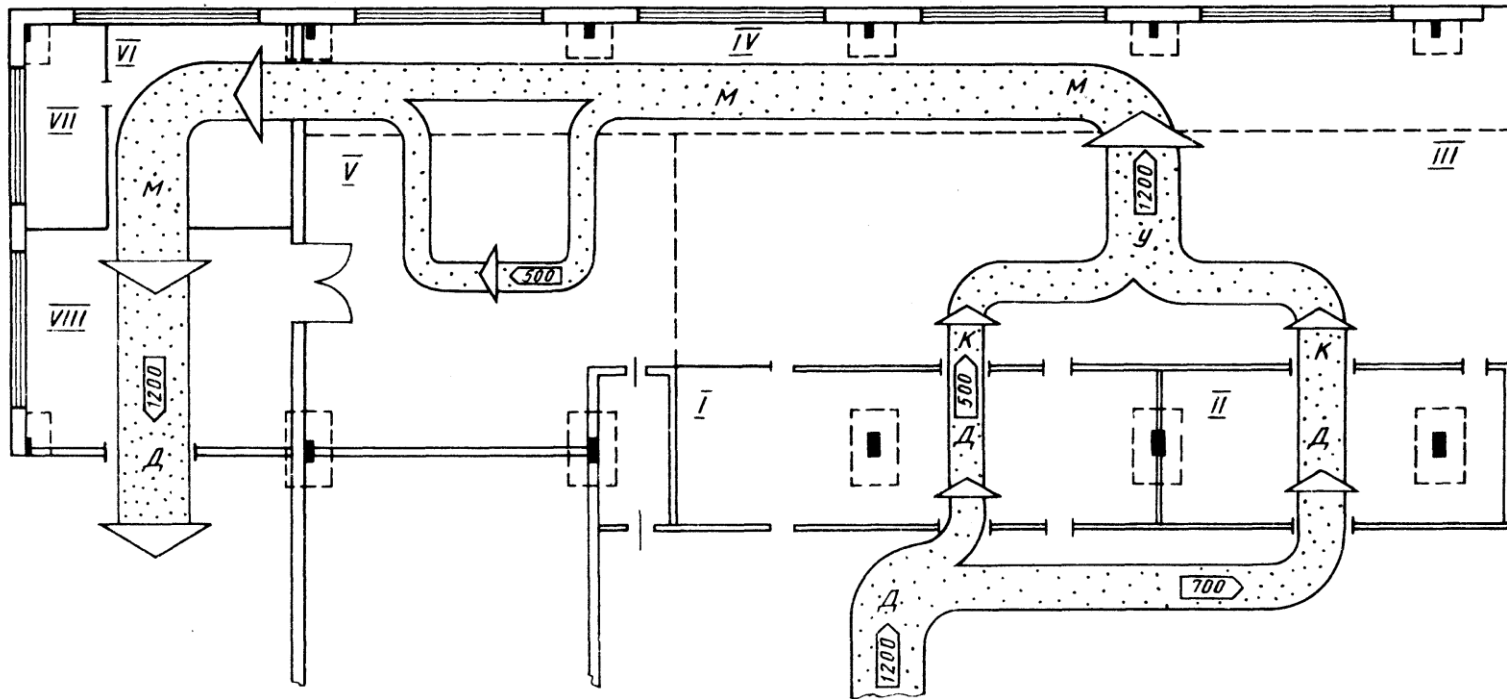
электрокар с манипулятором

Проектирование вспомогательной системы. Транспортная служба (продолжение)



Проектирование вспомогательной системы. Транспортная служба (продолжение)

На полу цеха наносятся **сплошные полосы желтого цвета**, обозначающие участки с активным транспортным движением, устанавливаются **барьеры**, препятствующие неожиданному выходу людей на проезд, вывешиваются предупреждающие таблички, **обозначаются переходы**. Скорость напольного транспорта должна быть меньше 80 м/мин, а подвесного – меньше 50 м/мин из-за инерционности. При проектировании и расчете транспортной службы на компоновку цеха наносятся **стрелки, ширина которых пропорциональна объему грузопотоков**, указывается их объем (штук в смену, т/смену).



I — склад готовых деталей; *II* — участок окраски корпусных деталей; *III* — участок сборки узлов и комплектов; *IV* — участок монтажа машин; *V* — участок испытания и отладки машин; *VI* — участок окраски и отладки машин; *VII* — краскоприготовительный участок; *VIII* — участок комплектования и упаковки; **грузопотоки:** Д — отдельных деталей; У - собранных узлов; К — собранных комплектов; М — собранных машин

Инструментальная служба

Инструментальная служба предназначена для **обеспечения инструментами** и для **контроля их правильной эксплуатации**.

Функции инструментальной службы:

- 1) организация транспортирования инструментов;
- 2) хранение инструмента и составных элементов на складах;
- 3) настройка сложных инструментов на требуемый размер (резцов в блоках для станков с ЧПУ, расточных многорезцовых блоков, комплекта фрез на оправке);
- 4) замена неперетачиваемых многогранных пластин на сложных инструментах;
- 5) восстановление инструментов путем перепайки напайных пластин;
- 6) очистка и заточка инструмента;
- 7) сборка и демонтаж инструмента;
- 8) контроль состояния режущих кромок инструмента;
- 9) проверка абразивных кругов и их балансировка.

Структура инструментальной службы:

- 1) инструментально-раздаточные кладовые (ИРК) и заводской инструментальный склад;
- 2) инструментальный цех;
- 3) заточные отделения и участки (при централизованной заточке для крупных цехов);
- 4) мастерские по ремонту оснастки и режущих инструментов;
- 5) участки сборки и настройки;
- 6) участок для напайки режущих пластин (на установках ТВЧ);
- 7) участок по нанесению покрытий на режущие инструменты;
- 8) контрольно-поверочные пункты.

Проектирование вспомогательной системы. Инструментальная служба (продолжение)

Стандартные режущие инструменты покупаются или заказываются на инструментальных заводах, специальные инструменты изготавливаются в инструментальном цехе или заказываются на инструментальных и других предприятиях.

Инструментальный цех, как правило, имеет наиболее точное универсальное и специальное оборудование (координатно-расточные станки, горизонтально-расточные с копировальными приспособлениями, вакуумные камеры для нитроцементации, установки для нанесения износостойких покрытий, установки ТВЧ для напайки твердосплавных пластин и т. п.), наиболее высокую квалификацию рабочих. На крупных предприятиях инструментальный цех имеет свой термический участок. Состояние инструментального цеха определяет способность предприятия к выпуску новой и сложной продукции.

Способы организации замены режущих инструментов:

- 1) **по отказам**, когда после наступления предельно допустимого износа инструмент заменяется. Критериями предельного износа могут быть: а) ширина фаски износа по задней поверхности (при обработке стали – не более 0,25 мм для получистовой обработки и не более 0,75 мм для черновой обработки); б) ухудшение шероховатости обработанной поверхности; в) быстрое изменение настроенного размера (размер «не держится»); г) появление свиста или вибрации; д) появление синей стружки для быстрорежущего инструмента и красной – для твердосплавного и т. д.
- 2) **смешанная замена**, или *принудительная*, когда через определенное время, равное стойкости инструмента, тот заменяется независимо от степени его износа. Эта форма замены применяется для **поточного производства и для автоматических линий**, причем режимы резания обычно подбирают такие, чтобы **стойкость была равна или кратна продолжительности рабочей смены**. Если инструмент изнашивается до намеченного срока, то он немедленно заменяется.

Для бесперебойной работы производства создается **страховой запас** инструментов.

Для этого составляется карта использования инструментов по техпроцессам всех деталей, обрабатываемых в цехе в ближайшие периоды (обычно на смену, сутки, месяц и три месяца), инструменты разбиваются на **группы стойкости и наибольшего использования**. Страховой запас определяется с помощью табличных данных по минимальному оборотному фонду.

На стеллажах наиболее часто используемый **мелкий инструмент** хранится на полках **на уровне от пояса человека до его плеч** по видам в порядке увеличения размера, создаются **комплекты инструментов** (например, метчики и сверла под этот размер). Редко используемые легкие инструменты хранятся на стеллажах на высоте более 2,5 метров, тяжелые приспособления и инструменты – на нижних полках. Все ячейки и **ящики подписываются**, ведется **книга учета инструментов**, заблаговременно заказываются и покупаются необходимые по техпроцессу инструменты. **Удельная площадь** для инструментальной кладовой зависит от типа производства:

- 1) при единичном производстве – 0,7...1,2 м²/станок;
- 2) при мелкосерийном производстве – 0,6 ...1,0 м²/станок;
- 3) при среднесерийном производстве – 0,5 ...0,8 м²/станок;
- 4) при крупносерийном производстве – 0,4 ...0,6 м²/станок;
- 5) при массовом производстве – 0,3 ...0,4 м²/станок.

Удельная площадь увеличивается при хранении в инструментальной кладовой, кроме **режущих инструментов, ещё и приспособлений**. В инструментальной кладовой часто хранятся и **измерительные инструменты** и калибры, для чего выделяется **дополнительная площадь 0,1 м²/станок**.

Проектирование вспомогательной системы. Инструментальная служба (продолжение)

Особое значение имеет наличие **мерного режущего инструмента** (сверл, зенкеров, разверток, метчиков и плашек и т. п.) нужной номенклатуры. Отсутствие хотя бы одного требуемого размера приведет к остановке производства. Кроме режущего инструмента, необходимо иметь в наличии большое количество разнообразной **технологической оснастки** и приспособлений: переходные втулки к сверлильным и токарным станкам под конические хвостовики (с конусами Морзе с №1 на №2, №2-3 и т. д.), переходные втулки к фрезерным станкам, штревели (тяги) для крепления фрез, цанговые патроны с наборами цанг, разжимные оправки под отверстия различного диаметра, токарные патроны самоцентрирующие и с независимым перемещением кулачков и т. п.

Кладовая абразивных инструментов создаётся при наличии в цехе **шлифовальных, отрезных, заточных или полировальных станков**. Площадь кладовой определяют из расчета 0,4...0,5 м² на один из перечисленных станков для поточного и 0,5...0,8 м² для непоточного производства. Принимают одного кладовщика на 30...40 единиц оборудования. В кладовой абразивные инструменты должны храниться в вертикальном положении и предварительно должны быть испытаны на разрыв.

В цехе часто имеется **заточное отделение**, которое располагается у стены, вблизи участков токарных и сверлильных станков. От основного помещения заточное отделение отгораживается перегородкой для **уменьшения шума и запыленности** абразивной пылью, делается мощная **вытяжная вентиляция**. В заточном отделении устанавливаются **наждачные станки** с крупным и мелким зерном, и с зелеными кругами для заточки твердосплавных инструментов, и с белыми (красными) – для заточки быстрорежущих, прочих инструментальных и конструкционных сталей. **За состоянием кругов следит заточник** или мастер, или кто-то из рабочих (по совместительству). **Круги периодически правятся** шарошками, регулируется положение подручника, заменяются круги на новые после существенного износа старых.

Для **настройки инструментов с регулируемым креплением** создаются участки, оборудованные индикаторами со стойками, инструментальными микроскопами, проекторами и т. п. Удельная площадь для участков ремонта и настройки инструментов обычно принимается 10 м²/станок.

Исходными данными для проектирования инструментальной службы являются **технологические процессы** (для мелкосерийного производства – на комплексную деталь) с учётом годовой программы выпуска всех изделий.

Из **технологических переходов** определяются **наименования режущих и измерительных инструментов**, режимы резания, основное время, рассчитывается время непрерывной работы **данного инструмента в течение одной смены** и **количество обрабатываемых заготовок в смену** (по штучно-калькуляционному времени).

Зная **стойкость**, рассчитывается **необходимое количество каждого наименования инструмента** на одну смену. В кладовой обычно создаётся запас для работы в течении недели (с учётом количества смен) даже без переточки и при отсутствии поступления новых инструментов.

Проектирование вспомогательной системы. Служба ремонта и технического обслуживания

Служба ремонта и технического обслуживания предназначена для обслуживания оборудования основного и вспомогательного производства, подъемно-транспортного оборудования, системы удаления и дробления стружки, централизованной подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), систем подачи сжатого воздуха и электроэнергии, электронных систем, печей и т. п.

В цехе **механик цеха** руководит **слесарями**, в небольших цехах, когда по штату нет энергетика цеха, осуществляет оперативное руководство **электриками**, хотя в этом случае они подчиняются непосредственно **главному энергетнику**.

На предприятии имеется **ремонтно-механический цех (РМЦ)** с точным оборудованием, позволяющим выполнять обработку направляющих станков, коробок скоростей и т.п., **крупно-габаритных приспособлений**, выполнять **модернизацию** станков. Станочники имеют высокую квалификацию. В РМЦ имеется развитый **сварочный участок** для резки металлических плит и для сварки корпусных деталей, большой **склад материалов** (листов и прутков), **гильотины** для их резки.

В РМЦ имеется **участок по капитальному ремонту электрооборудования**. На крупных предприятиях он выделяется в **энергоцех**. Там же предусмотрены бригады электриков, выезжающих на участки по заявкам.

В **основе работы** службы ремонта и технического обслуживания лежит **планово-предупредительный ремонт**, для чего **механик цеха** составляет график осмотров и плановых ремонтов оборудования. На каждый станок заводится **карточка учета**, в которой записывается дата выпуска оборудования, дата поступления на предприятие и его состояние, **график планово-предупредительных осмотров и ремонтов** в соответствии с категорией ремонтной сложности оборудования (например, станок 1К62 имеет 11-ю категорию). Для каждой группы предусмотрена своя структура и сроки (например, О-О-Т-О-С-....-О-К, где О - осмотр, Т – текущий ремонт, С – средний ремонт, К – капитальный ремонт). В карточке станка отмечаются все осмотры и ремонты, характер поломок, наименование деталей предупредительной и аварийной замены.

При осмотре производится регулировка, смазка, замена изношенных деталей, если это не требует длительной остановки оборудования. Если замена при осмотре невозможна, то в карточке станка делается соответствующая запись для замены во время ближайшего ремонта. При текущем (мелком) и **среднем ремонте** станок выводится из производственного процесса на несколько дней, поэтому это должно быть **согласовано с мастером** и начальником цеха. При **капитальном ремонте** станок выводится из производственного процесса на длительное время и даже может быть **вывезен в РМЦ** (для шлифовки направляющих, модернизации и т. п.).

Трудоёмкость всех видов ремонтных работ определяется по **ремонтной сложности** работ. Трудоёмкость одной единицы ремонтной сложности (К) принята равной 1/11 части трудоёмкости ремонта токарно-винторезного станка 1К62, взятого за эталон и отнесенного к 11 категории сложности, т. е. для станка **1К62 К=11**. Для механической части **этого станка** трудоёмкость капитального ремонта принята равной 50 ч. Для электрической части – 12,5 ч.

Расчет числа станков службы ремонта, числа станочников и слесарей ремонтников ведется так же, как и для механических участков и цехов, исходя из общей трудоёмкости, определяемой по нормативам времени на каждую единицу ремонтной сложности.

Трудоёмкость годового объема ремонта всех станков цеха $T_{ц} = \Sigma(R_i \times T_{об} i)$, где: R_i - категория ремонтной сложности станка; $T_{об} i$ - общая трудоёмкость **одной ремонтной единицы** соответствующей категории.

На предприятиях с численностью работающих до **600 человек** применяется **централизованная форма обслуживания**, когда бригада слесарей приходит в цеха по вызову или в соответствии с графиком предупредительных осмотров и ремонтов.

Проектирование вспомогательной системы. Служба ремонта (продолжение)

На **крупных предприятиях** применяется **смешанная форма** обслуживания, когда осмотры и мелкий ремонт выполняются **цеховой бригадой**, а капитальный и средний ремонт – с привлечением заводской бригады. В средних и крупных цехах (свыше 100 человек) в каждой **смене** имеется обычно **2...4 слесаря** для текущего ремонта механической части станков и **1...2 электрика**. При проектировании системы ремонта расчёт количества слесарей и электриков производится по трудоёмкости соответствующего вида работ. При наличии станков с **ЧПУ** обслуживание стоек управления производится **электронщиком**.

Электрики располагаются обычно в отдельном помещении и имеют свое оборудование (приспособления для перемотки обмотки электродвигателей, съёмники, верстаки с тисами, прессы и т. п.). Для хранения ремонтируемых электродвигателей предусматривается кладовая или площадка площадью 10...25 кв.м.

В **средних и крупных цехах** площадь для оборудования **ремонтной службы** рассчитывается с учётом 22...28 кв.м на один станок. **Количество станков** ремонтной службы обычно составляет **2 % от количества производственного оборудования**. Оборудование ремонтной базы – ручные и гидравлические прессы; сварочные трансформаторы; дрели электрические; шлифовальные машинки; механические ножовки; шлифовальные станки с гибким валом; наждаки; сверлильные, токарные и универсальные фрезерные станки и т. п. Для работы на этом оборудовании предусматривается штат рабочих-универсалов. Коэффициент использования оборудования обычно не превышает 0,5...0,7.

А) Система удаления стружки создается для удаления и переработки стружки. Если стружки получается до **0,3 т в год с 1 кв.м** цеха, то она собирается в **контейнер**; если **больше 0,3 т/ кв.м**, то стружка падает на **линейный конвейер**, проходящий в **канале** под станками на **глубине 600...700 мм**, а затем переносится им в емкость в конце пролета или цеха. В крупных цехах стружка линейным конвейером переносится на магистральный, проходящий в туннеле на глубине до трёх метров, а затем – в ёмкость для переработки. Конвейеры применяются **ленточные, скребковые, шнековые, с бегущим магнитным полем**.

Для оценки ожидаемого **количества стружки** определяется **вес годовой программы всех деталей**, а затем берется **15 %** от этой величины для **серийного производства** и **до 50 %** для **мелкосерийного**. В авиастроении вес стружки может составлять до **90 %** от веса детали, т. к. литье и штамповка часто не допускается.

Для **хорошего удаления стружка** должна быть **не длиннее 200 мм**, а диаметр витка не более **25 мм**. Для плотной спирали применяются **стружколомы**, затачиваются или штампуются **стружкозавивающие канавки** на передней поверхности режущих пластин, под большим давлением подается **СОЖ** или воздух в область стружкообразования, применяется переменная подача и другие способы. Слишком мелкая (дробленая) стружка забивается в приспособления и плохо удаляется. Длинная стружка опасна для рабочего, плохо удаляется, запутывается на вращающихся частях станка и приспособлений, занимает слишком много места в контейнере.

При единичном и мелкосерийном производстве возможна **обработка деталей из разных материалов**. Отдельно в **контейнеры** собирается **стальная стружка, чугунная** (но в малом количестве допускается смешивание со стальной), **алюминиевых сплавов, медных, титановых, нержавеющей стали, жаропрочных сплавов** и т. д. При попадании в контейнер стружки разных групп содержимое контейнера **закапывается**, а на мастера или рабочего, допустивших смешивание, выписывается **штраф**.

Перед переработкой **немагнитная стружка проходит магнитную сепарацию** для удаления остатков режущего инструмента при его поломке. Далее стружка **дробится, обезжиривается** в специальных моечных машинах горячей водой или щелочными растворами, удаляется влага **в центрифуге, прессуется в брикеты** по 5...8 кг и отправляется во вторчермет или цветмет. Для лучшего дробления стружка может дополнительно охрупчиваться жидким азотом или твердой углекислотой, иногда даже закаливается (для нужд порошковой металлургии).

Б) Система подачи СОЖ предназначена для приготовления и подачи СОЖ к рабочим местам по трубопроводу (**централизованная подача СОЖ**). При **единичном и мелкосерийном производстве** СОЖ заливается в емкость, расположенную под поддоном станка, и подается в рабочую зону **насосом станка**.

- При централизованной подаче **площадь участка приготовления СОЖ** занимает от **40 до 120 кв.м** для **50...400 станков**. Этот участок располагается у наружной стены для облегчения установки вентиляции. **Концентрат СОЖ смешивается** в нужной пропорции **с водой** или маслом, **охлаждается** и подается **насосной станцией в трубопровод**. На рабочем месте отработанная СОЖ стекает в емкость и оттуда **самотеком поступает на участок СОЖ**, где очищается от остатков стружки фильтрами и в центрифуге, добавляется концентрат СОЖ, охлаждается и подается насосом в трубопровод.
- Для предотвращения размножения бактерий в СОЖ в нее добавляются антибиотики и производится аэрация (насыщение кислородом), т. к. большинство бактерий анаэробны и погибают при наличии кислорода. Через определенное количество циклов СОЖ полностью заменяется.
- Для хранения СОЖ и их концентратов выделяется площадь из расчета **0,1 кв.м/станок**. Обычно эта площадь выделяется в складе ГСМ или заготовок.

Проектирование вспомогательной системы. Служба ремонта (продолжение)

В) Система электроснабжения. На высоковольтных линиях электропередач используется напряжение **110 кВ** (требуется меньше сила тока для передачи одинаковой мощности $P=U \times I$). На **центральной заводской подстанции** на открытом воздухе размещается **каскад понижающих трансформаторов 110/35 кВ и 35/10 кВ**, а в цехе трансформаторы 10/6 кВ и 6/0,4 кВ.

Трёхфазное напряжение **380 В (0,4 кВ)** подается к оборудованию по электрокабелям, проложенным **в трубах вдоль стен и под полом**. На **5000 кв.м** производственной площади размещается одна **цеховая подстанция**, занимающая площадь до **50 кв.м**. Расстояние между подстанциями обычно 100...300 м. Для оперативного отключения напряжения **шкафы силовые (ШС)** с рубильником и предохранителями устанавливаются **не далее 25 м от оборудования**. На каждой группе в ШС (три фазы и предохранитель на каждой фазе) указывается, **какие станки подключены к этой группе**.

У энергетика цеха есть ведомость потребителей, где указывается номинальная мощность **каждого станка и вспомогательного оборудования**. По **суммарной мощности** рассчитывается **площадь сечения электрических кабелей** и определяется необходимая **ёмкость конденсаторов** для улучшения **cosφ** энергетической системы. Для зарядки аккумуляторов электрокар на территории цеха размещается **аккумуляторная станция**.

Г) Система снабжения приспособлений сжатым воздухом имеет компрессорную станцию, номинальная мощность которой рассчитывается по расходу сжатого воздуха потребителями. Сжатый до **0,5...0,6 МПа** воздух **осушается** для предотвращения появления конденсата в сети. Площадь помещения для компрессорной станции составляет **1-6 % от производственной площади**.

Д) Вентиляционная система и кондиционирования обслуживается службой ремонта.

Е) Ремонт печей (если они есть) выполняет также служба ремонта и технического обслуживания.

Служба технического контроля

Функции системы контроля:

- 1) хранение информации об требованиях к изготавливаемым изделиям;
- 2) входной, операционный и приёмочный контроль качества с проверкой соответствия чертежам и техническим требованиям;
- 3) выдача информации по результатам контроля качества;
- 4) обеспечение своевременной изоляции брака;
- 5) проведение настройки контрольно-измерительных приборов и устройств.

Состав службы контроля :

- 1) отдел технического контроля (**ОТК**) завода;
- 2) центральная измерительная лаборатория (**ЦИЛ**), или центральная заводская лаборатория (**ЦЗЛ**);
- 3) контрольно-поверочные пункты (**КПП**), **подчиненные ЦИЛ** и расположенные в цехах;
- 4) цеховые контрольные пункты (**КП**) и испытательные отделения.

ОТК завода организует работу всей службы контроля: составляет планы работы всех подразделений службы контроля; осуществляет руководство и контроль; согласует мероприятия и методы контроля с начальниками служб, цехов и отделов; составляет сводки по результатам контроля для руководства предприятия (посменные, суточные, недельные, месячные, квартальные, полугодовые, годовые); тесно взаимодействует с отделом главного технолога (ОГТ) предприятия.

ЦИЛ завода разрабатывает **схемы и планы контрольных проверок средств измерения, выполняет наиболее сложные проверки, делает сложные измерения** (контроль состава материалов, его структуры и твердости, контроль физико-механических характеристик используемых материалов, контроль сложных изделий и выборочный комплексный контроль и т. п.).

КПП выполняет **выборочный** или **стопроцентный контроль** выпускаемых изделий и поступающих заготовок и полуфабрикатов, **контроль изделий после ответственных операций, проверяет работу цеховых контролеров** путем перепроверок, делает заключение об эффективности работы линий, участков и цеха в целом.

Контролеры в цехе осуществляют измерение и контроль изделий после каждой операции. При массовом производстве осуществляется стопроцентный контроль, в остальных случаях процент контролируемых изделий определяется ответственностью операции и вероятностью появления брака (зависит от требуемой точности, точности и состояния оборудования, квалификации рабочих) и может составлять 5 %, 10 % и 25 %. Контроль с использованием громоздких и тяжелых средств измерения (инструментальных микроскопов, микрокаторов на стойках, профилометров, приборов для измерения радиального биения и т. п.) выполняется **на стационарных контрольных пунктах**, а в остальных случаях – «**летучий контроль**».

При обнаружении брака контролер **помечает краской бракованное изделие**, делает об этом **запись в журнале** контроля с указанием фамилии рабочего и принимает **меры для изоляции брака**. Если процент брака, обнаруженного выборочным контролем, высок (определяется ответственностью операции, стоимостью изделия и должен быть обычно не более 3 %), то **все детали отправляются на стопроцентный контроль** и об этом немедленно **докладывается мастеру**.

При назначении средства и метода измерения необходимо правильно их выбрать.

Погрешность метода измерения не должна превышать 10 % допуска контролируемого параметра. При прямом измерении **цена деления** измерительного прибора должна быть **в 5...10 раз меньше допуска** контролируемого параметра. Для уменьшения брака лучше всего применять **активный контроль**, который позволяет делать измерения в процессе обработки (например, при шлифовке вала измерять получаемый диаметр с помощью датчика, находящегося в постоянном контакте с обработанной поверхностью). При **пассивном контроле** измерение или контроль выполняется после операции и его результаты могут быть **учтены при изготовлении только следующей детали**.

Для контроля изделий со **сложным профилем** применяются **измерительные машины**, устанавливаемые **в термokonстантных** помещениях с ограниченным доступом. При этом температура выдерживается с точностью до нескольких десятых долей градуса.

После сборки изделие обычно **испытывают** или даже **обкатывают**, для чего в цехе создается **испытательный** или **обкаточный участок**. При возможности здесь же осуществляется **регулировка**.

Служба охраны труда и бытового обслуживания

Разделы:

1. Обеспечение безопасной работы персонала:

- Пожарная безопасность.
- Безопасная эксплуатация и обслуживание оборудования.
- Защита от механических устройств.
- Защита от стружки и СОЖ.
- Электробезопасность.

2. Обеспечение санитарных условий труда:

- Контроль за чистотой помещения.
- Контроль воздушной среды.
- Защита от шума.
- Защита от вибрации.
- Контроль освещенности.
- Обеспечение производственной эстетики.

3. Обслуживание работающих:

- Служба общественного питания (общепита).
- Медицинское обслуживание.
- Бытовое обслуживание.

Проектирование вспомогательной системы. Служба охраны труда и бытового обслуживания (продолжение)

По видам обслуживания и размещения объектов бытовое обслуживание делится на 3 группы:

- 1) местное - курительные, санузлы, питьевые устройства (располагаются не далее 90 м от рабочих мест);
- 2) цеховые и межцеховые – гардероб, душевые (располагаются не далее 400 м);
- 3) общезаводские – приемные пункты химчисток, прачечных, ремонта обуви и т. п. (располагаются до 800 м).

Применение **автоматических средств обнаружения пожаров** является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности, т. к. позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения. С этой целью в помещениях располагают **дымовые и тепловые извещатели** из расчета один извещатель на 60 – 70 кв.м. Эвакуационные выходы из помещений следует располагать рассредоточенно. **Ширина путей эвакуации** должна быть **не менее 1 м**, а **ширина дверей** на путях эвакуации — **не менее 0,8 м**, причем двери должны **открываться наружу**.

Для обеспечения чистоты воздушной среды шлифовальные, полировальные и заточные станки необходимо оборудовать защитно-обеспыливающими кожухами и местными вытяжными вентиляционными устройствами.

Бытовые помещения чаще всего располагаются в двухэтажной (или с большим числом этажей) **пристройке к производственному корпусу**, в нижней части которой размещают вспомогательные отделения цеха и санитарные узлы; на втором и более высоких этажах размещают гардеробы и душевые, конторские помещения и помещения психологической разгрузки персонала

Проектирование вспомогательной системы. Служба охраны труда и бытового обслуживания (продолжение)

- Зал гардеробной разбивается на блоки-ячейки, снабженные необходимыми санитарно-техническими устройствами (умывальниками, душевыми). Группы шкафов отделены от проходов раздвижными дверями, благодаря чему можно использовать гардероб для обслуживания разного числа мужчин и женщин. Ширина между шкафами 2 м, что дает возможность устроить скамьи для переодевания всех пользующихся гардеробом. В блоках размещены двойные шкафы для хранения уличной и домашней одежды и одинарные шкафы для хранения рабочей одежды. Габаритные размеры двойных шкафов $350 \times 500 \times 1800$ мм; одинарных — $250 \times 500 \times 1800$ мм. Число кранов для умывания – один на десять человек.
- **Буфеты**, а также **столовые** обслуживают работающих в радиусе **200...400 м**, и их организуют при больших производственных корпусах в бытовых помещениях, должен быть **тёплый переход**. **Буфеты** требуют площадь **0,05 кв.м.**, а **столовые - 0,6 кв.м.** для обслуживания одного питающегося человека.
- Если число работающих в цехе **более 300 человек**, то в цехе организуется **фельдшерский пункт**, где проводятся профилактические осмотры, делаются инъекции и т. п. На средних и крупных предприятиях организуется **здравпункт площадью до 50 кв.м.** и состоящий из **нескольких помещений** (приемной, комнаты врача или фельдшера, процедурной, изолятора).

Служба управления и подготовки производства

Сбои в системе управления неизбежно приведут к простоям, снижению качества выпускаемой продукции, снижению рентабельности и к банкротству предприятия. Чем сложнее оборудование, чем выше его автоматизация и стоимость, тем выше требования к качеству работы СУПП, т. к. его простой обходится гораздо дороже, чем простой обыкновенного универсального оборудования. В связи с особой значимостью СУПП разработка системы управления производством и предприятием стало самостоятельным разделом проекта.

Система управления цехом схожа со структурой управления предприятием, особенно при его высокой экономической самостоятельности и мелкосерийном производстве, когда имеются децентрализованные вспомогательные службы.

Главная цель – обеспечение ритмичного производственного процесса в заданном объеме и с наименьшими затратами. Основные задачи:

1. Оперативно-производственное планирование.
2. Разработка технологической и плановой документации.
3. Подготовка оборудования, технологической оснастки, режущих и измерительных инструментов.
4. Обеспечение производства необходимыми заготовками, материалами и комплектующими изделиями.
5. Подготовка персонала.
6. Обеспечение безопасных условий труда в цехе.
7. Диспетчирование и оперативное регулирование производства (осуществление непрерывного контроля состояния производственного процесса и воздействие на него в случае возникших отклонений).
8. Стимулирование персонала.

9. Техническая эксплуатация, обслуживание, ремонт оборудования и приспособлений в требуемых объемах.
10. Бухгалтерский учет и экономический анализ производственной и хозяйственной деятельности цеха.

Структура системы управления должна быть **простой**, иметь **наименьшее количество звеньев и взаимосвязей между подразделениями**, т. к. излишние звенья снижают оперативность руководства. **Не рекомендуется** создавать и **слишком крупные подразделения**, т. к. управление ими усложняется, **труднее подобрать достаточно квалифицированных руководителей**. Нормы управляемости: **одному руководителю** должны непосредственно подчиняться не более **5 – 8 руководителей низших ступеней управления**; численность производственной бригады **от 5 до 15 человек**, в подчинении мастера – **от 15 до 30 человек**, на участке старшего мастера (начальника участка) – **от 40 до 60 человек**.

Функции подразделений должны быть четко сформулированы **в положении на каждое подразделение**, а **права, обязанности и ответственность руководителя** – в **должностной инструкции**.

Должно быть обеспечено **единство руководства**, т. е. каждый работник должен **подчиняться непосредственно только одному начальнику**, от которого он получает задания, перед которым **отчитывается**, и который **оценивает качество его труда, премирует**.

Оперативно-производственное планирование обеспечивает плано-предупредительное обеспечение рабочих мест предметами и средствами труда. Более 50 % всех потерь рабочего времени происходят в результате несвоевременного обеспечения рабочих мест заготовками, инструментом, необходимой оснасткой и тарой.

Функции системы оперативного регулирования (диспетчирования):

1. непрерывный контроль за выполнением производственного процесса;
2. принятие оперативных решений и воздействие на производственный процесс в случае возникновения отклонений;
3. анализ причин отклонений, особенно повторяющихся, и контроль за принятием и осуществлением мер по предупреждению подобных случаев впредь.

На предприятии создается **служба диспетчеров**, которые контролируют:

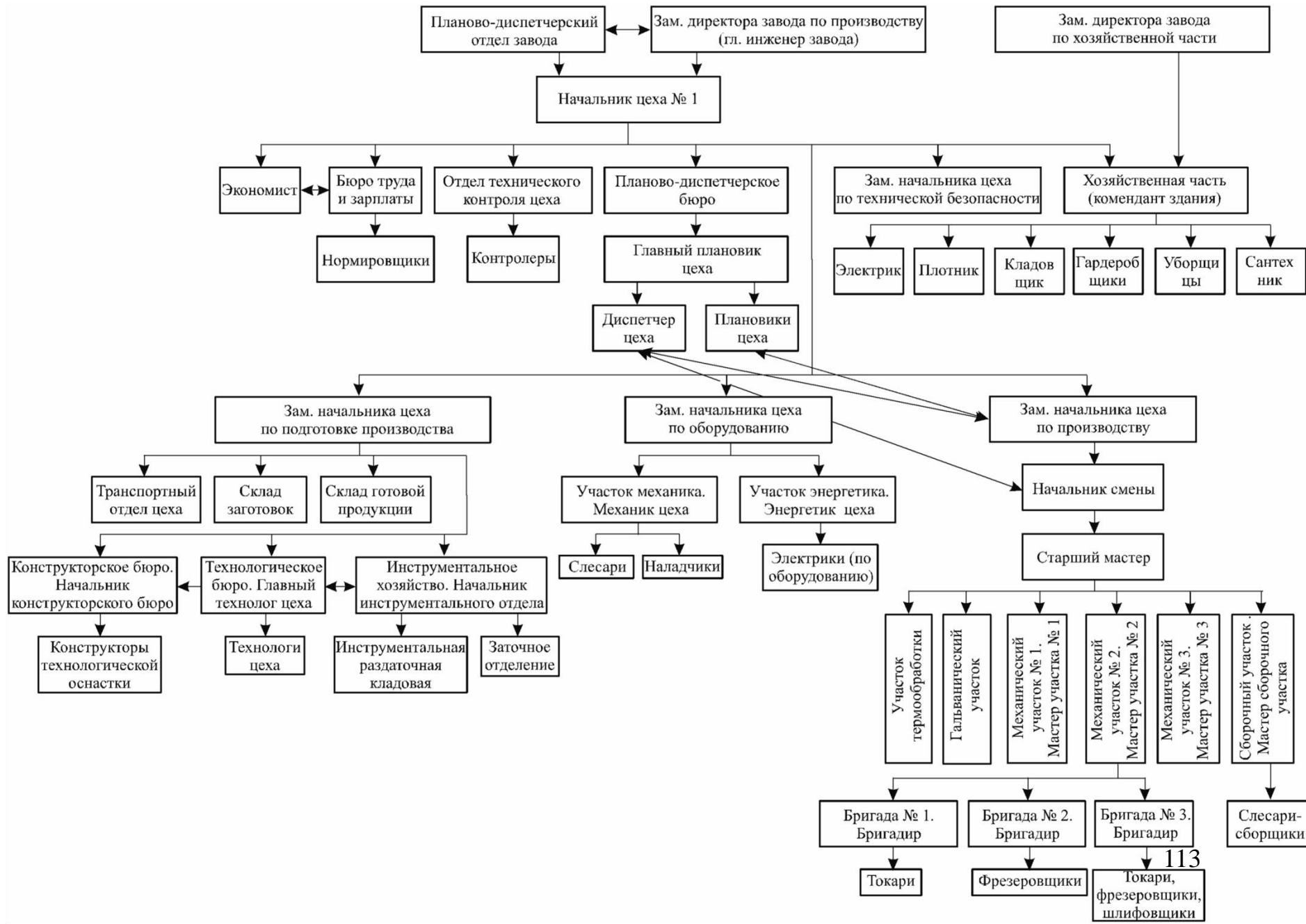
- 1) **выполнение плана;**
- 2) **наличие заготовок, материалов и заделов;**
- 3) **процент брака;**
- 4) **количеством незавершенного производства;**
- 5) **перспективы выполнения программы в ближайшие сутки и недели и т. п.**

Необходимые данные о текущем производстве в цехах и на участках заносятся в **компьютер** и непрерывно или **периодически обновляются**. Диспетчер получает информацию по компьютерной сети и принимает меры по улучшению ситуации (организует изготовление дефицитных деталей или выполнение операций **дополнительно в других цехах**, делает **заказ на приобретение заготовок, материалов, инструментов** и т. п.).

С **8.19** до 8.25 часов **старший диспетчер** или, в его отсутствие, сменный диспетчер проводит по внутренней связи **диспетчерский рапорт о готовности** (обеспеченности) смены, в котором **участвуют все сменные мастера**.

Информация по результатам рапорта передается **заместителю начальника цеха по производству**, который анализирует выявленные отклонения и **принимает соответствующие решения**.

Схема службы управления механосборочным цехом



Проектирование вспомогательной системы. Служба управления и подготовки производства (продолжение)

Из **планово-производственного (ППО) и планово-диспетчерского (ПДО) отделов завода в планово-диспетчерское бюро (ПДБ) цеха** поступают **годовой и месячные производственные планы** вместе с **экономическими показателями**. Эти планы являются **исходными для составления месячных заданий участкам и каждой бригаде**. Задание бригаде на месяц выдается **в виде графика-наряда**, в котором указывается **вся номенклатура деталей с указанием расценок и суммы по заработной плате**.

Плановики участков, находящиеся в ПДБ цеха, получают задание для своего участка **на предстоящий месяц**. Исходя из **месячного графика обработки конкретных деталей**, плановики участков составляют **задания участкам на следующие производственные сутки**. При этом они должны знать **комплектацию рабочих мест, их технологические возможности, состояние производства и прогнозы дефицита**, поступающие из **информационно-вычислительного центра (ИВЦ)**.

Бланк задания участку на следующие сутки поступает сначала в **технологическое бюро (ТБ) цеха**. **Технолог** проверяет наличие **технологических карт** для обработки требуемых деталей, при необходимости делает их **корректировку** исходя из **состояния оборудования, наличия режущих и измерительных инструментов**. Если **техкарты нет**, то технолог **составляет техпроцесс** (укрупнённый или подробный в зависимости от серийности производства), обязательно указывает **модель станка для каждой операции**, требуемые **приспособления, режущие и измерительные инструменты**. Это выполняется **заблаговременно**, исходя из **месячного графика**. Технолог (или **нормировщик ТБ**) рассчитывает **трудоёмкость** обработки одной детали для **каждой операции и всей партии деталей**. Партия рассчитывается исходя из **месячного графика поставок**. Рассчитывается **продолжительность обработки партии деталей на каждой операции**.

Результаты расчётов разработанного технологического процесса (нового) направляются **плановику цеха** для составления **графика обработки** партии деталей **по операциям**, которые **могут выполняться на разных участках или цехах**. По технологическому процессу и графику обработки партии деталей **плановик ПДБ** и выдаёт **суточные задания в ТБ**. **Бланк задания участку на следующие сутки от плановика** через нач. цеха поступает **технологу**, затем в **инструментальную кладовую** для контроля обеспеченности **инструментом** и **необходимой оснастки** по каждой позиции, затем на **склад заготовок, механику** и **энергетику цеха**, окончательно подписывается **старшим мастером**. В случае необходимости **принимаются меры** или решается вопрос об отмене обработки проблемной операции и **замене на другую**. В любом случае, не проработанные службами обеспечения сменно-суточные задания на участок не должны попадать.

Старший мастер участка выдает сменное задание **мастеру** в виде «задания-рапорта», который затем передается в ИВЦ для **обработки и корректировки** данных **машинограммы** на следующие сутки.

Поступающие в ПДБ планы комплектаций рабочих мест должны **составляться плановиками** участков на основании **совместной с бригадиром и мастером** подетальной сверки **фактического обеспечения** каждой позиции или по заявлению бригадира или мастера.

При разработке суточных планов с жесткой регламентацией их планово-предупредительного обеспечения возникает необходимость принимать **в качестве оперативного планового периода не календарные**, а так называемые **«производственные» сутки**, которые включают в себя **вторую смену текущих и первую смену следующих** календарных суток. Объясняется это тем, что при напряженной загрузке **второй смены возникают** различные непредвиденные **отклонения** от плановых заданий, которые часто негативно сказываются в начале следующего рабочего дня.

При сдвиге производственных суток на одну смену **время на подготовку** и обеспечение таких плановых заданий **увеличивается** за счет того, что в начале первой смены оно **не тратится** на уточнения и различного рода неожиданности, **возникающие во второй смене**. И все же за **начало процесса разработки новых заданий** принято **11.00 часов**, а не 8.00 часов утра. В первые три часа выполняется **анализ предыдущих суток**, обработка машинограмм и т. п.

Автоматизации СУПП: компьютерные системы (стандарты) автоматизированного управления, как ERP (**Enterprise Resource Planning**) – планирование ресурсов предприятия и MRP II (**Manufacturing Resource Planning**) – планирование материальных и производственных ресурсов. Задачи **ERP-системы:**

- формирование оперативного внутрицехового плана с учетом имеющихся заделов и станочного парка;
- диспетчерский контроль исполнения операций;
- расчет производственного плана производственных мощностей по различным критериям;
- перерасчет производственного плана в реальном времени при возникновении внештатных ситуаций, например, поломки станка;
- планирование материалов;
- управление движением товарных потоков (снабжение, сбыт, организация транспортно-складских служб);
- расчет фактической себестоимости изготовления изделий;
- управление финансами;
- автоматизация бухгалтерского учета;
- управление персоналом и др.

Стандарт CSRP (**Customer Synchronized Resource Planning**) учитывает взаимодействие с клиентами и рассматривает полный производственный цикл изделия с учетом всех возможных требований заказчика. Наиболее значимые преимущества **готовых** проектов систем управления :

- сокращается время на разработку системы;
- используется **передовой опыт**, технологии и методы управления;
- проектантами обеспечивается поддержка проектов систем, обновление их и **консультации опытных специалистов**;
- совместимость приобретаемых систем с системами других аналогичных предприятий данной отрасли.

Практикуется сдача ERP-системы **в аренду** через Интернет с сервера поставщика.

Стоимость аренды определяется по количеству отработанных системой часов и числу пользователей, имеющих к ней доступ.

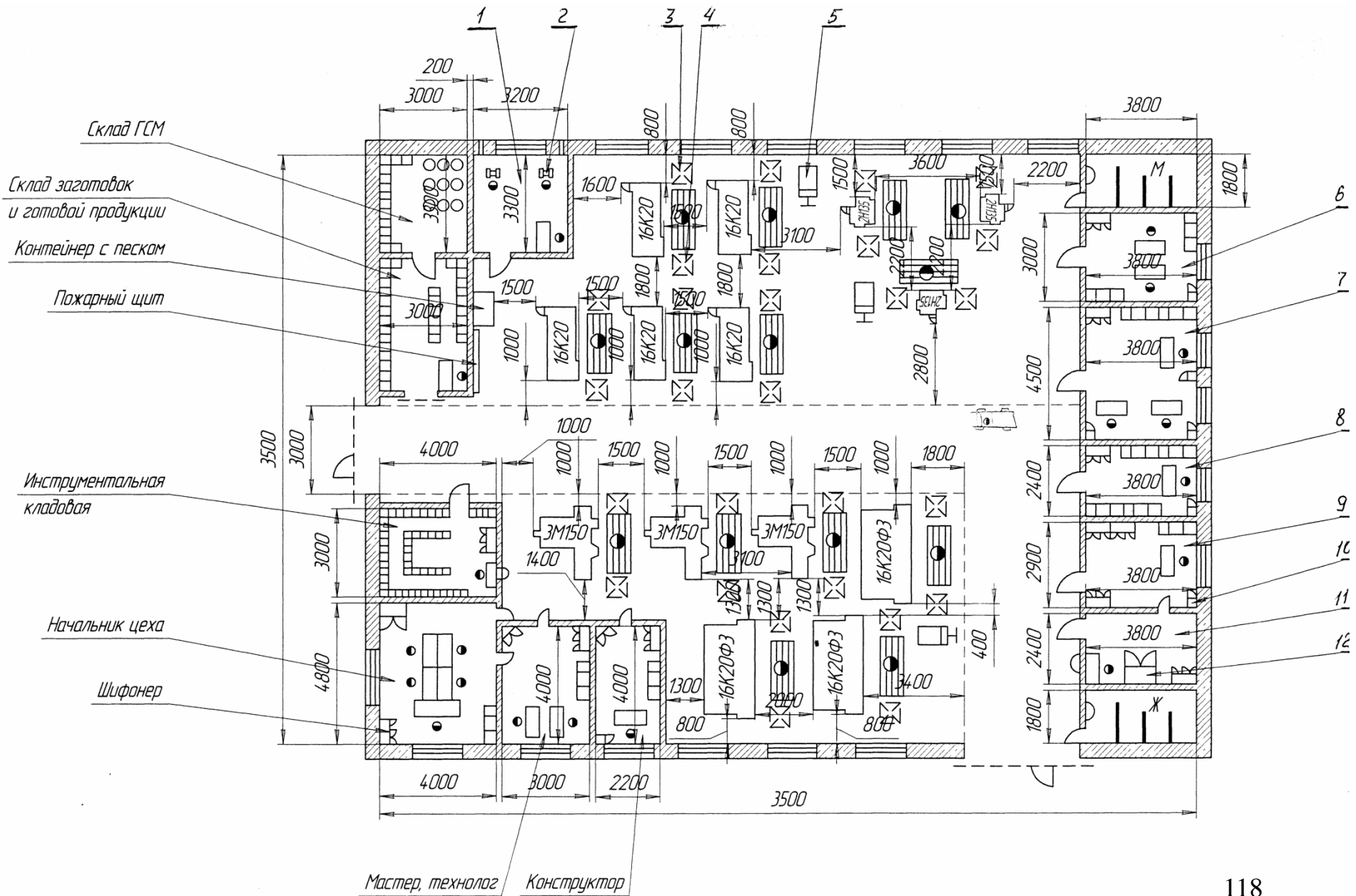
Готовые системы управления ориентированы в основном на предприятия в целом, на **бизнес-процессы целой корпорации**. Проблемы управления производством **в масштабе цеха** менее разработаны из-за их **индивидуальности**.

Услуги **консалтинговых фирм**, которые не только **разрабатывают индивидуальные** проекты систем управления по результатам обследования деятельности предприятия, но и обеспечивают их **внедрение и обучение специалистов-управленцев**.

Коротко задачи службы управления и подготовки производства: ***планирование, учет и диспетчирование.***

При проектировании цеха с **высокой хозяйственной и экономической самостоятельностью** вспомогательные службы, как правило, размещаются **в корпусе** вместе с производственными участками

Планировка участка с высокой хозяйственной самостоятельностью



Компоновка цеха

Обычно в составе цеха имеется **3 – 5 производственных участков**, в этом же здании **вблизи этих участков** имеется **цеховая служба контроля, служба ремонта, инструментально-раздаточная кладовая, заточное отделение** (иногда даже для каждого участка своё), **комната мастеров**, часто и кабинет **начальника цеха**.

Вблизи производственных участков располагаются также **склады заготовок, материалов, склады межоперационного хранения** (часто на территории цеха размещаются площадки хранения у стен) и **готовых деталей, места общественного пользования**.

Технологическое бюро, нормировщики, конструкторы, планово-диспетчерское бюро и др. располагаются на **антресолях** или в **двух или трёхэтажном здании**, примыкающем к производственным корпусам. В последнем случае там располагается и кабинет **начальника цеха (цехов)**.

В этом здании располагаются **гардеробы, душевые, сауны, буфет или столовая, медицинский пункт** и т.д.

Компоновка зданий цехов

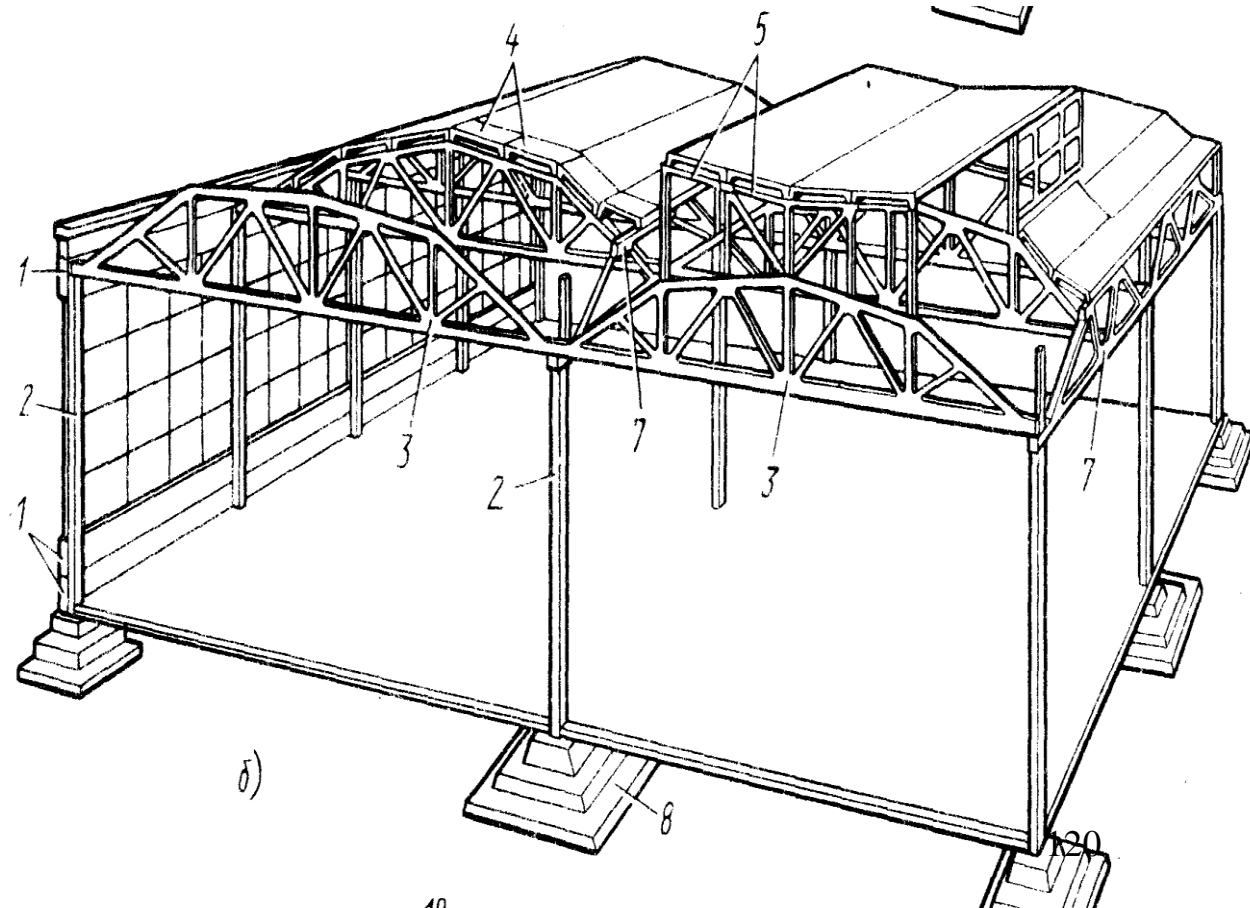
Для цехов строят **одноэтажные** и **многоэтажные** здания со **светоаэрационными** (*свет и вентиляция*) **фонарями** (надстройки на крыше здания для освещения от дневного света) и без них, которые могут быть **крановыми** (оборудованными мостовыми кранами) и **бескрановыми** (используется напольный и подвесной транспорт).

По форме в плане здания обычно проектируют **прямоугольными**, однако, в отдельных случаях применяют **Г-, П- или Ш-образные** для **резервирования площади** для дальнейшего расширения цехов путем пристройки **фасадной стены и крыши**.

Здания выполняются с полным каркасом, который образуют **колонны 2**, **стропильные 3** и **подстропильные 7 фермы**, **подкрановые балки 6** и **плиты 4 покрытий**.

Колонны опираются на **фундаменты 8**. На каркас навешиваются **боковые панели 1** с

теплоизоляционным наполнителем. **Стальные рамы 5** фонаря используются также для навешивания **фасадных панелей**.



Компоновка зданий цехов (продолжение)

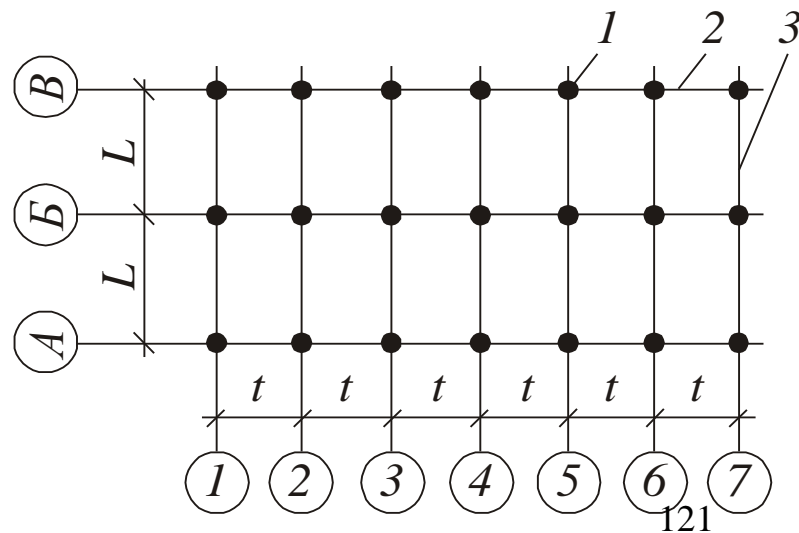
Для проектирования производственных зданий разработан типаж основных и дополнительных унифицированных типовых секций. Размеры основных секций в плане составляют 72×72 и 72×144 м, причем первый размер соответствует длине пролета, второй — ширине. Площадь указанных секций составляет соответственно 5184 и 10368 м². Основные секции могут быть крановыми и бескрановыми, с сеткой колонн 18×12 м или 24×12 м при высоте пролета **6; 7,2; 8,4** м для бескрановых и **10,8; 12,6** м для крановых зданий.

Помимо основных предусматривают дополнительные одно- и двухпролетные секции длиной **72** м, оборудованные кранами с высотой пролета 10,8; 12,6; 16,2 и 18 м. Эти пролеты имеют **ширину 24 и 30** м и предназначаются для размещения **крупных изделий**.

При оформлении компоновочных планов здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей. При этом **продольные разбивочные оси**, образующие пролеты здания, обозначают **прописными буквами** русского алфавита, а **поперечные — арабскими цифрами**.

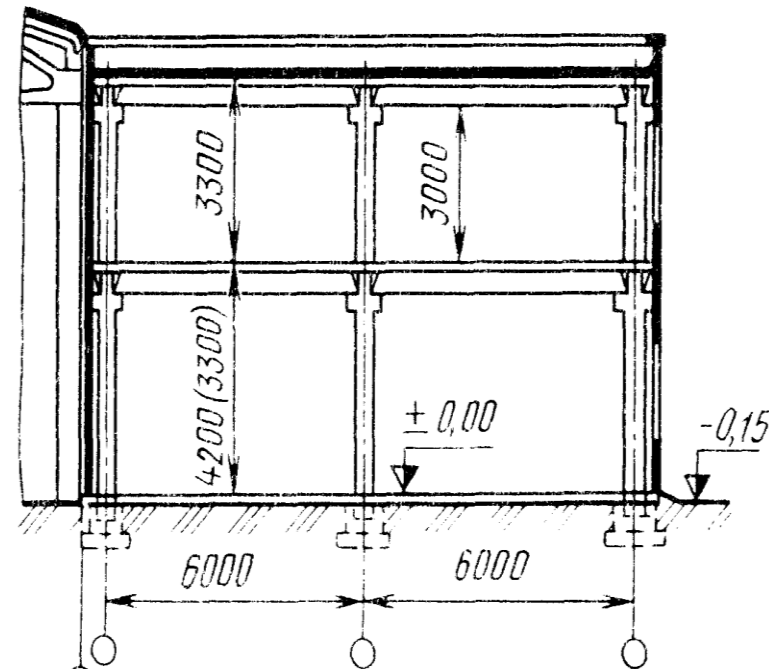
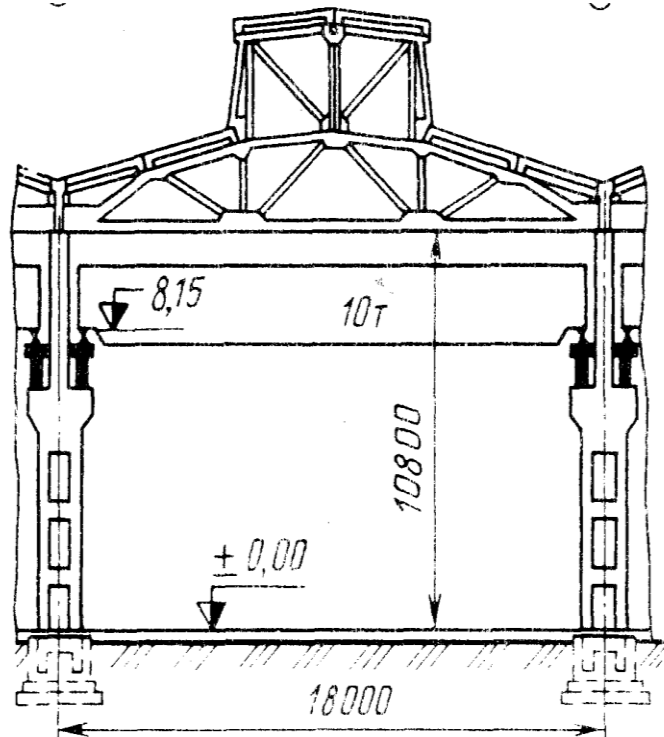
Компоновочный план здания, состоящего из двух пролетов: **1 — колонна;**
2 — продольная разбивочная ось;
3 — поперечная разбивочная ось.

Границами производственных участков и цехов обычно являются продольные и поперечные проезды. **Длина участков** обычно составляет **35 – 50** м.



В дополнительных секциях *пролеты* иногда расположены *перпендикулярно* к пролетам *основных секций*, что удобно, например, при поточной конвейерной сборке изделий. Пролеты цехов с повышенной высотой необходимо группировать вместе, но число высот должно быть минимальным. Здания без светоаэрационных фонарей с подвесным потолком применяют для термоконстантных корпусов. Между ферменное пространство при этом используют для размещения воздухопроводов и фильтров для систем кондиционирования. **Многоэтажные здания** проектируют тогда, когда для производства требуется относительно **малогабаритное оборудование** или если ограничена территория завода.

Разрез кранового пролета и пристройки для размещения административных и бытовых помещений.



В **крупных корпусах** в отдельных случаях предусматривают вставки для размещения **высотных складов** или других вспомогательных служб. В таких вставках также размещают **вводы железнодорожных путей**, системы технического обслуживания цехов (оборудование и воздуховоды для централизованных вентиляционных установок и кондиционеров, трансформаторные подстанции и др.).

- При корпусной структуре производства должны быть решены вопросы об **объединении вспомогательных служб**. Целесообразно создавать общий корпусной склад заготовок и металла, объединять подразделения для организации ремонтного обслуживания технологического, энергетического и подъемно-транспортного оборудования.
- **Основные принципы**, определяющие выбор компоновки цехов, следующие:
 - 1) обеспечение **прямоточности производственного процесса**, исключение по возможности возвратных движений грузопотоков;
 - 2) **компактность**, т. е. использование минимальной производственной площади для размещения участков и цехов;
 - 3) использование наиболее экономичных **прогрессивных видов транспорта**;
 - 4) **минимизация транспортных операций**;
 - 5) **совместимость технологических процессов**, выполняемых на смежных участках или в цехах, с точки зрения **влияния на качество изделий**, а также с учетом **условий труда и противопожарных мероприятий**;
 - 6) возможность **последующего расширения** производства и **перепланировки** оборудования, связанных с внедрением новых технологических процессов;
 - 7) использование **рациональных компоновок из унифицированных типовых секций**;
 - 8) подразделения технического, ремонтного и инструментального обслуживания располагать **в стороне от основных технологических потоков**: либо по **периферии корпуса**, либо по **границам цехов** внутри крупных корпусов.

Компоновка зданий цехов (продолжение)

Компоновочные планы выполняют для **каждого этажа** здания и указывают на них:

- 1) **основные стены;**
- 2) **границы между цехами и участками;**
- 3) **вспомогательные устройства** (трансформаторные подстанции, насосные вентиляционные камеры и т. д.);
- 4) **основные подъемно-транспортные устройства** (краны, кран-балки, конвейеры) и их трассы;
- 5) **основные грузопотоки;**
- 6) **основные проезды и проходы;**
- 7) **вводы железнодорожных путей;**
- 8) **границы подвалов, антресолей, тоннелей, магистральных стружкоуборочных каналов с указанием вертикальных отметок относительно уровня пола основного этажа.**

Компоновочные планы выполняют в **масштабе 1:200** или 1:400 (в отдельных случаях 1:800) на основе **чертежа архитектурно-строительной части**, сохраняя принятую в нем разбивку и маркировку осей колонн, стен и других строительных конструкций.

Исходные данные для разработки компоновочного плана:

- **состав отделений и служб цехов;**
- **данные об их площадях;**
- **компоновочная схема, определяющая последовательность производственного процесса;**
- **основные параметры** и общая компоновка здания.

Компоновка зданий цехов (продолжение)

- **Компоновочный план цеха (корпуса) должен быть согласован с расположением других цехов и служб завода**, а также с транспортными коммуникациями. Для этого разрабатывают **генеральный план завода** – план взаимного размещения всех зданий, транспортных магистралей, инженерных сетей с учетом рельефа и благоустройства территорий. При разработке генерального плана определяют структуру цехов и служб завода, их площади, а также технологическую схему производства, определяющую их взаимное расположение.
- **В состав машиностроительного завода** входят **заготовительные** цехи (литейные, кузнечные-штамповые, для резки заготовок из проката); **обрабатывающие** (механические, прессовые, окрасочные, металлопокрытий и др.); **термические; сборочные; вспомогательные** цехи (инструментальный, модельный, ремонтно-механический, электроремонтный, ремонтно-строительный, экспериментальный); **складские, энергетические, транспортные, санитарно-технические и общезаводские** устройства.
- Компоновку генерального плана завода начинают с **зонирования территории** завода с целью размещения на ней групп цехов, имеющих подобные технологические процессы и требования к условиям производства. Обычно выделяют зоны **горячих цехов, обрабатывающих и сборочных цехов, складов и вспомогательных цехов**. Особую зону составляют **пожаро- или взрывоопасные производства**, ее удаляют от других зон на безопасное расстояние и размещают с **подветренной стороны** с учетом розы ветров. При этом стремятся разместить **группы однородных цехов в одном корпусе**, что способствует удешевлению строительства, сокращению расходов на транспорт, коммуникации, отопление.
- При размещении цехов необходимо **учитывать направление господствующих ветров**, располагая цехи, выделяющие пыль и аэрозоли, с подветренной стороны по отношению к обрабатывающим цехам, общезаводским устройствам и **жилым зонам**.

Компоновка зданий цехов (продолжение)

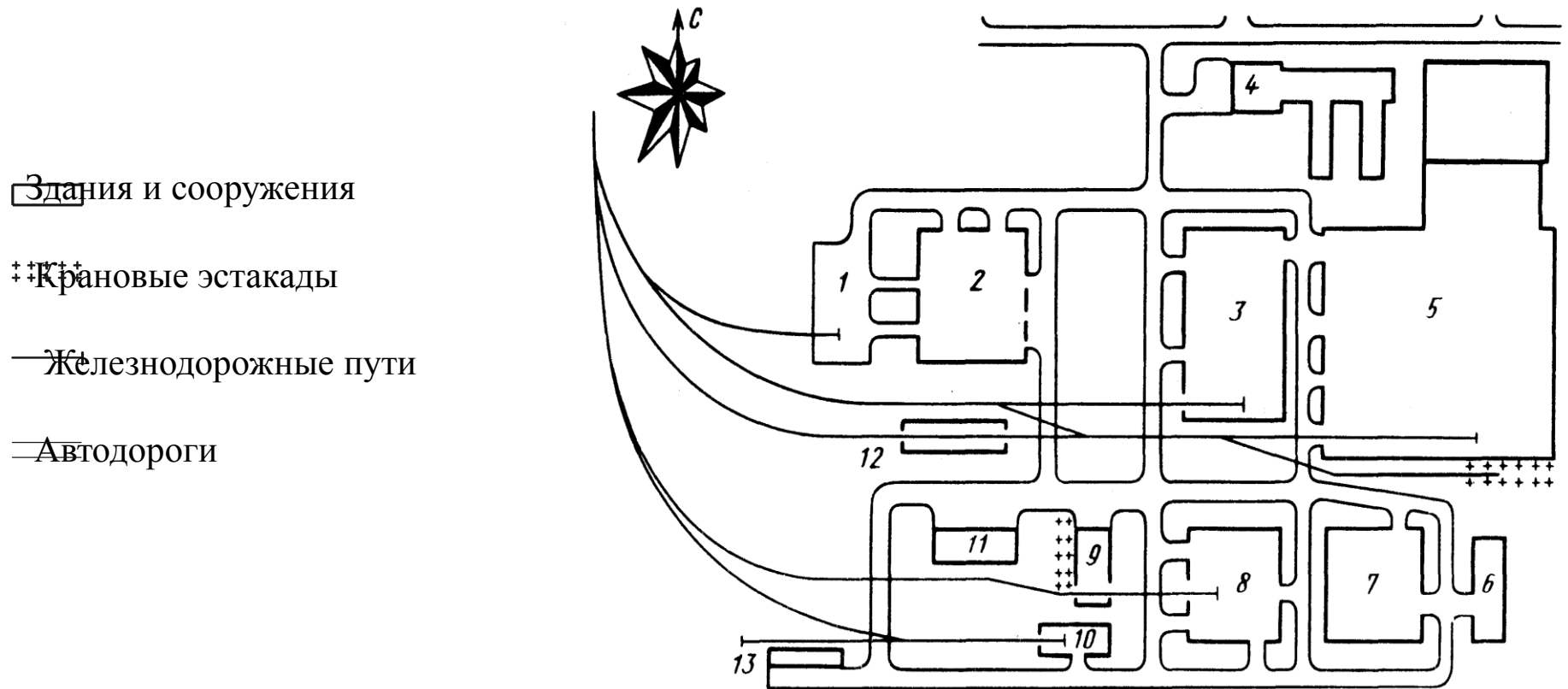


Схема генерального плана станкостроительного завода:

1 – склад лесопиломатериалов; 2 – деревообрабатывающий корпус (с тарным цехом); 3 – корпус тяжелых станков; 4 – инженерно-лабораторный корпус; 5 – главный корпус (с термоконстантным цехом); 6 – склад узлов и запчастей; 7 – корпус вспомогательных цехов; 8 – корпус заготовительных цехов; 9 – склад металла и заготовок; 10 – склад отливок и поковок; 11 – главный магазин; 12 – склад готовой продукции; 13 – склад горюче-смазочных материалов

Компоновка зданий цехов (продолжение)

Выбранный вариант генерального плана обосновывается технико-экономическим расчетом. Генеральный план характеризуется основными **технико-экономические показатели**:

- 1) *коэффициент застройки* $K_{зс} = F_{зс} / F_{п}$;
- 2) *коэффициент использования территории* $K_{и} = F_{и} / F_{п}$;
- 3) *показатель интенсивности использования участка* $K_{ин} = F / F_{п}$,

где $F_{зс}$ – площадь застройки крытыми сооружениями;

$F_{п}$ – площадь участка завода;

$F_{и}$ – площадь используемой территории с учетом открытых складов, транспортных магистралей и тротуаров;

F – суммарная полезная площадь зданий с учетом этажности.

- 4) *удельная мощность грузопотоков* (в тонно-километрах на 1 га);

- 5) *степень сблокированности корпусов* (шт/га).

Обычно коэффициент застройки для машиностроительных заводов находится в пределах **0,45...0,6**.

Основа при разработке специальных частей технического проекта: **задание на проектирование** вместе с исходными данными по **выбранной площадке**, по **компоновочным и планировочным решениям** и ведомостям **состава работающих**.

- Техническое задание на проектирование **строительной части** включает следующие разделы: **общая часть; характеристика помещений; спецификация оборудования**, устанавливаемого на **отдельные фундаменты; требования к строительной части** (например: размещение мостовых кранов, устройств по удалению стружки и т. п.); нагрузка на полы и перекрытия от производственного оборудования; **состав работающих по цехам и отделениям**.
- В качестве задания на разработку проекта по строительной части проектанты-технологи выдают:
- 1) **характеристику среды** производственного помещения с указанием категории пожароопасности, температуры и влажности воздушной среды, запыленности и т. д.;
- 2) данные на проектирование **полов и внутренней отделки помещений** с определением нагрузки от воздействия на полы оборудования, транспортных средств и агрессивных жидкостей, а также специальные требования к полам и отделке помещений;
- 3) данные на специальные строительные работы – **фундаменты** под основное и вспомогательное оборудование;
- 4) данные на проектирование **средств шумоглушения** (для помещений с повышенным уровнем звукового давления).
- 5) места **пристройки бытовых помещений**, нагрузка от **подвесных транспортных средств на несущие конструкции здания**, месторасположение **трансформаторных подстанций, лестничных клеток, санитарных узлов** и др.

*Разработка заданий по строительной, сантехнической и энергетическим частям
(продолжение)*

- В задании указывают, из какого количества и какой **ширины, длины и высоты пролетов должен состоять корпус**, какие из пролетов крановые, а какие бескрановые, какие цехи и вспомогательные подразделения располагают в корпусе. Вместе с пояснительной запиской к заданию на проектирование строителям-проектировщикам выдают чертеж планировки всего корпуса с расположением оборудования (чаще всего в масштабе 1:100). В общей части указывают, имеются ли подвалы – по каким осям и с какой отметкой, а также назначение подвалов и чертежи их планировки. Указывают также привязку подъемно-транспортного оборудования к зданию.
- Далее в задании по отдельным цехам, участкам может быть указано, например, что все технологическое оборудование массой до 7 т, кроме отдельного (по особому списку), устанавливают на общую бетонную подушку всего цеха. При использовании автоматизированного безрельсового напольного транспорта предъявляют особые требования к неровностям пола.
- Далее в задании по отдельным цехам, участкам может быть указано, например, что все технологическое оборудование массой до 7 т, кроме отдельного (по особому списку), устанавливают на общую бетонную подушку всего цеха. При использовании автоматизированного безрельсового напольного транспорта предъявляют особые требования к неровностям пола.
- Ширина ворот обычно превышает ширину средств транспортирования не менее чем на 600 мм и должна быть не менее 1,8 м. Высота ворот должна превышать высоту средств транспортирования на 200 мм и в целом составлять не менее 2,4 м. Для защиты от холодного воздуха в воротах устраивают тепловые завесы или тамбуры. Лестничные клетки на верхние этажи бытовых пролетов располагают на расстояниях, соответствующих нормам.

Разработка заданий по строительной части (продолжение)

В основном все оборудование цеха устанавливают на общую **бетонную подушку**, изготовленную из **армированной железными прутьями сетки 250×250 мм толщиной 250...300 мм**. Оборудование, имеющее переменные динамические нагрузки, например: строгальные, плоскошлифовальные и другие станки, а также оборудование весом **более 7 т** устанавливают **обычно на отдельные фундаменты** (по списку, прилагаемому к пояснительной записке).

Станки классов точности А и С и измерительные устройства, для которых недопустимы колебания даже небольшой амплитуды, устанавливают на **виброизолирующие фундаменты**. На такие же фундаменты устанавливают и сборочные стенды для сборки прецизионных изделий. Эти фундаменты должны располагаться на определенном расстоянии от несущих конструкций здания – колонн и стен. Фундаменты для такого оборудования проектируют строительные отделы проектных институтов.

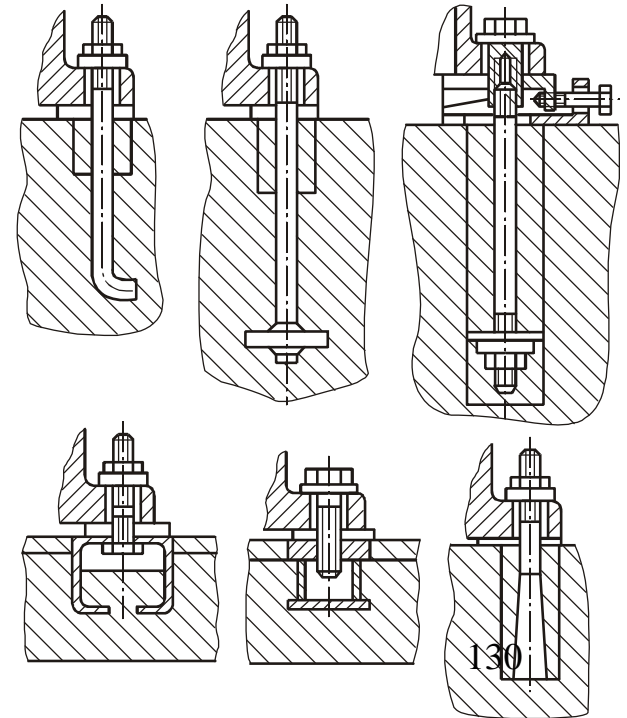
Чертежи фундаментов под автоматические линии выполняет та организация, которая проектирует линии.

Свайные фундаменты обеспечивают более высокую виброизоляцию при высокой жесткости основания.

Применяются также **фундаменты на резиновых ковриках высотой 21-26 мм**. В качестве виброизолирующего элемента используются коврики

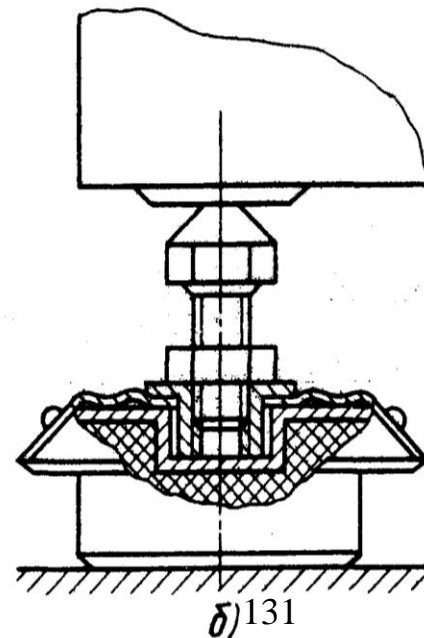
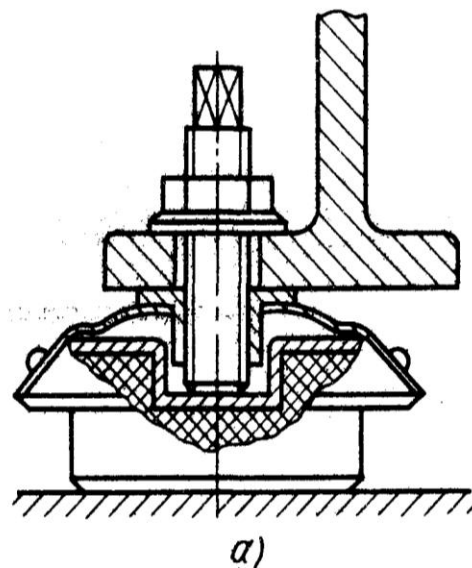
КВ-1 и КВ-2, как показано на рисунке. **Бетонный блок** можно устанавливать непосредственно на

поверхности коврика, который покрывают гидроизоляционной бумагой и листом кровельного железа.



Разработка заданий по строительной части (продолжение)

- **Фундаменты на пружинах** являются самым надежным, но и самым дорогим видом виброизоляции для установки станков класса точности С, точных измерительных машин и т. д. Бетонный блок ставят на пружины. Расстояние от **боковой плоскости опор станины до границы фундамента должно быть не менее 100 мм**. Оборудование крепят к фундаменту **анкерными болтами**, что повышает жесткость самой станины до 10 раз.
- При установке станков классов Н и П используются **виброизолирующие опоры**, что упрощает перестановку станков. Упругими элементами в таких опорах могут быть разные элементы: **при частоте собственных колебаний системы больше 20 Гц** – фетр, пробка, пластмассы, армированные волокнистыми материалами, свинцово-асбестовые прокладки; **при частоте 10...50 Гц** – резина (работающая на сдвиг), проволочная сетка объемного плетения; **при частоте меньше 5 Гц** – спиральные и листовые пружины, пневматические опоры.



- Хорошее покрытие полов выполняется из **мраморной крошки**. Покрытие выбирают в зависимости от конкретных условий эксплуатации и согласовывают с проектантами-строителями. При выборе покрытия пола необходимо учитывать его **химическую стойкость**, т. е. влияние на него рабочих жидкостей – воды, минерального масла и эмульсии, щелочных растворов, бензина, керосина и др., а также **водонепроницаемость и водостойкость, истираемость, бесшумность**.
- **Проектирование санитарно-технической части** проекта включает в себя разделы: водоснабжение для санитарно-бытовых нужд, канализация, вентиляция, очистные сооружения, установки для кондиционирования воздуха в термоконстантных помещениях и др.
- В задании для проектирования водопровода и канализации указывают данные о **потребностях и расходе воды на производственные нужды** и о **водоотводе сточных вод**.
- В механосборочных цехах вода потребляется как для **производственных** (технологических), так и **бытовых нужд**. Для производственных нужд вода расходуется на приготовление охлаждающих жидкостей, промывку изделий, охлаждение и закалку в установках ТВЧ, гидравлические испытания, для гидрофильтров в кондиционерах и окрасочных установках, на выработку пара для производственных нужд. **Степень очистки воды**, идущей на производственные нужды, определяется конкретными условиями потребления. Для **водоотвода** сточные воды должны **предварительно очищаться в очистных сооружениях предприятия**.
- Для **бытового потребления** используют очищенную воду, пригодную для потребления человеком, в питьевых автоматах и фонтанчиках, в душевых, умывальниках, санитарных узлах и т. п.

- **Расход воды** для потребления каждого вида рассчитывают по специально составленным **ведомостям потребителей**, которые должны содержать следующие сведения: шифр потребляющего воду оборудования по планировке; наименование цеха и участка; **общий и суточный расход воды (м³) на единицу оборудования с учетом коэффициента загрузки оборудования**; характер работы оборудования — **сменяемость объемов потребления воды; объем воды, сбрасываемой в канализацию** (наименование химиката, содержание его в растворе, особенности сбрасываемых растворов и др.). При этом особенно важно, чтобы **из очистных сооружений** не было сброса в канализацию **загрязненной химикатами воды**, опасной для здоровья людей, животного и растительного мира.
- ***В задании на проектирование отопления и вентиляции*** включают режим работы цеха; ведомость оборудования, **требующего устройства местных вентиляционных отсосов**; указания о необходимости **воздушных завес** у ворот; температуру, которая должна поддерживаться в цехе; **количество холодного металла**, поступающего в цех (в среднем за смену); **размеры ворот и режим их открывания** (число и продолжительность открываний в смену).
- ***Задание по теплоэнергетической части*** выдают для разработки проекта по снабжению цеха **газом, сжатым воздухом, технологическим паром** и другими энергоносителями. Для этого в его состав включают расчетные данные о потребностях в сжатом воздухе, технологическом паре и т. п. Пар расходуется на технологические нужды: подогрев охлаждающих жидкостей при их приготовлении и воды в моечных машинах, в сушильных камерах, для отопления и др. Для указанных выше целей расходуется **пар давлением 150...400 кПа**. Если необходимо подавать **пар под высоким давлением и отапливать помещения**, требуется **строительство котельной** (как правило газовой), что должно быть согласовано с инспекцией котлонадзора.

- ***В состав задания по электрической части*** входят данные для разработки проекта электроснабжения цеха, включающие указания по предполагаемым местам расположения трансформаторных подстанций; спецификация принятого оборудования с указанием его мощности; категория пожароопасности, составляются ведомости потребителей по подразделениям, размещенным в корпусе. В ведомости указывают расположение каждого отдельного потребителя силовой энергии, причем с разделением потребления энергии на бытовые и производственные помещения.
- ***При установлении категорий и классов пожароопасности*** руководствуются отраслевыми нормами, учитывающими характер производства в цехе. Механосборочные производства относятся в основном к категории Д, однако отдельные участки могут быть отнесены к категории В и Г. Помещения для оборудования противопожарной автоматики должны быть расположены на первом этаже с самостоятельным выходом и площадью: для газового тушения – 40 м², для пенного тушения – 100 м².
- ***Проектирование систем инернет-сетей, связи и сигнализации*** (противопожарной и охранной) выполняется специализированными субподрядными организациями. В состав данных для разработки проекта связи и сигнализации включают планировку оборудования с указанием мест монтажа аппаратов; сведения о числе и типе установок связи; задание на разработку диспетчерской связи, телефонов и коммутаторов внутренней связи; точки установки противопожарной и охранной сигнализации; места расположения видеокамер (в том числе и для контроля за производственным процессом), радиотрансляционных точек, электрочасов.

Экономическое обоснование проекта

При выборе оптимального варианта проекта цеха следует ориентироваться на проект, имеющий **минимум приведенных затрат**. Приведенные затраты складываются из себестоимости изготовления продукции (С) и произведения нормативного коэффициента эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$) на капитальные затраты (К). При определении капитальных вложений необходимо учитывать стоимость всего основного и вспомогательного оборудования, включая транспортно-заготовительные работы и монтаж, стоимость общей площади цеха, стоимость оборотных средств в незавершенном производстве, затраты на жилищное и культурно-бытовое строительство и др.

В общем виде **цеховая себестоимость** изготовления продукции:

$$C = M + З + P + A + И + П + Н + Ц_p,$$

где М — затраты на материал или заготовку; З — расходы на заработную плату производственных рабочих, включая начисления по соцстраху и отпускам; Р — расходы по эксплуатации основного оборудования; А — расходы на амортизацию основного оборудования; И — расходы на эксплуатацию режущих инструментов; П — расходы на эксплуатацию приспособлений (технологической оснастки); Н — расходы по наладке оборудования; Ц_р — общецеховые расходы.

Если сравниваемые варианты производственных процессов предусматривают изготовление деталей из **заготовок**, полученных **одним и тем же методом**, то **стоимость последней можно не включать** в технологическую себестоимость **при сравнении** вариантов. Если методы разные, то стоимость заготовок следует учитывать. Стоимость заготовки определяют по отчетным данным соответствующего цеха завода или, в случае получения заготовки со стороны, по данным прейскурантов, **в зависимости от массы и сложности заготовки**. К прейскурантным ценам следует добавить 5...10 % на транспортно-заготовительные работы

Экономическое обоснование проекта (продолжение)

- Затраты на заработную плату производственных рабочих определяют на основании нормы времени на данную операцию, квалификации рабочего (разряда) и тарифной ставки:

$$З = R_{ст} \times t_{шт-к} \times K_{зп} ,$$

где $R_{ст}$ – часовая тарифная ставка, определяемая согласно разряду, указанному в технологической карте; t шт-к – трудоемкость выполнения операции, мин; $K_{зп} = 1,5 \dots 1,7$ – коэффициент, учитывающий выполнение норм, расходы по социальному страхованию и оплате отпусков, а также величину доплат.

- Расходы по эксплуатации станочного оборудования включают затраты на электроэнергию, затраты на масла.
- Себестоимость ремонта можно определить, пользуясь нормативами единой системы планово-предупредительного ремонта. По этой системе себестоимость ремонта оборудования каждого типоразмера определяется категорией сложности ремонта R и продолжительностью межремонтного цикла.
- Расходы на смазочные материалы и СОЖ весьма незначительны, и в обычных условиях ими можно пренебречь.
- Расходы на амортизацию оборудования определяются исходя из коэффициента амортизации (обычно 0,15) и стоимости оборудования. Для универсального оборудования величина амортизационных отчислений определяется по нормам, а для специального оборудования – от годовой программы выпуска деталей на нем.
- Расходы по эксплуатации режущего инструмента на одну операцию рассчитываются исходя из первоначальной стоимости инструмента, количества повторных заточек, себестоимости одной повторной заточки инструмента, фактической стоимости инструмента между двумя переточками, длительности работы инструмента на протяжении одной операции.

Экономическое обоснование проекта (продолжение)

- Себестоимость эксплуатации **технологической оснастки** определяют, исходя из того, что расходы по технологической оснастке должны быть **списаны на общее число изделий**, подлежащих выпуску в течение **двух лет**. Следовательно, ежегодные **амортизационные отчисления** составляют **50 % стоимости оснастки**. Размер годовых расходов по ремонту приспособлений можно принять 8...10 % их стоимости, тогда годовые расходы на эксплуатацию специальных приспособлений составят 58...60 % от их первоначальной стоимости.
- Расходами на **сжатый воздух** и электроэнергию, используемые в **технологической оснастке**, можно пренебречь.
- Так как срок службы **универсальной оснастки** довольно велик, а расходы на одну операцию незначительны, эту составляющую технологической себестоимости можно **не учитывать**.
- Расходы по **наладке оборудования** рассчитываются исходя из затрат на заработную плату наладчика за единицу времени, длительности наладки станка, мин; коэффициента заработной платы, учитывающего выполнение норм, расходы по соцстраху и оплату отпусков, число операций, выполненных за одну наладку.
- Следует отметить, что при числе переналадок (6...24 в год) затраты на наладку оказываются небольшими, а в поточном производстве, когда за каждым технологическим оборудованием закреплена определенная операция, затраты на переналадку не учитывают.
- В общецеховые расходы включают также **затраты на работу вспомогательных силужб цеха**.

Показатели, используемых при оценке качества проекта:

- 1) **основные показатели – годовой выпуск продукции в оптовых ценах, в натуральном выражении, чистой (нормативной) продукции в оптовых ценах; численность работающих с разбивкой на рабочих, ИТР и служащих; основные промышленно-производственные фонды; капитальные вложения по основным промышленно-производственным фондам; трудоемкость выпускаемой продукции;**
- 2) **показатели уровня техники, технологии, механизации и автоматизации производства – количество основного оборудования; процент применяемых прогрессивных, малоотходных видов заготовок; фондовооруженность работающих; коэффициент использования материала; уровень механизации и автоматизации производственных процессов (%) (отношение суммы всего машинного времени (станко-ч) к сумме всех штучных времен (ч));**
- 3) **показатели уровня организации труда, производства и управления – производительность труда (выработка нормативно-чистой продукции) на одного работающего; коэффициент сменности работы оборудования; фондоотдача (выработка нормативно-чистой продукции на 1 р. основных производственных фондов); коэффициент кооперирования производства; общая трудоемкость важнейших изделий;**
- 4) **показатели уровня эффективности проекта – полная себестоимость продукции; себестоимость важнейших изделий; рентабельность; срок окупаемости капитальных вложений; эффективность от внедрения проекта на 1 р. затрат на проектирование;**
- 5) **показатели социальных факторов и условий труда – наличие решений по обеспечению наиболее благоприятных и безопасных условий труда; удельный вес численности рабочих, занятых ручным трудом; наличие решений по охране окружающей среды и использованию отходов производства; наличие собственных технических решений, защищенных авторскими свидетельствами;**

Экономическое обоснование проекта (продолжение)

б) показатели **оформления проекта** – комплектность документации и **соответствие ее нормативным документам** о порядке разработки и утверждения; соответствие оформления документации требованиям **нормативных документов**.

Определение категории качества проекта производят **по балльной системе** с учетом **коэффициента весомости** по каждой группе показателей.

