

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Е.С. КИСЕЛЕВ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
МЕХАНОСБОРОЧНЫХ И  
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Учебное пособие

Под редакцией Заслуженного деятеля науки и техники РФ  
доктора технических наук, профессора Л.В.Худобина

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению 55.29.00 и специальности 1201 – "Технология машиностроения"

Ульяновск

1999

УДК 621.757.006.3.001.66 (075.8)

ББК 34.68-4-02я73

К48

Рецензенты: профессор, доктор техн. наук М.Г.Косов;  
кафедра "Технология машиностроения" Самарского  
государственного технического университета.

Одобрено редакционно-издательским советом Ульяновского  
государственного технического университета.

**Киселев Е.С.**

К48 Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов  
машиностроительных предприятий: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ,  
1999. 118с. ISBN 5-89146-000-0.

Написано в соответствии с учебными программами дисциплин  
"Проектирование механосборочных цехов" и "Проектирование  
автоматизированных участков и цехов" специальности 1201 – Технология  
машиностроения и предназначено для использования при изучении  
теоретического курса, проведении практических занятий и выполнении  
соответствующих разделов дипломных проектов студентами всех форм  
обучения, в том числе дистанционного, а также инженерно-техническими  
работниками технологических служб машиностроительных предприятий.

Изложены методы и методики проектирования цехов механосборочного  
производства современных машиностроительных предприятий. Приведены  
справочно-нормативные данные, необходимые для проектирования. Уделено  
внимание компоновочным решениям цехов механосборочного производства  
и задачам технического перевооружения и реконструкции производства.

УДК 621.757.006.3.001.66 (075.8)

ББК 34.68-4-02я73

ISBN 5-89146-000-0

© Е.С.Киселев, 1999



ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ И МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОФИЛЯ .....	6
1.1. Основные понятия и определения .....	6
1.2. Основные задачи, этапы и последовательность проектирования .....	9
1.3. Классификация цехов и малых предприятий механосборочного профиля .....	13
2. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА .....	15
2.1. Исходные данные и определение годовой производственной программы .....	15
2.2. Расчет станкоемкости механической обработки заготовок и трудоемкости сборки изделий .....	20
2.3. Расчет количества основного и вспомогательного технологического оборудования .....	24
2.4. Расчет численности работающих в цехе .....	29
3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА .....	40
3.1. Обоснование типа и формы организации производства в инструментальном цехе .....	40
3.2. Основные методы и последовательность проектирования инструментальных цехов .....	41
4. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА .....	56
4.1. Обоснование типа и формы организации производства в ремонтно-механическом цехе .....	56
4.2. Структура ремонтной службы и методы организации ремонтных работ .....	56
4.3. Расчет годовой ремонтоемкости .....	58
4.4. Расчет трудоемкости слесарно-сборочных и прочих работ и станкоемкости механической обработки .....	62
4.5. Расчет количества и состава оборудования ремонтных служб предприятия .....	63
4.6. Расчет численности и состава работающих .....	67

5. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЦЕХОВ, УЧАСТКОВ И ЛИНИЙ .....	69
5.1. Структура и производственный состав гибких автоматизированных цехов, участков и линий .....	69
5.2. Расчет количества металлорежущего оборудования .....	71
5.3. Расчет автоматизированной транспортно-складской системы .....	73
6. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВЫХ СКЛАДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	77
6.1. Назначение цеховых складов машиностроительных предприятий и исходные данные для их проектирования .....	77
6.2. Расчет основных параметров складов полуфабрикатов, материалов и заготовок, межоперационных и промежуточных складов .....	80
7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И КОМПОНОВКА МЕХАНОСБОРОЧНЫХ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ И РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	88
7.1. Состав и методика расчета площадей цеха .....	88
7.2. Выбор типа зданий для размещения производственных, вспомогательных, санитарно-бытовых и административно-конторских площадей цеха .....	102
7.3. Компонировка цехов механосборочного и вспомогательного производства .....	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	117

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование является первым и основным этапом капитального строительства, обеспечивающим создание новых и реконструкцию действующих механосборочных и вспомогательных цехов и малых предприятий машиностроительного профиля. Проектирование является сложным и трудоемким процессом, в ходе которого одновременно решаются технические, экономические и организационные задачи. Основной целью проектирования является разработка наиболее экономичных проектов цехов и малых предприятий, обеспечивающих выпуск высококачественной продукции при наиболее благоприятных условиях труда. В современных условиях проектирование цехов и малых предприятий механосборочного профиля становится комплексной проблемой, объединяющей передовые достижения технологии машиностроения, экономики и организации промышленности, строительства, транспорта. На проектирование цеха или малого предприятия, строительство, монтаж и полное освоение проектной мощности уходит несколько лет. Сокращению сроков и трудоемкости проектирования способствует перевод расчетных и графических работ на ЭВМ с помощью разнообразных пакетов программ, например LCAD (версия 2.13, интермех), AMIGO и др.

Настоящее учебное пособие ставит целью ознакомить студентов с принципами проектирования основных и вспомогательных цехов механосборочного производства новых и реконструируемых предприятий и привить им соответствующие навыки.

Актуальность этой задачи обусловлена тем, что многие предприятия в настоящее время переходят на выпуск новой номенклатуры продукции или существенно ее расширяют в соответствии с требованиями рынка, организационно перестраиваются. Взамен крупных возникает много малых предприятий механосборочного профиля, по организационной структуре, мало отличающихся от средних и малых механосборочных или вспомогательных цехов, как правило, с широкой номенклатурой выпускаемой продукции, гибко реагирующих на изменение потребностей рынка. В связи с этим задачи проектирования новых малых предприятий и расчета реконструируемых цехов и участков все чаще встречаются в повседневной работе инженеров-технологов, а отсутствие надлежащих знаний и информации в этой области может привести к неоправданным затратам на организацию нового производства или к просчетам, сводящим на нет все усилия по организации выпуска конкурентоспособной продукции.

Предлагаемое пособие дает возможность будущим специалистам избежать вышеуказанных ошибок. Методики расчета, тесты в конце

разделов, а также тренировочные задания, вопросы для повторения и проблемные вопросы, приведенные в одновременно издаваемом учебно-практическом пособии автора для системы дистанционного обучения [7], изложены таким образом, что они позволят студентам не только закрепить полученные знания, но и получить определенные профессиональные навыки проектирования механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных заводов и малых предприятий (в том числе инструментального и ремонтного профиля).

Учебное пособие является обобщением многолетнего опыта преподавания дисциплин "Проектирование механосборочных цехов" и "Проектирование автоматизированных участков и цехов" в УлГТУ, а также опыта других технических вузов.

При написании настоящего учебного пособия использованы методические разработки разных лет сотрудников кафедры "Технология машиностроения" УлГТУ (УлПИ) А.М.Бударина, Ю.М.Правикова, А.Н.Унянина, подготовленные в свое время с участием автора.

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ И МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ПРОФИЛЯ**

### **1.1. Основные понятия и определения**

*Проект* – совокупность конструкторских и технологических документов, содержащих принципиальное или окончательное решение, дающее необходимое представление об устройстве создаваемого изделия, сооружения или производственной системы (предприятия, цеха, участка, линии) и исходные данные для последующей разработки рабочей документации.

В совокупность конструкторских и технологических документов, применительно к предприятию, цеху или участку, относят расчетно-пояснительную записку и чертежи, необходимые для строительства или реконструкции производственного и вспомогательного зданий, пространственного размещения технологического оборудования,

обеспечения его энергией всех видов (электро- и тепловая энергия, сжатый воздух, вода) и др.

**Предприятие** – это обособленный технико-экономический и социальный комплекс, предназначенный для производства полезных для общества благ [22].

Предприятия, производя нужные для общества товары и услуги, формируют материальные и социальные условия жизни и развития общества и различаются между собой прежде всего по сферам деятельности. Среди них выделяют промышленные предприятия, действующие в сфере материального производства, в том числе механосборочного профиля. Значение предприятий этой сферы определяется той ролью, которую играет в жизни общества само материальное производство. Принято считать, что предприятие не только обособленное, но и **первичное звено** экономической системы [22].

В зависимости от размеров предприятия подразделяют на крупные, средние и мелкие или малые.

Чаще всего размер предприятия определяется численностью занятых на нем работников. В каждой стране эти нормативы могут быть различными и изменяются по отраслям промышленности. Так в США к числу малых предприятий обрабатывающей промышленности относят предприятия, насчитывающие до 500 работников [22]. В общем количестве предприятий США около 80 % составляют малые и около 20 % - крупные. Однако последние производят около 80 % валового национального продукта. Понятно, что в условиях стабильной рыночной экономики крупные предприятия обладают рядом преимуществ: возможностью создания специализированных и автоматизированных, в том числе поточных, производств; широкими возможностями в приобретении и эксплуатации специализированного и высокопроизводительного технологического оборудования. Крупные предприятия могут приобретать оборотные средства в объемах, предоставляющих право на оптовые скидки; способны вкладывать капитал в научно-исследовательские и опытно-конструкторские программы, дающие возможность повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции, что в свою очередь повышает ее конкурентоспособность и уменьшает издержки производства.

Однако в период экономического спада малые предприятия (МП) отличаются большим динамизмом и приспособляемостью к изменяющимся условиям. Развитие малого бизнеса в промышленности существенно облегчает территориальный и отраслевой перелив рабочей силы и капитала. Предприятия малого бизнеса оперативнее отражают изменения потребительского спроса, быстрее впитывают новые веяния научно-технического прогресса, так как они более приспособлены для производства



уникальных изделий, быстрее и дешевле перевооружаются технически, освобождают крупные предприятия от производства низкорентабельной мелкосерийной продукции, охотнее идут на риск, занимаются поиском, доработкой и освоением новых изделий.

В послевоенный период (с 1945 года) в США примерно 40-50 % всех базовых нововведений было осуществлено на МП. Малые предприятия тратят намного меньше времени на весь цикл производства от разработки нового изделия до выхода его на рынок. Если МП для этого требуется в среднем 2,3 года, то большому – 3,1 года. Американские предприятия с числом занятых менее 1000 человек разрабатывают в 17 раз больше новых изделий, чем предприятия с количеством занятых свыше 10000. Малые предприятия в расчете на 1 доллар, вложенный в научно-исследовательские работы, создают в 4 раза больше новинок, чем средние предприятия (до 1000 чел.), и в 24 раза больше, чем крупные (свыше 10000 чел.) [22].

**Цех** – основное производственное подразделение промышленного предприятия, выполняющее определенные технологические процессы (например, механическую обработку, сборку, термическую обработку и др.), либо изготавливающие определенную продукцию (заготовки, детали, узлы, инструменты, приспособления, станки, машины и т.п.), либо выполняющее функции технического и хозяйственного обслуживания других цехов (например, ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования, транспортные функции и др.) [15, 17]. Различают механические, механосборочные (МСЦ), сборочные, инструментальные (ИЦ), ремонтно-механические (РМЦ), электроремонтные, транспортные и другие цеха.

В период перехода к рыночной экономике многие крупные предприятия фактически превращаются в холдинговые компании, с представлением МСЦ, ИЦ, РМЦ и другим цехам достаточно большой экономической самостоятельности при условии сохранения основных производственных функций. По существу, в создавшихся условиях все чаще стираются грани между такими цехами и малыми промышленными предприятиями. В дальнейшем при рассмотрении методов проектирования использование термина "цех" предполагает отнесение к нему всех понятий, касающихся МП.

Цех включает в себя производственные участки, вспомогательные подразделения, служебные и бытовые помещения.

**Участок производственный** – объединенная по тем или иным признакам группа рабочих мест (например, объединенная транспортно-накопительными устройствами, средствами управления участком и др.), на которых осуществляются технологические процессы изготовления изделий определенного назначения. Участок представляет собой структурную

единицу цеха, первичным элементом которого является рабочее место. Производственный участок выделяют в отдельную административную единицу, которую возглавляет мастер (при наличии на участке в одной смене, как правило, не менее 25 рабочих).

**Рабочее место** – это часть объема цеха, предназначенная для выполнения работы одним или группой рабочих [8].

В зависимости от содержания операции и организации ее проведения на рабочем месте (позиции) могут быть расположены технологическое оборудование, накопители с полуфабрикатами, один или группа рабочих, средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы и др.), режущий и контрольно-измерительный инструмент, приспособления, средства охраны труда, элементы системы управления и др. [8].

**Вспомогательные подразделения** предназначены для обслуживания и обеспечения бесперебойной работы производственных участков. К ним относятся: складское хозяйство, транспортная система, система инструментообеспечения, система ремонтного и технического обслуживания оборудования и рабочих мест и др.

**Служебные помещения** предназначены для размещения административно-конторских служб цеха, включая размещение технологических и конструкторских бюро, бухгалтерии, архива, планово-диспетчерского бюро и др.

**Бытовые помещения** предназначены для санитарно-гигиенических и социально-бытовых нужд работающих в цехе и включают в себя гардеробные, душевые, туалеты, пункты приема пищи (столовые, буфеты) и другие помещения.

## 1.2. Основные задачи, этапы и последовательность проектирования

При разработке проектов реконструкции существующих или создания новых цехов и МП необходимо не только хорошо знать передовую технологию производства, но и основные задачи, которые необходимо решить на каждом этапе технологического проектирования. Для обеспечения высокой технико-экономической эффективности в проекте должны быть одновременно решены связанные между собой экономические, технические и организационные задачи с учетом необходимости экологической чистоты производства.

**К первым задачам** относится экономическое обоснование:

- выбора объекта производства и степени специализации цеха или МП;
- производственной программы;
- выбора места расположения проектируемого объекта на генеральном плане прилегающей местности (предприятия);
- выбранных источников снабжения цеха или МП сырьем, материалами, полуфабрикатами, энергией всех видов, водой;
- необходимых размеров основных и оборотных средств.

К экономическим задачам необходимо отнести определение себестоимости новой продукции с учетом затрат на конструкторское и технологическое сопровождение, а также определение экономической эффективности сделанных затрат.

**Технические задачи** включают в себя:

- проектирование технологических процессов обработки и сборки;
- определение годовой станкочемкости механической обработки и трудоемкости сборки;
- определение потребного количества и состава основного и вспомогательного оборудования;
- определение потребного количества и состава работающих в цехе;
- расчет потребного количества и состава работающих в цехе;
- расчет потребного количества сырья, материалов и энергии всех видов;
- разработку систем транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации;
- расчет производственных, вспомогательных, административно-конторских и санитарно-бытовых площадей цеха, разработку внутренней планировки производственных корпусов и вспомогательных зданий;
- определение размеров, типов и форм зданий, разработку их конструкций и взаимного расположения на генеральном плане прилегающей местности (предприятия);
- разработку мероприятий по охране труда, пожарной безопасности;
- разработку ситуационного плана производственного корпуса и вспомогательного здания.

**Организационные задачи** охватывают:

- определение структуры управления цехом или МП, включая административные, технические и финансово-хозяйственные службы;
- установление содержания и порядка прохождения документации, форм планирования, отчетности и контроля;
- решение вопросов научной организации труда и рабочих мест;
- разработку мероприятий по подготовке кадров и др.

За последнее столетие резко возросло негативное воздействие человека на природу. При этом скорость негативных эффектов значительно превышает восстановительные возможности природной среды. Основными

загрязнителями природы являются промышленные предприятия. Несовершенство современных технологий не позволяет полностью перерабатывать минеральное сырье. Большая часть его возвращается в природу в виде отходов, которые представляют собой бросовое неиспользованное сырье. К основным видам промышленных отходов относятся осадки очистных сооружений промышленных предприятий, нефтепродукты, смазочно-охлаждающие и закалочные жидкости, отходы литейного производства, шламы, золошлаки и другие токсичные остатки [23].

В настоящее время неутилизированные промышленные отходы в своем большинстве хранят на территории самих предприятий, а также вывозят их, захламывая при этом леса, берега рек, загрязняя почву, поверхностные и подземные воды.

Поэтому, **одной из важнейших задач проектирования новых промышленных предприятий и цехов является обеспечение экологической безопасности окружающей среды.** Это возможно только при использовании безотходных замкнутых промышленных технологий. Реализация задачи использования внутризаводских отходов основывается на новейших достижениях науки, техники, технологии и позволяет решить сразу две проблемы: во-первых, сократить вовлечение в производство новых ресурсов, а во-вторых, прекратить загрязнение окружающей среды.

Принятая в нашей стране методика проектирования предусматривает разделение проектирования на два последовательных этапа: **предпроектный**, на котором определяют рациональность и эффективность строительства или реконструкции, и **проектный**, на котором разрабатывают проект цеха в одну или две стадии в зависимости от масштаба выпуска и сложности объекта производства.

Предпроектные работы проводят в 2 подэтапа:

- предпроектное обследование и разработка технико-экономического обоснования (ТЭО);
- разработка и утверждение технической заявки на создание и внедрение производственной системы (например, цех или участок) или технического задания на проектирование.

Проектирование участков и цехов осуществляют на основании технического задания. Разработку задания на проектирование осуществляет Заказчик проекта совместно с проектной организацией.

В задании на проектирование указывают следующее:

- обоснование выбора площадки для размещения проектируемого объекта, сведения о размерах, рельефе, условиях освоения;
- номенклатура объектов производства;

- объем выпускаемой продукции в натуральном и стоимостном выражениях;
- режим работы цеха, участка;
- эффективные фонды времени оборудования, рабочих мест и рабочих;
- требования по защите окружающей среды и утилизации отходов;
- необходимость разработки автоматизированной системы управления производством;
- намечаемые сроки строительства;
- стадийность проектирования;
- перечень основных требований к архитектурно-художественному оформлению и благоустройству территории.

К заданию на проектирование прикладывают заключение головного института отрасли о техническом уровне изделий, подлежащих выпуску и их перспективности.

Проектирование цеха или участка осуществляют в одну или в две стадии. Стадией называется определенный объем проектных работ, которые необходимо выполнить в данный проектный период.

Если при проектировании в достаточно большой степени используют типовые и повторно применяемые ранее разработанные технические решения (а также при проектировании несложных объектов), то разрабатывают технический проект, т.е. проектирование ведут в одну стадию. При этом типовые или повторно применяемые проекты тщательно анализируют на соответствие их современному уровню науки и техники, требованию норм технологического проектирования, требованиям экологической безопасности и, при необходимости, вносят в них соответствующие изменения.

В случае применения новой неосвоенной технологии производства, нового высокопроизводительного технологического оборудования и при особо сложных условиях строительства проектирование цеха ведут в две стадии: сначала выполняют технический проект, а затем, после его утверждения, разрабатывают рабочие чертежи.

При раздельном проектировании на первой стадии решают комплекс технических, экономических и организационных задач, включающий:

- технико-экономическое обоснование производственной программы;
- выбор и технико-экономическое обоснование конкурирующих вариантов получения заготовок деталей;
- выбор форм организации производства;
- разработку технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий (при многономенклатурном производстве – деталей и изделий – представителей);

- расчет количества и определение состава основного и вспомогательного металлорежущего и подъемно-транспортного оборудования, выбор типов поточных и автоматических линий, гибких производственных систем и, при необходимости, их проектирование;
- определение численности и состава работающих в цехе;
- предварительный расчет производственных, вспомогательных, административно-конторских и санитарно-бытовых площадей цеха;
- разработку компоновки цеха, выбор типов производственного и вспомогательного зданий;
- разработку технологической планировки цеха и мероприятий по охране труда работающих, экологии производства, пожарной безопасности, гражданской обороне;
- экономическое обоснование проектных решений. Расчет сметы строительства, капиталовложений, себестоимости продукции, фондов заработной платы и т.п.;
- определение технико-экономических показателей проектируемого цеха.

На второй стадии детализируют технические решения, принятые на первой стадии, и разрабатывают следующие чертежи:

- оригинального технологического оборудования;
- специальных средств механизации и автоматизации технологических операций;
- технологических планировок (рабочие чертежи);
- специальных элементов и конструкций зданий;
- специальной строительной технологической оснастки и др.

При выполнении проектов в одну стадию детальное проектирование цеха не осуществляют, так как используют типовые проекты аналогичных цехов с хорошими технико-экономическими показателями. Поэтому при одностадийном проектировании главным образом совершенствуют выбранный (базовый) проект с учетом последних достижений науки и техники и требований экологической безопасности. Это обеспечивает минимально возможные сроки проектирования и строительства.

### **1.3. Классификация цехов и малых предприятий механосборочного профиля**

Для целей проектирования цех и малые предприятия механосборочного профиля классифицируют по ряду важнейших признаков, существенно влияющих на выбор методики их проектирования, выбор и планировку

необходимого технологического оборудования и транспортных средств. К таким признакам относят: тип производства; форму организации производства; уровень механизации и автоматизации производства; массу и уровень точности деталей и изделий, производимых в цехе или МП; количество основного оборудования, устанавливаемого в цехе; степень специализации производства и др. Основных признаков классификации четыре.

**Первым классификационным признаком** является серийность выпуска изделий, определяющая тип производства. В машиностроении имеются цехи и МП массового и крупносерийного производства, проектируемые по такту выпуска изделий с применением поточно-конвейерной автоматизированной и комплексно-механизированной обработки и сборки, а также цехи среднесерийного, мелкосерийного и единичного производств с произвольной периодичностью выпуска изделий, со стационарными способами сборки.

**Вторым классификационным признаком** является уровень механизации и автоматизации производственных процессов. При этом каждый из указанных выше типов производства имеет свои отличия: если для крупносерийного и массового производства характерны комплексная механизация и различный уровень автоматизации, вплоть до комплексно-автоматизированных цехов и МП на основе автоматических линий, в том числе гибких, то для среднесерийного, мелкосерийного и единичного производства может быть установлен заданием на проектирование практически любой уровень механизации и автоматизации (главным образом на основе гибких производственных модулей, линий и участков).

**Третьим признаком классификации** является масса изделия (заготовки), от которой зависит, будет ли нуждаться проектируемый цех в крановых пролетах и какую грузоподъемность должны иметь как сами краны, так и другие транспортные средства, а также размеры колонн и их сетка.

По массе изделий (заготовок), изготавливаемых в цехе, различают:

- цехи легкого машиностроения с массой собираемых изделий или обрабатываемых заготовок до 10 кг;
- цехи среднего машиностроения с массой изделий (заготовок) от 10 до 100 кг;
- цехи тяжелого машиностроения с массой изделий (заготовок) от 100 до 15000 кг;
- цехи особо тяжелого машиностроения с массой изделий (заготовок) свыше 15000 кг.

**Четвертым классификационным признаком** является уровень точности изготавливаемых изделий, который оценивают по среднему качеству

$$\bar{K}_T = \frac{\sum K_{Tj} \cdot n_{Tj}}{\sum n_{Tj}}, \quad (1.1)$$

где  $K_{Tj}$  – качество  $j$ -го изделия;  $n_{Tj}$  – число размеров  $j$ -го качества.

В зависимости от величины  $\bar{K}_T$  принимают решение о целесообразности строительства термоконстантных цехов, цехов с полуавтоматической принудительной приточно-вытяжной вентиляцией или с естественным воздухообменом.

К помещениям с термоконстантным режимом, в зависимости от характера и точности выполняемых работ ( $\bar{K}_T \leq 5 \div 6$ , например, при изготовлении станков классов точности В, О, А), предъявляют достаточно жесткие технологические требования к температурному режиму, относительной влажности, чистоте воздуха и компоновочным решениям.

Существенно меньшие требования предъявляют к помещениям с полуавтоматической принудительной приточно-вытяжной вентиляцией ( $\bar{K}_T = 7-11$ ). Вообще не предъявляют технологические требования к помещениям с естественным воздухообменом ( $\bar{K}_T \geq 12$ ).

## 2. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА

### 2.1. Исходные данные и определение годовой производственной программы

Методика проектирования цехов механосборочного производства во многом определяется исходными данными для выполнения расчетов.

**Исходными данными** для проектирования механических, механосборочных, сборочных цехов и малых предприятий механосборочного профиля являются:

- номенклатура объектов производства;
- годовая производственная программа;
- станкоемкость механической обработки заготовок деталей, входящих в одно изделие;
- трудоемкость сборки изделия.

В качестве **руководящей и справочной информации** можно использовать:

- типовые планировки и компоновки цехов;



- нормативные и справочные данные, каталоги.

На первом этапе проектирования цехов механосборочного производства необходимо установить тип и формы организации производства.

В соответствии с ГОСТ 14.004-83\* показателем для определения типа производства является коэффициент закрепления операций

$$K_{3.0} = \frac{Ч_0}{C_{п}}, \quad (2.1)$$

где  $Ч_0$  – число технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца МП, цехом или участком;  $C_{п}$  – число рабочих мест.

Согласно ГОСТ 14.004-83\* коэффициент  $K_{3.0} = 1$  для массового производства;  $1 < K_{3.0} < 10$  для крупносерийного;  $10 < K_{3.0} \leq 20$  для среднесерийного;  $20 < K_{3.0} \leq 40$  для мелкосерийного. Для единичного производства величина  $K_{3.0}$  не регламентируется.

На начальной стадии проектирования для определения типа производства можно воспользоваться табл. 2.1 и 2.2 [25] с обязательной проверкой принятых решений после расчета числа технологических операций и определения количества единиц технологического оборудования (при выполнении дипломных проектов).

### 2.1. Ориентировочная (годовая) программа выпуска деталей, шт., по типам производства в механических цехах [25]

Максимальная масса обрабатываемой заготовки (детали), кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
до 200	до 100	1000 ... 5000	5000 ... 10000	10000 ... 100000	Св. 100000
201-2000	до 20	20 ... 500	500 ... 1000	1000 ... 5000	5000 ... 1000000
2001-30000	до 5	5 ... 100	100 ... 300	300 ... 1000	1000 ... 5000
Св. 30000	до 3	3 ... 10	10 ... 50	-	-

### 2.2. Определение типа производства при сборке изделий [25]

Трудоемкость сборки	Среднемесячный выпуск изделий, шт, при типах производства
---------------------	---

изделия, ч	единич ном	мелкосерий ном	среднесерий ном	крупносе рийном	массовом
Свыше 2500	до 1	Св. 2 до 4	Св. 5	-	-
Св. 250 до 2500	до 3	Св. 3 до 8	Св. 9 до 60	Св. 60	-
Св. 25 до 250	до 5	Св. 8 до 30	Св. 31 до 350	Св. 351 до 1500	Св. 1500
Св. 2,5 до 25	до 8	Св. 9 до 50	Св. 51 до 600	Св. 601 до 3000	Св. 3000
Св. 0,25 до 2,5	-	до 80	Св. 81 до 800	Св. 801 до 4500	Св. 4500
до 0,25	-	-	-	Св. 1000 до 6000	Св. 6000

После выявления типа производства устанавливают форму его организации. В соответствии с рекомендациями [8] различают две формы организации производства: групповую и поточную. В свою очередь, групповая организация производства может быть поточной и непоточной.

Групповая организация производства характеризуется совместным изготовлением группы деталей (или других изделий) различной конфигурации на специализированных рабочих местах и основана на использовании типовых технологических процессов. В условиях крупно- и среднесерийного производства применяют поточно-групповую организацию технологических процессов, в основу которой положены унифицированные групповые технологические процессы.

В мелкосерийном и единичном производствах специализация участков и цехов основывается на применении типовых технологических процессов. Для них характерна групповая непоточная организация технологических процессов.

Годовую производственную программу представляют в укрупненном (табл. 2.3) и поддетальном виде (табл. 2.4).

### 2.3. Производственная программа в укрупненном виде

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу, шт.	Масса изделия, т	Масса деталей, т	
				на одно изделие	на программу
1	2	3	4	5	6

Основой для проектирования механических, механосборочных и сборочных участков является поддетальная производственная программа.

## 2.4. Подетальная производственная программа

№ чертежа		Наименование детали	Марка материала	Вид заготовки	Число деталей на одно изделие, шт.	% на заготовки	Число деталей, шт.			Масса, кг		Масса на программу, т	
узла	детали						на осн. программу	на зап. части	всего	заготовки	детали	заготовок	деталей
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве подетальную производственную программу представляют только для деталей-представителей.

Проектирование механических и механосборочных участков и МП ведут на основании точной, приведенной или условной программ.

**Точную программу** рассчитывают в том случае, когда установлена и обеспечена нормативно-технической документацией вся номенклатура объектов производства. Проектирование по точной программе ведут, в основном, при массовом и крупносерийном производстве с поточной формой организации, что и вызывает необходимость точных расчетов.

Точную годовую программу выпуска всех объектов производства определяют по зависимости

$$N = N_{сб} \cdot n_d + N_{зк} + N_{зр} + N_k, \quad (2.2)$$

где  $N_{сб}$  – годовая программа выпуска сборочных единиц, шт.;  $n_d$  – количество деталей одного наименования, входящих в одну сборочную единицу, шт.;  $N_{зк}$  – программа деталей (запасных частей), поставляемых потребителю в едином комплекте со сборочной единицей (изделием), шт.;  $N_{зр}$  – программа деталей (запасных частей), поставляемых потребителю россыпью и за отдельную плату, шт.;  $N_k$  – программа деталей, поставляемых по кооперации другим предприятиям, шт.

**Приведенную программу** рассчитывают при большом разнообразии изготавливаемой продукции или отсутствии точной программы, когда имеются полные данные только по изделиям-представителям. Для приведения программы участков к меньшей номенклатуре все изделия делят на группы по конструктивному и технологическому подобию.

Для каждой группы выбирают изделие-представитель, по которому ведут все последующие расчеты. К изделию-представителю предъявляют следующие основные требования:

- число изделий-представителей должно быть преобладающим в годовой программе;

- общая годовая трудоемкость изделий-представителей должна составлять значительную часть от общей годовой трудоемкости данной группы;

- остальные изделия в группе должны быть сходны с изделием-представителем по конструктивным признакам, габаритам и массе.

Расчет приведенной программы  $N_{пр}$  заключается в условном приравнивании каждого изделия группы к выбранному представителю и определению их количества с учетом коэффициента приведения  $K$ :

$$N_{пр} = N \cdot K. \quad (2.3)$$

Общий коэффициент приведения рассчитывают по формуле

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n, \quad (2.4)$$

где  $K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты приведения соответственно по массе, серийности, сложности;  $K_n$  – коэффициент любого параметра, учитывающий особенности изготовления или сборки рассматриваемых изделий:

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M}\right)^2}; \quad K_2 = \left(\frac{N}{N_x}\right)^{\alpha_1}; \quad K_3 = (\bar{K}_T)^{\alpha_2} \cdot K_0, \quad (2.5)$$

где  $M, N, M_x, N_x$  – соответственно масса, кг, и программа выпуска, шт., изделий-представителей и приводимых изделий;  $\alpha_1, \alpha_2$  – показатели степени:  $\alpha_1 = 0,15$  – для объектов легкого и среднего машиностроения;  $\alpha_1 = 20$  – для объектов тяжелого машиностроения.

Для определения значений  $(\bar{K}_T)^{\alpha_2}$  рекомендуется использовать нормативы [10], приведенные в табл. 2.5.

### 2.5. Средние значения коэффициента приведения $(\bar{K}_T)^{\alpha_2}$

Средний квалитет $\bar{K}_T$	6	7	8	11	12	13
$(\bar{K}_T)^{\alpha_2}$	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

$K_0$  – коэффициент приведения по оригинальности. Для сборочных цехов и участков  $K_0 = \sqrt{\frac{B_x}{B}}$ , где  $B, B_x$  – соответственно количество оригинальных деталей в изделии-представителе и в приводимом изделии.

Для механических цехов и участков  $K_0 = (\bar{R}_a)^{\alpha_3}$ , где  $\bar{R}_a$  – среднее значение среднего арифметического отклонения профиля обработанных поверхностей изготавливаемых деталей, мкм:

$$\bar{R}_a = \frac{\sum R_{ak} \cdot n_k}{\sum n_k}, \quad (2.6)$$

где  $R_{ak}$  –  $k$ -ое значение  $R_a$ , мкм;  $n_k$  – число поверхностей, имеющих значение  $R_a = R_{ak}$ .

Значение  $(\bar{R}_a)^{\alpha_3}$  при обработке резанием определяют по нормативам [10], приведенным в табл. 2.6.

После определения приведенной программы вместо заданного числа изделий с обширной номенклатурой дальнейшие расчеты ведут по сокращенной и ограниченной номенклатуре с новым условным числом

$$N_{пр_i} = \sum_{i=1}^p N_x \cdot K_{oi},$$

где  $p$  – количество наименований деталей рассмотренной конструктивно-технологической группы;  $i$  – номер группы.

Результаты расчетов сводятся в таблицу по форме табл. 2.7

### 2.6. Средние значения коэффициента приведения $K_o$

$\bar{R}_a$ , мкм	20	10	5	2,5	1,25	0,63
$K_o = (\bar{R}_a)^{\alpha_3}$	0,95	0,97	1,0	1,1	1,2	1,4

### 2.7. Расчет приведенной программы

Наименование детали или изделия	№ по чертежу	Наименование представителя	Масса, кг	Годовая программа выпуска $N_x$ , шт.	Коэффициенты приведения				Приведенная программа $N_{пр}$ , шт.
					$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Расчет по условной программе** ведут в основном при единичном и мелкосерийном производствах, когда номенклатура объектов производства очень велика или в нее входят изделия, конструкция которых в полном объеме еще не разработана, а иногда и не известна. В последнем случае заданием на проектирование предусматривают выпуск продукции в единицах массы, в стоимостном выражении. Для проектирования выбирают условные представители (детали или изделия, на которые имеются исходные данные и по которым ведут проектирование). Обычно в этом случае используют среднеотраслевые нормы станкоемкости изготовления одной тонны аналогичных изделий.

## 2.2. Расчет станкоемкости механической обработки заготовки и трудоемкости сборки изделий

В зависимости от этапа проектирования, типа и формы организации производства, вида производственной программы и других факторов трудоемкость (станкоемкость) изготовления детали или сборки изделия можно определить различными способами.

*Определение трудоемкости по технологическому процессу* путем нормирования затрат времени на выполнение отдельной операции осуществляют, в основном, при малономенклатурном крупносерийном и массовом производстве при расчете цеха по точной программе. Норму времени на  $i$ -ю операцию определяют по следующим формулам:

для крупносерийного и массового производства

$$T_{ш\ i} = T_0 + T_в + T_д; \quad (2.7)$$

для единичного, мелко- и среднесерийного производства

$$T_{ш.к\ i} = T_{пз}/N_Q + T_0 + T_в + T_д; \quad (2.8)$$

общее время на обработку заготовки

$$T_{ш} = \sum_{i=1}^n T_{ш\ i}; \quad T_{ш.к\ i} = \sum_{i=1}^n T_{ш.к\ i}, \quad (2.9)$$

где  $T_{ш}$  и  $T_{ш.к}$  – соответственно штучное и штучно-калькуляционное время, мин;  $T_0$ ,  $T_в$ ,  $T_д$  – основное, вспомогательное и дополнительное время, мин;  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, мин;  $N_Q$  – число заготовок одного наименования в партии, шт;  $n$  – число технологических операций.

Для определения трудоемкости обработки одной заготовки, когда известны трудоемкость обработки другой геометрически подобной заготовки, а также массы двух сравниваемых заготовок, пользуются следующей формулой:

$$\frac{T_x}{T_{пр}} = \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M_{пр}}\right)^2}, \quad (2.10)$$

где  $T_x$ ,  $T_{пр}$ ,  $M_x$  и  $M_{пр}$  – соответственно трудоемкость, мин, и масса, кг, приводимого изделия и изделия-представителя.

Когда необходимо вести сопоставления не по общей трудоемкости (станкоемкости) изделия, а по удельной трудоемкости (станкоемкости) 1 т массы изделия, используют другую формулу:

$$\frac{h_x}{h_{пр}} = \sqrt[3]{\frac{M_{пр}}{M_x}}, \quad (2.11)$$

где  $h_x$  – искомая трудоемкость (станкоемкость) 1 т массы детали, ч;  $h_{пр}$  – трудоемкость (станкоемкость) обработки 1 т заготовок деталей изделия-представителя, ч.

Для более точного сопоставления при определении трудоемкости (станкоемкости) пользуются общим коэффициентом приведения с учетом коэффициентов на массе ( $K_1$ ), серийности ( $K_2$ ) и сложности ( $K_3$ ):

$$T_x = T_{пр} \cdot K. \quad (2.12)$$

В практике проектирования указанные зависимости используются для сравнения трудоемкости не только отдельных деталей, но и сборочных единиц.

**Определение трудоемкости методом сравнения** находит применения, в основном, при проектировании цеха по приведенной программе.

При укрупненном проектировании цехов по условной программе **трудоемкость** (станкоемкость) **определяют по заданным технико-экономическим показателям.**

Наиболее часто заданием на проектирование цеха по условной программе предусматривается **годовой объем выпуска изделий производства** по суммарной массе или стоимости.

В том случае, когда выпуск изделий производства задан по массе, используют среднеотраслевые нормы станкоемкости изготовления 1 т аналогичных деталей или трудоемкости сборки близких по сложности изделий.

В этом случае годовая станкоемкость деталей, подлежащих выпуску,

$$T_{г} = \sum_{i=1}^{\lambda} T_{mi} \cdot M_i, \quad (2.13)$$

где  $T_{mi}$  – станкоемкость изготовления 1 т деталей, ст. ч;  $M_i$  – годовой выпуск деталей, т;  $\lambda$  - число конструктивно-технологических групп деталей.

Аналогично определяют трудоемкость сборки изделий.

В том случае, когда выпуск изделий задан по стоимости, годовая станкоемкость деталей, подлежащих выпуску,

$$T_{г} = \frac{D \cdot K_c}{C_{ч}}, \quad (2.14)$$

где  $D$  – стоимость годового выпуска деталей, руб.;  $K_c$  – коэффициент, учитывающий долю стоимости 1 ст.ч в общей стоимости деталей проектируемого цеха;  $C_{ч}$  – средняя тарифная часовая ставка станочников цеха (в соответствии с планируемым средним разрядом рабочих-станочников), руб./ч.

Аналогично определяют трудоемкость сборки изделий.

При разработке проектов МП и цехов единичного и мелкосерийного производства, а также при реконструкции или расширении действующего

производства и при укрупненных расчетах станкоемкость можно определить *по данным действующих цехов* и предприятий.

В основу расчета принимают фактическую (достигнутую) трудоемкость  $T^{\Phi}$  аналогичных или данных изделий с учетом коэффициента ужесточения за счет принятой более прогрессивной технологии: фактическая заводская трудоемкость

$$T^{\Phi} = \frac{T^H \cdot 100}{B}, \quad (2.15)$$

где  $T^H$  – действующая на предприятии норма трудоемкости, чел. ч;  $B$  – средний уровень выполнения норм, %; фактическая станкоемкость

$$T_{ст}^{\Phi} = T^{\Phi} \cdot K_{мо}, \quad (2.16)$$

где  $K_{мо}$  – коэффициент многостаночного обслуживания.

Фактическая (достигнутая) станкоемкость предприятия для целей проектирования должна быть дополнительно ужесточена путем умножения на коэффициент ужесточения  $K_y$ :

$$T_{ст.}^{пр} = T_{ст.}^{\Phi} \cdot K_y. \quad (2.17)$$

Для определения коэффициента ужесточения разрабатывают новые техпроцессы изготовления нескольких деталей-представителей и определяют станкоемкость обработки техническим нормированием, расчетно-аналитическим методом. Полученные данные сопоставляют с заводскими нормами на однотипные детали. Сопоставление ведут по видам работ, т.е. отдельно для токарных, сверлильных, фрезерных и др. работ, и таким образом определяют соответствующие коэффициенты ужесточения. Принятые  $K_y$  распространяют на остальные детали и изделия

Коэффициент ужесточения можно определить также по формуле

$$K_y = \frac{T_{пр}^{пр} \cdot B}{T_{пр}^H \cdot 100} K_{пн}, \quad (2.18)$$

где  $T_{пр}^{пр}$ ,  $T_{пр}^H$  – соответственно трудоемкость детали-представителя проектная и нормируемая (по данным на предприятия);  $K_{пн}$  – планируемый коэффициент перевыполнения норм.

Величина  $K_y$  характеризует степень совершенствования разработанных технологических процессов в сравнении с процессами, действующими на базовом предприятии. Значения  $K_y$  не должны быть больше 0,85, в противном случае технологические процессы следует переработать.

### Тест для самоконтроля к параграфам 2.1 и 2.2

 Да

 Нет



1. Можно ли на начальной стадии проектирования цеха определить тип производства по коэффициенту закрепления операций ?

 

2. Применима ли поточно-групповая форма организации в условиях единичного производства ?

 

3. Целесообразно ли в условиях крупносерийного и массового производств осуществлять проектирование цеха по приведенной программе ?

 

4. Следует ли при расчете приведенной программы сборочного цеха учитывать точность собираемых деталей ?

 

5. Хотели бы Вы осуществить расчет цеха с малой номенклатурой и большим годовым выпуском готовых изделий по условной программе ?

 

6. Возможно ли для условий мелкосерийного производства при расчетах трудоемкости (станкоемкости) выпускаемой продукции использовать ранее рассчитанный коэффициент приведения ?

 

7. Используют ли среднеотраслевые нормы станкоемкости (трудоемкости) 1 тонны близких по конфигурации и технологии изготовления изделий при расчете цехов по точной программе ?

 

8. Можно ли при расчете реконструируемых цехов использовать данные по трудоемкости и станкоемкости изделий существующего производства подлежащих выпуску после реконструкции на новом технологическом оборудовании ?

 

9. Считаете ли Вы, что коэффициент ужесточения, определенный для одной из деталей конструктивно-технологической группы, может быть использован для определения станкоемкости изготовления деталей других конструктивно-технологических групп по номенклатуре проектируемого цеха ?

 
 

10. В результате расчетов величина коэффициента ужесточения составила 0,9. Следует ли в этом случае осуществлять переработку новых технологических процессов ?

### 2.3. Расчет количества основного и вспомогательного технологического оборудования

Технологическое оборудование цеха подразделяют на основное и вспомогательное.

К основному технологическому оборудованию относят оборудование, выполняющее технологические операции обработки заготовок и сборки изделий, предусмотренные номенклатурой изделий и производственной программой цеха, и расположенное на производственных площадях участка.

Вспомогательное оборудование предназначено для обслуживания основного оборудования и размещается во вспомогательных службах цеха.

*Расчет количества единиц основного оборудования* зависит в основном от типа производства, и осуществляется двумя основными методами:

- по расчетной станкоемкости механической обработки;
- по технико-экономическим показателям.

Расчет по станкоемкости производят при детальном проектировании цехов серийного и массового производства.

Расчет по технико-экономическим показателям производят главным образом при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, когда станкоемкость механической обработки в цехе подробно не рассчитывают, а также при укрупненном проектировании цехов всех типов производства.

При проектировании механических цехов и участков с поточной формой организации производства количество основного оборудования для конкретной операции определяют по формуле:

$$C_p = \frac{T_{ш}}{T_T}, \quad (2.19)$$

где  $T_T$  – такт выпуска, мин.

Для однопредметной поточной линии

$$T_T = \frac{F_{до}}{N},$$

где  $F_{до}$  – действительный годовой фонд работы оборудования, ч. Принимают по нормативам [10].

Общее количество станков в поточной линии  $C_{общ}$  определяют как сумму принятых для отдельных операций станков  $C_{pi}$ :

$$C_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{pi}} \cdot \quad (2.20)$$

При проектировании механических цехов и участков группового производства (единичного, мелкосерийного, серийного), а также при укрупненном проектировании цехов крупносерийного и массового производства, количество основного технологического оборудования определяют по общей станкоемкости всей номенклатуры деталей цеха:

$$C_p = \frac{T_r}{F_{\text{д.о.}} \cdot K_3}, \quad (2.21)$$

где  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

Средние значения  $K_3 = 0,8 - 0,9$  по цеху принимают для единичного и мелкосерийного производства, для серийного производства  $K_3 = 0,75 - 0,85$ , для массового и крупносерийного  $K_3 = 0,65 - 0,75$ .

Состав оборудования по типам станков определяют по процентному соотношению различных станков в технологическом процессе изготовления изделия-представителя или в цехе с аналогичным производством (см. табл. 2.8).

## 2.8. Процентное соотношение различных типов станков в цехах механосборочного производства [2]

Станки	Цех непоточного производства	Цех поточного производства со средним выпуском	Цех поточного производства с большим выпуском
Простые токарные	2,6	7,5	3
Револьверные	12	6,3	3,4
Многорезцовые одношпиндельные	1,2	11,3	7,6
Токарные автоматы и полуавтоматы многошпиндельные	0,5	2,6	8,1
Строгальные	7,2	-	-
Горизонтально- и вертикальнофрез	14,2	10	5,7

ерные			
Протяжные вертикальные и горизонтальные	0,5	2	3,6
Сверлильные и расточные одношпиндельны е	12,5	17	12
Агрегатно- сверлильные	-	3	12,6
Автоматические линии	-	-	1,6
Круглошлифовал ьные	9	7,2	5,5
Внутришлифовал ьные	6,6	2,7	1,6
Прочие	9,1	30,4	35,3

При проектировании сборочных цехов и участков количество основного технологического оборудования при его значительной загрузке определяют по формулам, используемым при проектировании механических цехов. При незначительном объеме работ для сборочного цеха принимают минимальный комплект оборудования, необходимого для выполнения технологического процесса сборки.

Число рабочих мест (стендов) для сборки определяют по формуле

$$C = \frac{T_{\Gamma}^{cb}}{F_{д.о} \cdot m}, \quad (2.22)$$

где  $T_{\Gamma}^{cb}$  - трудоемкость сборки годовой программы изделий всех наименований в цехе, чел.-ч;  $m$  – средняя плотность работы (число человек, одновременно работающих на одном рабочем месте). При работе на верстаке  $m = 1$ , а при работе на стендах для узловой и общей сборки  $m = 2, 3, 4$  и т.д. в зависимости от габаритных размеров, сложности сборки и других особенностей собираемого изделия.

Для поточного производства число рабочих мест  $C$  определяют исходя из штучного времени на операцию и такта выпуска:

$$C = \frac{T_{ш}}{T_{\Gamma} \cdot m}. \quad (2.23)$$

Полученное по вышеприведенным формулам дробное (расчетное) число округляют до целого и находят принятое число рабочих мест. При этом, если

дробная часть числа составляет менее 10 % от расчетной величины, то ее отбрасывают; если больше, то число увеличивают до ближайшего большего целого числа.

**Расчет количества единиц вспомогательного оборудования (станков)**, устанавливаемого в цеховой ремонтной базе, заточном отделении и в мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента осуществляют разными методами в зависимости от типа производства и степени детализации проектных решений.

При укрупненных расчетах количество станков, устанавливаемых в **цеховой ремонтной базе**, определяют по нормам технологического проектирования в зависимости от общего количества основного технологического оборудования, установленного в цехе по табл. 2.9

### 2.9. Нормы количества станков в цеховой ремонтной базе [10]

Количество основного технологического оборудования в цехе, шт	100	180	200	250	300	400	500	1000
Количество станков в цеховой ремонтной базе, шт	2	3	4	5	6	7	9	10

При детальных расчетах, осуществляемых при проектировании механосборочных цехов крупносерийного и массового производства, количество станков в цеховой ремонтной базе определяют по годовой ремонтоемкости основного технологического оборудования цеха и с учетом формы организации ремонтных работ на предприятии. Подробные сведения о методике расчетов приведены в разделе 4 настоящего пособия.

**Заточное отделение** рекомендуется создавать с расчетом обслуживания, как правило, всех цехов производственного корпуса. Количество станков общего назначения в заточном отделении определяют по процентному отношению к числу обслуживаемых: для цехов массового и крупносерийного производств с числом обслуживаемых станков до 200 – 4 %, свыше 200 – 3 %; для цехов среднесерийного, мелкосерийного и единичного производств и всех вспомогательных цехов соответственно 3 и 2 %.

Если в составе обслуживаемого заточным отделением станочного парка имеются многошпиндельные или агрегатные станки, то расчет оборудования заточного отделения ведут по приведенному числу станков  $C^П$ :

$$C^П = C + C_a \cdot K_a + C_M \cdot K_M, \quad (2.24)$$

где  $C_a$  и  $C_m$  – соответственно количество шпинделей агрегатных и многошпиндельных станков;  $K_a$  и  $K_m$  – коэффициенты, учитывающие неодновременность работы шпинделей:  $K_Q = 0,15$ ;  $K_m = 0,4$  [17].

Количество специальных заточных станков определяют по нормам технологического проектирования (табл. 2.10).

#### 2.10. Нормы для расчета количества специальных заточных станков [17]

Затачиваемый инструмент	Нормы обслуживания зубообрабатывающего оборудования одним специальным заточным станком	
	Наименование	Количество
Червячные фрезы	Зубофрезерные одношпиндельные	10
	Зубофрезерные двухшпиндельные	6
Резцовые головки	Зубострогальные	4
Шеверы	Шевинговальные	10
Протяжки	Одноплунжерные протяжные	15
	Двухплунжерные протяжные	8
Долбяки	Зубодолбежные	20

Кроме того, в состав вспомогательного оборудования заточного отделения входят обдирочно-шлифовальный станок, заточные станки для дисковых пил и центровочных сверл, ручной пресс.

Количество станков *мастерской (отделения) по ремонту технологической оснастки и инструмента* определяют по нормам технологического проектирования (табл. 2.11).

#### 2.11. Нормы для расчета количества станков мастерской (отделения) ремонта технологической оснастки и инструмента [17]

Число обслуживаемых станков механического цеха, шт	Число основных станков в отделении, шт		
	Производство		
	массовое и крупносерийное	среднесерийное	мелкосерийное
100	3	3	2
160	4	4	3
250	6	5	4
400	8	7	6
630	11	10	8
1000	14	12	10

1300	16	14	11
1600	18	15	12
2000	20	17	14
2500	22	19	16

В состав отделений по ремонту технологической оснастки, кроме основных станков, входит вспомогательное оборудование в количестве примерно 40 % от числа основных станков этих отделений, но не менее 3 и не более 11 единиц [17]. В число вспомогательного оборудования входят обдирочно-шлифовальные станки, настольное точило, настольно-сверлильные станки, прессы (ручной и гидравлический), электроэрозионный станок для извлечения сломанного инструмента из отверстий и др.

## 2.4. Расчет численности работающих в цехе

### 2.4.1. Состав работающих механосборочного цеха

Состав и численность работающих в цехах механосборочного производства определяется характером производственного процесса и степенью его автоматизации, уровнем специализации вспомогательных служб и другими факторами.

В общем случае в состав работающих цехов механосборочного производства входят: производственные (основные) рабочие, вспомогательные (подсобные) рабочие, инженерно-технические работники, служащие (счетно-конторский персонал), младший обслуживающий персонал.

*К производственным рабочим* механических и сборочных цехов относят станочников и наладчиков оборудования, слесарей для выполнения ручных и механизированных операций механической обработки и сборки, мойщиков деталей и других рабочих, занятых непосредственно выполнением операций технологического процесса обработки заготовок и сборки машин, предусмотренных заданием на проектирование и специализацией цеха.

*К вспомогательным рабочим* относят транспортных и складских рабочих цеха, рабочих вспомогательных служб цеха, операторов механизмов по уборке стружки и производственных помещений, рабочих-контролеров и др.

*К категории инженерно-технических работников (ИТР)* относят руководителей МП или цеха (начальник цеха – директор МП, его заместители, начальники участков, отделений, мастера), а также инженеров-

технологов, техников, экономистов, нормировщиков, диспетчеров, механиков, энергетиков и т.д.

*К служащим* относят работников бухгалтерии (цеховой или предприятия), осуществляющих расчеты, относящиеся к данному цеху.

*К младшему обслуживающему персоналу* (МОП) относят операторов уборочных машин (уборщиков) административно-конторских и санитарно-бытовых помещений, работников цеховых и заводских хранилищ (архивов) технической документации и др.

Все более широкое применение в цехах и МП автоматизированного оборудования приводит к уменьшению удельного веса производственных рабочих. Одновременно возрастает доля высоко квалифицированных (в том числе с инженерным и среднетехническим образованием) вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием сложного технологического оборудования.

Существенные изменения в структуру инженерного труда вносит все более широкое использование персональных ЭВМ. Трудоемкую работу по поиску справочных данных, стандартов, нормативно-технической и архивной документации, выполнению расчетов и оформлению технической документации, в том числе технических и рабочих проектов технологического оборудования и оснастки, разработке и оформлению технологических процессов выполняют с помощью ПЭВМ. Кроме повышения качества инженерных разработок, использование ПЭВМ способствует повышению производительности инженерного труда и обеспечивает сокращение численности данной категории работающих.

Изменения вносит внедрение ПЭВМ и в структуру административно-управленческого персонала, в том числе связанного с бухгалтерским учетом и расчетами.

В связи с переходом промышленных предприятий на рыночную экономику, появлением различных форм собственности, образованием МП, сложным образом взаимодействующих с крупными акционерными обществами и государственными предприятиями, а также в связи с разным уровнем компьютеризации производства, состав и штатное расписание работающих (особенно категории ИТР и служащих), определяемые при проектировании, не являются окончательными и обязательными для исполнения при реализации проекта МП или цеха.

Правление акционерного общества и собственник предприятия вправе самостоятельно устанавливать структуру, состав и штатное расписание работающих. При этом целевой функцией принятого решения является, как правило, минимизация себестоимости выпускаемой продукции надлежащего качества при условии нормальной (по санитарным нормам) интенсивности труда. Однако последнее, в основном, не касается расчета численности основных и, отчасти, вспомогательных рабочих.



Расчет числа работающих в зависимости от вида производственной программы, степени детализации проектных решений ведут различными методами.

#### 2.4.2. Расчет численности основных производственных рабочих

При расчете цехов по точной программе, численность рабочих-станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству станков и коэффициенту многостаночного обслуживания:

$$R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{п}}}{K_{\text{мо}}} m_{\text{с}} (1 + K_{\text{с}}), \quad (2.25)$$

где  $m_{\text{с}}$  – число смен;  $K_{\text{с}}$  – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др.;  $K_{\text{с}} = (0,12 - 0,20)$ .

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить двумя методами – расчетным и графическим.

При определении  $K_{\text{мо}}$  расчетным методом для каждой операции, насчитывающей  $C$  станков,

$$K_{\text{мо}} = \frac{T_{\text{ма}} + T_{\text{вн}}}{T_{\text{вн}} + T_{\text{вп}} + T_{\text{п}}}, \quad (2.26)$$

где  $T_{\text{ма}}$  – машинное автоматизированное время;  $T_{\text{вп}}$  – вспомогательное неперекрываемое машинным время;  $T_{\text{вн}}$  – вспомогательное перекрываемое машинным время;  $T_{\text{п}}$  – время на переход от одного станка к другому.

Если величина  $K_{\text{мо}}$  получается больше единицы и дробной, то дробь отбрасывают. При  $K_{\text{мо}} > C$  предусматривается совмещение профессий и обслуживание одним станочником нескольких операций.

Более точно величину  $K_{\text{мо}}$  можно определить путем построения графиков (циклограмм), на которых для каждого станка откладывают по горизонтали составляющие штучного времени  $T_{\text{ма}}$ ,  $T_{\text{вн}}$ ,  $T_{\text{вп}}$ ,  $T_{\text{п}}$ . Путем совмещения времен  $T_{\text{ма}}$ ,  $T_{\text{вп}}$  и  $T_{\text{п}}$  можно получить несколько вариантов обслуживания станков каждой операции и выбрать из них лучший. При определении коэффициента многостаночного обслуживания графическим методом проектант одновременно выдает станочнику рекомендации по рациональной организации труда на рабочих местах.

При построении циклограмм для каждого станка из группы, обслуживаемой одним рабочим станочником, в выбранном масштабе составляется график выполнения технологической операции во времени. В

тех случаях, когда станочник обслуживает одинаковые станки для выполнения одной технологической операции (станки-дублиеры), построение циклограммы не вызывает затруднений (рис. 2.1).

Если при многостаночном обслуживании станочник осуществляет работы на различном оборудовании, выполняющем разные технологические операции, построение циклограммы начинают со станка с наибольшим машинным автоматизированным временем (рис. 2.2). Как видно из циклограммы (рис. 2.2, а), в начале цикла два станка будут простаивать (составляющие  $T_c$ ), затем простои будут сведены к минимуму и, практически, не вызовут уменьшения общего коэффициента загрузки оборудования данного типа.

При многостаночном обслуживании могут объединяться станки, имеющие большое различие машинного автоматизированного времени. В этом случае станки с меньшим значением  $T_{ма}$  с целью лучшего обслуживания имеют дополнительный цикл (рис. 2.2, б).

Расчет численности рабочих-сборщиков поточных линий осуществляется для каждой операции в отдельности по формуле

$$R_{сб} = \frac{T_{шт}}{T_T} \cdot m_c (1 + K_s). \quad (2.27)$$

Общую численность основных рабочих цеха рассчитывают путем суммирования расчетного числа станочников и слесарей для каждой операции в отдельности.

При небольшом объеме слесарной механической обработки, в цехе число рабочих-слесарей определяют по годовой трудоемкости слесарных работ  $T_{\Gamma}^{\text{сл}}$ :

$$R_{\text{сл}} = \frac{T_{\Gamma}^{\text{сл}}}{F_{\text{др}}}, \quad (2.28)$$

где  $F_{\text{др}}$  - действительный годовой фонд работы рабочих, ч. Принимается по нормативам [10, 15].

Если данных о годовой трудоемкости слесарных работ механического цеха нет, то число разметчиков и слесарей межоперационной сборки принимают в процентах от количества рабочих-станочников основного производства. Для массового и крупносерийного производства – (1-3) %, для среднесерийного – 5 %, для мелкосерийного и единичного – до 10 %.

В условиях крупносерийного и массового производства для обслуживания механизированных и автоматических поточных линий в составе основных рабочих предусматривают наладчиков, число которых определяют по нормам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования [10, 17]. Так, например, в зависимости от точности и сложности обработки, один наладчик может обслужить: токарных – до 11-18; агрегатно-сверлильных – до 5-12; универсально-шлифовальных – до 8-16; токарных с ЧПУ – до 4-10; сверлильных и фрезерных с ЧПУ – до 8-16; многоцелевых станков и роботизированных технологических комплексов – до 3-6; сборочных полуавтоматов и автоматов – до 5-8; сборочных гибких переналаживаемых модулей (ГПМ) – до 4-6. При определении числа наладчиков специальных автоматических и механизированных поточных линий можно использовать данные табл. 2.12.

Число операторов автоматической линии определяют по данным табл. 2.13.

При расчете цеха по приведенной программе (в основном – цехи среднесерийного и мелкосерийного производства, а также укрупненные расчеты цехов крупносерийного производства) число рабочих-станочников определяют по годовой станкочемкости:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\Gamma}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{мо}}} \quad \text{или} \quad R_{\text{ст}} = \frac{\sum_{i=1}^p T_{\text{ш.ки}} \cdot N_{\text{при}}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{мо}}}. \quad (2.29)$$

Величину среднего значения  $K_{\text{мо}}$  определяют статистическим путем (по нормативно-технической документации или с использованием данных табл. 2.14).

2.12. Нормы численности наладчиков специальных автоматических и механизированных поточных линий в расчете на 1 смену [10, 17]

Категория сложности наладки	Количество рабочих позиций (станков), обслуживаемых одним наладчиком
Особо сложная – многошпиндельные токарные полуавтоматы; двухсторонние торцешлифовальные, бесцентровошлифовальные автоматы, осуществляющие обработку заготовок до 5-6 квалитета	2
Сложная – обработка заготовок до 5-6 квалитета в совокупности с обработкой заготовок до 7-9 квалитетов	4
Средней сложности – обработка заготовок до (7-9) квалитетов	6
Простая – обработка заготовок грубее 7-9 квалитетов	8

2.13. Нормы численности операторов автоматических линий при работе в одну смену [10, 17]

Тип автоматической линии	Число операторов
Линии с автоматической передачей заготовок с линии на последующую операцию	1
Линии без автоматической передачи заготовок с линии на последующую операцию	2

2.14. Средние значения коэффициента многостаночного обслуживания для отдельных групп станков в цехах механосборочного производства [10, 17]

Группа станков	$K_{MO}$
1	2
Универсальные токарные, фрезерные, шлифовальные, сверлильные, долбежные, строгальные, протяжные	1

Токарные одно- и многошпиндельные многорезцовые полуавтоматы, гидрокопировальные полуавтоматы	1
---	---

Продолжение табл. 2.14

1	2
Многошпиндельные автоматы	2-3
Специальные шлифовальные и доводочные полуавтоматы	2-4
Одношпиндельные зубострогальные полуавтоматы	3-4
Зубодолбежные и зубофрезерные станки	4-5
Крупные и уникальные токарные, карусельные, расточные, продольно-фрезерные, продольно-строгальные и т.п. станки	0,5

Аналогичным путем определяют численность слесарей-сборщиков:

$$R_{сб} = \frac{T_{сб}}{F_{др}} \quad \text{или} \quad R_{сб} = \frac{\sum_{i=1}^p T_{ш.ки} \cdot N_{при}}{F_{др}}. \quad (2.30)$$

При расчете механизированных и комплексно-механизированных цехов единичного, мелко- и среднесерийного производства учитывают, что рабочие-станочники имеют высокую квалификацию и сами выполняют наладку. Поэтому дополнительного штата наладчиков в этом случае не предусматривают.

В автоматизированном производстве к числу производственных рабочих относят наладчиков-операторов гибких производственных систем (ГПС). Их численность определяют в зависимости от числа ГПМ в их составе. Один оператор-наладчик обслуживает следующее число ГПМ [10, 15, 16]: токарных – 3-4; карусельных – 2; сверлильно-фрезерно-расточных – 2-3; шлифовальных – 2-3; зубообрабатывающих – 3-4; ГПМ для электрофизической и электрохимической обработки – 3-4; сборочных – 2-3. Меньшие значения принимают при включении в ГПС до пяти ГПМ.

Количество наладчиков - операторов  $R_{н.о.}$ , входящих в штат гибкого автоматизированного участка,

$$R_{но} = \frac{C_{гпм} \cdot F_{до} \cdot K_3}{F_{др} \cdot K_{мо} \cdot K_{нз}}, \quad (2.31)$$

где  $C_{гпм}$  – количество ГПМ на участке;  $K_{нз}$  – допустимый коэффициент нормативной занятости, устанавливаемый в соответствии с рекомендациями НИИ труда в пределах 0,75-0,95 [10, 15, 16].

При расчете цеха по условной программе (цехи единичного и мелкосерийного производства, а также при укрупненном проектировании)

количество рабочих-станочников  $R_{ст}$  можно определить по числу станков или по годовой станкоемкости:

$$R_{ст} = \frac{C_{п} \cdot F_{до} \cdot K_{з}}{F_{др} \cdot K_{мо}} \quad \text{или} \quad R_{ст} = \frac{T_{г}}{F_{др} \cdot K_{мо}} . \quad (2.32)$$

Число рабочих-сборщиков  $R_{сб}$  определяют по годовой трудоемкости слесарно-сборочных работ:

$$R_{сб} = \frac{T_{г}^{сб}}{F_{др}} . \quad (2.33)$$

### **1.4.3. Расчет численности вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала**

При укрупненных расчетах численность вспомогательных рабочих определяют в процентном соотношении от численности производственных рабочих (табл. 2.15). При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

При детальном расчете численность рабочих-станочников цеховых (корпусных) ремонтных баз, отделений по ремонту технологической оснастки и инструмента, заточных отделений определяют по числу станков или годовой станкоемкости. Численность слесарей механической обработки, занятых ремонтом технологического оборудования, приспособлений и инструмента, составляет (30-35) % от числа станочников ремонтной базы на каждую профессию. Количество слесарей-ремонтников, слесарей-электриков, слесарей-трубопроводчиков, смазчиков определяют по количеству единиц оборудования, обслуживаемого одним вспомогательным рабочим: соответственно 60-80 станков на одного слесаря-ремонтника, 80-100 станков на одного слесаря-электрика.

Из общего числа работающих в цехе для дальнейших расчетов санитарно-бытовых помещений ориентировочно принимают 10-15 % женщин среди станочников; 2-3 % среди слесарей и 35-40 % среди вспомогательных рабочих.

При двухсменной работе цеха численность работающих в первой смене среди основных производственных рабочих составляет 60 %, среди вспомогательных рабочих – 60-65 %.

При укрупненном проектировании численность ИТР механических цехов определяют по нормам [10, 12] в зависимости от числа основных

станков цеха, а численность ИТР сборочных цехов – в зависимости от числа производственных рабочих. В табл. 2.15 приведены нормы для определения численности ИТР механических и сборочных цехов с учетом разработки технологических процессов и управляющих программ для оборудования с ЧПУ на ПЭВМ, а также проектирования специальных приспособлений и инструментов. Большие значения норм соответствуют числу основных станков цеха до 50 или числу производственных рабочих сборочного цеха до 75, меньшие значения – числу станков более 400 и числу производственных рабочих более 700 [10, 12].

При детальном расчете численность ИТР уточняют в соответствии с разработанной структурой цеха и схемой его управления. Предполагается, что 70 % ИТР работают в первую смену, а в конторских помещениях – 65 %.

Число служащих механических и сборочных цехов определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих (табл. 2.15). Меньшие значения соответствуют численности производственных рабочих цеха более 700 человек, большие – численности производственных рабочих менее 75 [10, 12].

#### 2.15. Нормативы численности вспомогательных рабочих, ИТР и служащих [10, 12]

Цехи	Тип производства	Вспомогательные рабочие (% от числа производственных рабочих)	Число ИТР (% от числа основных станков механического цеха или числа производственных рабочих сборочного цеха)	Служащие (% от числа производственных рабочих)
Механические	Массовое	20-25	20-15	0,1-0,4
	Крупносерийное	20-25	21-15	0,6-1,6
	Среднесерийное	20-25	22-16	0,9-1,9
	Мелкосерийное и единичное	20-25	24-18	1,2-2,2
В том числе автоматные и автоматизированные	Крупносерийное и массовое	30-35	20-15	0,1-1,6
Сборочные	Массовое	20-25	10-7	0,1-1,4
	Крупносерийное	20-25	10-8	0,6-1,6
	Среднесерийное	20-25	11-8	0,9-1,9

	Мелкосерийное и единичное	20-25	12-9	1,2-2,2
--	------------------------------	-------	------	---------

Численность МОП определяют по нормам технологического проектирования [12]: один человек на (500-600) м<sup>2</sup> площади обслуживаемых помещений.

С целью закрепления знаний, полученных при изучении параграфов 2.3 и 2.4, рекомендуем заполнить тест для самоконтроля.

### Тест для самоконтроля к параграфам 2.3 и 2.4

	Да	Нет
1. Относятся ли металлорежущие станки цеховой ремонтной базы и мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента к основному оборудованию цеха ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Можно ли осуществлять расчеты количества основного оборудования цеха единичного производства исходя из штучного времени на операцию и величины такта ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Учитывают ли при расчетах количества заточного оборудования цеха количество шпинделей агрегатных и многошпиндельных станков ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Как Вы считаете, следует ли при расчете количества станков мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента учитывать тип производства проектируемого цеха ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Включают ли в состав основных рабочих цеха контролеров и мастеров вспомогательных служб ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Зависит ли численность основных рабочих цеха и инженерно-технических работников от степени автоматизации производственных процессов в цехе ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Целесообразно ли осуществлять расчет численности рабочих-станочников механосборочного цеха единичного производства для каждой операции в отдельности ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Возможно ли при расчетах коэффициента	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



многостаночного обслуживания выработать рекомендации по рациональной организации труда работающих ?

9. Используют ли данные о среднем числе работающих, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др. при расчетах их численности ?

--	--

10. Можно ли при определении числа наладчиков механизированных и автоматических поточных линий учесть точность обработанных заготовок ?

--	--

11. Осуществляют ли расчеты числа наладчиков при проектировании цехов единичного, мелко- и среднесерийного производства ?

--	--

12. Учитывают ли при расчетах числа сборщиков плотность сборки ?

--	--

13. Определяют ли при расчетах численности работающих в цехе количество женщин ?

--	--

14. Как Вы считаете, можно ли определить численность рабочих-станочников по количеству обслуживаемых ими станков ?

--	--

### **3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЦЕХА**

#### **3.1. Обоснование типа и формы организации производства в инструментальном цехе**

Инструментальные цехи, входящие в состав машиностроительных предприятий, относят к числу вспомогательных. Они предназначены для изготовления и ремонта специального инструмента, приспособлений, штампов, кокилей, прессформ и другой технологической оснастки. Эти цехи являются типичными представителями цехов мелкосерийного и единичного производства с непоточными формами его организации. При этом коэффициент закрепления операций  $K_{з0}$  обычно не более 20.

При проектировании новых и реконструкции действующих ИЦ машиностроительных предприятий следует учитывать, что стандартные и

нормативные режущие и измерительные инструменты, приспособления, штамповочную и другую оснастку выгоднее приобрести у специализированных заводов и фирм, осуществляющих выпуск этой продукции.

Принято считать, что до 50 % потребности в режущем инструменте при мелкосерийном, 40 % при среднесерийном и 30 % при крупносерийном и массовом производстве экономически выгодно удовлетворять за счет оптовых поставок от специализированных заводов и фирм [17].

В зависимости от размеров и функционального назначения в состав ИЦ могут входить следующие отделения или участки: режущего инструмента, приспособлений и оснастки, измерительного и вспомогательного инструмента, заточное, заготовительное, сварочное, термическое, контрольное, нанесения износостойких покрытий, напайки пластин твердых сплавов, ремонта пневматического и механизированного инструмента для сборочных работ, а также склады материалов, заготовок, вспомогательных материалов, готовых и ремонтируемых изделий, инструментально-раздаточная кладовая, измерительная лаборатория, административно-конторские и санитарно-бытовые помещения.

### **3.2. Основные методы и последовательность проектирования инструментальных цехов**

Нормами технологического проектирования предусмотрен отдельный метод расчета цехов (отделений, участков) технологической оснастки (штампов, прессформ, кокилей, металлических моделей и прочей оснастки) и цехов (отделений, участков) по изготовлению и ремонту инструмента (режущего, измерительного, вспомогательного) и приспособлений.

В данном разделе настоящего пособия представлены методы проектирования и расчета цеха (или малого предприятия) по изготовлению и ремонту инструмента и приспособлений.

Проектирование цехов инструментального производства осуществляют следующими методами: по точной программе, по приведенной программе и по технико-экономическим показателям (укрупненное проектирование).

**Проектирование по точной программе**, предусматривающее разработку технологических процессов на все типы инструментов и приспособлений, ведут только для крупных ИЦ при сравнительно ограниченной номенклатуре объектов производства. В этом случае в первую очередь определяют годовую потребность в инструменте цехов основного производства.

Годовую потребность  $P_p$  в режущем инструменте по каждому типу и размеру (в штуках) определяют по формуле:

$$P_p = T_{\Sigma O} / T_{дс}, \quad (3.1)$$

где  $T_{\Sigma 0}$  – суммарное основное (технологическое) время обработки данным инструментом всех заготовок по годовой программе, ч;  $T_{дс}$  – действительное время службы инструмента данного типоразмера с учетом возможных его переточек, ч.

Суммарное основное время обработки заготовок в механическом цехе по каждому типу станков, использующему инструмент данного вида и размера, приближенно определяют следующим образом:

$$T_{\Sigma 0} = F_{до} \cdot K_3 \cdot \eta_0, \quad (3.2)$$

где  $\eta_0$  – средний коэффициент использования инструмента каждого типа по основному времени на станках механического цеха; для токарных станков 0,4-0,45, для токарно-карусельных и лобовых – 0,55, для сверлильных – 0,4; для расточных – 0,55; для многоцелевых – 0,12 [10].

Действительное время службы инструмента определяют по формуле

$$T_{дс} = (L/\lambda + 1) \tau_c \cdot K_{уп}, \quad (3.3)$$

где  $L$  – величина допустимого стачивания инструмента по размеру, лимитирующему число переточек, мм;  $\lambda$  – величина стачивания за одну переточку, мм;  $\tau_c$  – экономически обоснованный для конкретных условий обработки период стойкости инструмента между двумя переточками, ч;  $K_{уп}$  – коэффициент убыли инструмента из-за поломок.

Величины допустимого стачивания инструмента  $L$  и стачивания за одну переточку  $\lambda$ , а также коэффициент убыли инструмента из-за поломок можно найти по нормативным данным (табл. 3.1) или определить по статистическим заводским данным. Период стойкости инструмента, соответствующий установленному режиму резания, можно определить по нормативам, справочникам и нормам технологического проектирования. Результаты определения годовой потребности в режущем инструменте  $P_p$  оформляют в виде табл. 3.2.

### 3.1. Исходные данные для расчета срока службы режущего инструмента\*) [13]

Наименование инструмента	Размер, лимитирующий число переточек	Величина допустимого стачивания $L$ , мм	Величина стачивания за одну переточку $\lambda$ , мм	Коэффициент случайной убыли $K_y$
1	2	3	4	5
твердосплавные	Толщина пластинки С	(0,6-0,7)	0,15-0,5	1,1-1,3

Резцы	быстрорежущие	"-	(0,7-0,9)	0,3-0,6	1,1-1,15
-------	---------------	----	-----------	---------	----------

Продолжение табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
Фрезы цельные быстрорежущие	цилиндрические	Высоты зуба Н	Н	0,4-0,6	1,05
	концевые		0,6 Н	0,2-0,3	"-
	дисковые		Н	0,3-0,5	"-
	угловые		(0,5-2,0) Н	0,25	"-
Фрезы с вставными твердосплавными ножами	торцовые	Ширина пластины В	(0,6-0,7) В	0,6-0,9	1,15
	дисковые		(0,5-0,7) В	0,5-0,7	1,20
Сверла спиральные	быстрорежущие	Длина режущей части $\lambda_0$	(0,6-0,8) $\lambda_0$	1,1-2,0	1,05-1,40
	твердосплавные	Длина пластины $\lambda_{\text{п}}$	0,6 $\lambda_{\text{п}}$	0,4-0,7	1,05-1,20
Зенкеры	быстрорежущие	Длина режущей части $\lambda_0$	(0,5-0,6) $\lambda_0$	0,9-1,4	1,05-1,2
	твердосплавные	Длина пластины $\lambda_{\text{п}}$	(0,5-0,6) $\lambda_{\text{п}}$	0,8-1,0	1,1-1,2
Развертки	быстрорежущие	Длина калибрующей части $\lambda_{\text{к}}$	(0,6-0,7) $\lambda_{\text{к}}$	0,4-1,2	1,05-1,1
	твердосплавные		0,5 $\lambda_{\text{к}}$	1,0-1,2	1,1-1,2
Фрезы червячные	быстрорежущие	Толщина зуба В	0,7 В	0,2-0,8	1,1
Долбяки	быстрорежущие	Высота зуба Н	(0,6-0,7) Н	0,2-1,1	1,1-1,3
Протяжки	быстрорежущие	Длина спинки зуба В	0,6 В	1,15-0,25	1,05

\*<sup>1</sup>) Учитывая относительно малый объем и узкие области применения лезвийного инструмента из сверхтвердых материалов и минералокерамики, при расчетах ИЦ, как правило, не учитывают специфику их эксплуатации (малый износ, большой срок службы), что, практически, не оказывает влияния на конечные результаты расчета.

Установив годовую потребность инструмента по каждому типу и размеру, приступают к разработке технологических процессов их

изготовления (как правило, только при дипломном проектировании) и на основании установленных норм времени определяют годовую станкоемкость  $T_{\Gamma} = T_{\text{ст}} \cdot P_{\text{р}}$  и годовую трудоемкость слесарно-сборочных работ  $T_{\Gamma}^{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot P_{\text{р}}$  при изготовлении инструмента данного типоразмера ( $T_{\text{ст}}$  и  $T_{\text{сб}}$  соответственно станкоемкость и трудоемкость изготовления инструмента по всем операциям технологического процесса).

**Расчет инструментального цеха по приведенной программе** ведут в том случае, когда задана номенклатура инструмента с указанием количества по каждой конструктивно-технологической группе, инструмента-представителя. При этом время на проектирование цеха по сравнению с расчетом по точной программе существенно сокращается, так как нет необходимости разрабатывать технологические процессы изготовления инструмента всех типоразмеров. Методика расчета ИЦ по приведенной программе идентична расчету МСЦ и подробно рассмотрена в разделе 2.

Результаты расчета приведенной программы ИЦ заносят в ведомость по форме табл. 3.3.

Методы расчета ИЦ по точной и приведенной программам можно использовать лишь при ограниченной номенклатуре изделий.

Учитывая, что ИЦ машиностроительных предприятий часто имеют большую и разнообразную номенклатуру изготавливаемых изделий, их проектируют в основном по технико-экономическим показателям. Этот метод проектирования называется укрупненным и представляет собой пример проектирования цеха или малого предприятия по условной программе.

Известно несколько **укрупненных методов расчета инструментального цеха:**

- расчет по потребной массе инструмента и техоснастки на единицу обслуживаемого технологического оборудования.
- расчет по нормам расхода инструментальной оснастки на единицу продукции предприятия;
- расчет по годовой потребности инструмента и оснастки на единицу обслуживаемого технологического оборудования в стоимостном выражении ("ценностный" метод);
- метод, основанный на определении мощности действующих цехов инструментального производства в зависимости от мощности обслуживаемых цехов;
- расчет, основанный на применении укрупненных нормативов процентного отношения числа единиц технологического оборудования ИЦ и количеству обслуживаемого технологического оборудования предприятия ("относительный" метод).

Наиболее часто в практике проектирования ИЦ машиностроительных предприятий используют метод расчета по потребной массе инструмента и относительный метод.

**Метод расчета цеха по потребной массе инструмента** основан на применении показателей годовой потребности в инструментальной оснастке на один станок основного производства.

Общую массу инструмента  $m_{и}$  (режущего, измерительного, вспомогательного, а также приспособлений и техоснастки в тоннах, необходимую для выполнения годовой программы выпуска изделий основного производства предприятия, определяют по формуле:

$$m_{и} = C_0 \cdot q_{и} / 1000, \quad (3.4)$$

где  $C_0$  – количество станков обслуживаемых цехов основного производства, шт.;  $q_{и}$  – годовая потребность в инструменте на один станок, кг (табл. 3.4).

Годовую станкоемкость механической обработки  $T_{ст}$  и годовую трудоемкость слесарно-сборочных работ  $T_0$  при изготовлении инструмента и приспособлений определяют по формулам

$$T_{ст} = h_{ст} \cdot m_{и}; \quad T_0 = h_{сл} \cdot m_{и}, \quad (3.5)$$

где  $h_{ст}$  и  $h_{сл}$  – соответственно удельная станкоемкость механической обработки и трудоемкость слесарно-сборочных работ при изготовлении 1 т инструмента, ст. ч, чел. ч. (табл. 3.4).

При расчетах трудоемкости и станкоемкости изготовления инструмента и приспособлений необходимо учитывать потребность не только цехов основного, но и вспомогательного производств (ремонтно-механического, экспериментального, инструментального и др.), а также работы по восстановлению и ремонту инструмента и техоснастки. При отсутствии детальных расчетов масса инструмента для выполнения данных работ принимается в пределах (10-20) % от массы инструмента цехов основного производства.

Общее количество металлорежущих станков, потребных для изготовления инструмента определенного типа (режущего, измерительного, вспомогательного, а также приспособлений), можно рассчитать по зависимости (2.21), а число рабочих мест для слесарно-сборочных работ – по зависимости (2.22).

**Относительный метод** расчета количества металлорежущих станков инструментального цеха относится к наименее точным и используется, в основном, на стадии разработки технических проектов. Как отмечалось выше, в этом случае количество станков ИЦ определяют в процентном отношении к количеству обслуживаемых станков. При этом расчетное количество станков:

$$C_p = C_t \cdot K_{п} \cdot K_{к}, \quad (3.6)$$

где  $C_t$  – количество станков ИЦ на 1000 единиц обслуживаемого оборудования цехов основного производства, шт. (табл. 3.5);  $K_{п}$  – коэффициент, учитывающий уровень централизованных поставок инструмента (табл. 3.6);  $K_{к}$  – коэффициент, учитывающий численность обслуживаемого оборудования (табл. 3.7).

Для обслуживания сборочных цехов крупносерийного и массового производства, оснащенных большим количеством сложного



механизированного инструмента и приспособлений, на одно рабочее место с применением механизированного инструмента предусматривают 0,05 – 0,08 станков (от количества механизированного инструмента или рабочих мест сборки) в ИЦ.

3.4. Ориентировочная годовая потребность в инструменте и приспособлениях на единицу основного оборудования обслуживаемых цехов включая инструментальные, при работе в две смены\*) и трудоемкости изготовления, ремонта и восстановления 1 т инструмента и приспособления [13, 17, 19]

Технико-экономические показатели	На один металлорежущий станок			
	Инструмента			Приспособлений
	режущего	измерительного	вспомогательного	
Годовая потребность в инструменте для производства машин средних размеров $q_{и}$ , кг	Единичное и мелкосерийное производство			
	80-90	12-14	30-40	30-40
	Среднесерийное производство			
	90-100	14-16	40-50	70-90
	Крупносерийное и массовое производство			
	100-130	16-20	50-70	110-150
Поправочные коэффициенты: при изготовлении крупных изделий	1,3	1,3	1,2	1,8
при изготовлении малых изделий	0,8	0,8	0,8	0,5
при нанесении одно и многослойных износостойких покрытий на инструмент [19]	0,5	1,0	1,0	1,0
при использовании многоцелевых станков с ЧПУ [10]	0,5	1,0	1,0	1,0
Трудоемкость изготовления, ремонта и восстановления 1 т инструмента: станочных работ $h_{ст}$ , ст. ч слесарно-сборочных работ $h_{сл}$ , чел. ч	2000-2400	3000-3500	1350-1500	900-1000
	200-240	1500-1750	550-750	450-500

\*) При работе в три смены применяется дополнительный коэффициент 1,3; при работе в одну смену – 0,7.

### 3.5. Количество основных станков инструментального цеха на 1000 единиц обслуживаемого оборудования [17]

Характер изделий основного производства	Количество станков в инструментальном цехе $C_T$		
	крупносерийное и массовое производство	среднесерийное производство	мелкосерийное и единичное производство
Сложные или крупные изделия (производство автомобилей, станков, самолетов и др.)	100-115	85-95	75-85
Изделия средней сложности (производство компрессоров, насосов, мотоциклов и др.)	85-95	75-85	65-75
Изделия малой сложности и мелкие (производство сельскохозяйственных машин, подшипников, велосипедов и др.)	75-85	65-75	60-65

### 3.6. Поправочный коэффициент к нормам количества станков по уровню поставки и серийности производства $K_n$ [13, 17]

Уровень поставки инструмента со стороны (в % от стоимости)	$K_n$		
	Крупносерийное и массовое производство	Среднесерийное производство	Мелкосерийное и единичное производство
30	-	-	1,0
35	-	-	0,95
40	-	1,0	0,9

45	-	0,95	0,85
50	1,0	0,9	0,8
55	0,95	0,85	0,75
60	0,9	0,8	0,7
65	0,85	0,75	0,65
70	0,8	0,7	0,6
75	0,75	0,65	0,55
80	0,7	0,6	0,5
85	0,65	0,55	0,45

3.7. Поправочный коэффициент к нормам количества станков по числу обслуживаемого оборудования  $K_k$  [13]

Количество обслуживаемого оборудования в основных цехах	6300	4000	2500	1600	1000	630	400	250
$K_k$	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15

Кроме того, для участков заточки инструмента вспомогательных цехов (ремонтно-механического, инструментального, экспериментального и др.) принимают дополнительно 2 % от количества обслуживаемых станков.

Общее количество основного технологического оборудования ИЦ в этом случае распределяют между участками и отделениями с использованием данных табл. 3.8.

3.8. Укрупненные нормы распределения основного технологического оборудования (станков) между участками и отделениями инструментального цеха

Наименование участка или отделения	Норма в % от количества основного технологического оборудования ИЦ
Режущего инструмента	35-40
Измерительного инструмента	13-15
Вспомогательного инструмента	16-18
Приспособлений	20-23
Восстановления инструмента	3-4
Итого: 100 %	

При укрупненном проектировании количество рабочих мест слесарно-сборочных работ принимают в размере (40-55) % от расчетной численности оборудования в цехе.

Отделения (участки) изготовления отдельных видов инструмента и приспособлений предусматривают в структуре ИЦ, если количество станков данного отделения (участка) может составить комплект оборудования, с помощью которого можно реализовать замкнутый технологический процесс изготовления данной группы инструментов (табл. 3.9)

### 3.9. Примерное процентное соотношение количества основных станков инструментального производства [13, 17]

Группы станков	Отделение (участок)				
	режущего инструмента	измерительного инструмента	вспомогательного инструмента	приспособлений	восстановления инструмента
Токарно-винторезные	11-13	31-35	41-45	33-37	21-25
Токарно-затыловочные	2,5-3,5	-	-	-	-
Токарно-револьверные	1,5-2,5	-	3-5	-	-
Координатно-расточные	-	-	1,5-2,5	8-10	-
Поперечно- и продольно-строгальные	2-3	2,5-3,5	5-7	13-17	5-7
Долбежные	0,8-1,2	-	1,5-2,5	1,5-2,5	-
Универсально- и горизонтально-фрезерные	12-14	14-15	11-14	8-10	9-11
Вертикально-фрезерные	2,5-3,5	1,5-2,5	5-7	1,5-2,5	4-6
Зубообрабатывающие	0,8-1,2	0,8-1,2	-	1,5-2,5	-
Круглошлифовальные	13-15	13-15	10-12	6-8	13-17
Плоскошлифовальные	11-13	14-16	5-7	7-9	10-12
Внутришлифовальные	4-6	2,5-3,3	3,5-4,5	3,5-4,5	5-7
Резьбошлифовальные	3-5	1,5-2,5	-	-	-
Бесцентрово-шлифовальные	0,8-1,2	-	0,8-1,2	-	2,5-3,5

Оптические профиле-шлифовальные	-	1,5-2,5	-	-	-
Зубошлифовальные	1,5-2,5	-	-	-	-
Шлифовально-затыловочные	2,5-3,5	-	-	-	-
Доводочные	1,5-2,5	6-8	-	-	18-20
Заточные	13-15	-	-	-	-
Разные	4-6	3-4	2-3	4-6	2-3
Итого:	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Состав минимального комплекта основных станков ИЦ указан в табл. 3.10. Если по выполненному расчету общее количество основных станков ИЦ будет меньше 15, отдельный ИЦ не проектируют.

### 3.10. Минимальный комплект основных станков ИЦ [13, 17]

Тип станка	Основные размеры	Мощность, кВт
Токарно-винторезный	160x1000	4,5
То же	210x750	7,0
Токарно-винторезный повышенной точности	180x710	4,5
Токарно-затыловочный	наибольший размер затылуемой фрезы 40x50	0,5/1,5
Универсально-фрезерный с поворотной головкой	250x1000	2,8
Вертикально-фрезерный с поворотной головкой	1250x320	7
Копировально-фрезерный	1250x320	7
Поперечно-строгальный	650 (ход стола)	4,5
Долбежный	200 (ход долбяка)	2,8
Вертикально-сверлильный	25 (диаметр сверла)	2,8
То же	35 (диаметр сверла)	4,5
Координатно-расточной	520x380 (размер стола)	0,85
Круглошлифовальный	200x700	7,0
Резьбошлифовальный	200x500 (размер изделия)	4,8
Плоскошлифовальный	1000x300 (размер стола)	4,5
Внутришлифовальный	6-25 (предел диаметров шлифуемого изделия)	4,7
Универсально-заточной	250x600 (высота центров,	

	расстояние между центрами)	0,6
Заточной для резцов из быстрорежущей стали	50x50 (сечение резца)	2,8
Станок для доводки твердосплавных резцов	40x40 (сечение резца)	0,4
Станок для заточки сверл	3-12 (предел диаметров сверла)	0,65
Примечание: по одному станку каждого типа, всего – 20 станков.		

Заготовительное, сварочное, термическое, кузнечное, гальваническое, ремонтное отделение ИЦ рекомендуется объединять с такими же отделениями РМЦ.

При наличии в проектируемом или реконструируемом ИЦ установок для нанесения износостойких покрытий типа "Искра", "Булат", "Мир", "Пуск", "Юнион" и других моделей следует организовать соответствующее отделение (участок). Количество таких установок определяется их производительностью и объемом инструмента, подвергаемого обработке.

Общую численность вспомогательного оборудования определяют по нормам технологического проектирования в зависимости от количества основных станков ИЦ, причем она колеблется в широких пределах: от 18 % (для 250 и более станков) до 40 % (для 20 станков и менее) (табл. 3.11).

### 3.11 Примерный состав вспомогательного (прочего) оборудования ИЦ [13, 17]

Оборудование	Минимальное количество на отделение (участок), шт	Количество основных станков, на которые применяют одну единицу вспомогательного оборудования отделения (участка)				
		режущего инструмента	измерительного инструмента	вспомогательного инструмента	приспособлений	восстановление инструмента
1	2	3	4	5	6	7
Станки: сверлильные (вертикальные и радиальные) с диаметром сверления 15-20 мм	1	35-45	15-20	15-20	15-20	15-20

настольно-сверлильный	1	15-20	15-20	15-20	10-15	10-15
настольно-токарный	1	-	80-100	-	-	-
настольно-фрезерный	-	-	20-25	-	-	-
обдирочно-шлифовальный	1	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35
настольно-точильный	-	30-40	40-50	40-50	50-60	15-20
заточной для заборной части метчиков	1	80-100	-	-	-	-
шлифовальный для центровых отверстий	1	35-40	40-60	60-80	-	-

Продолжение табл. 3.11

1	2	3	4	5	6	7
анодно-механический профилировочный для резцов	-	25-30	-	-	-	-
гравировальный (копировально-фрезерный)	-	15-20	20-25	20-25	20-25	20-25
полировальный	1	80-100	80-100	-	-	-
доводочный для плоских изделий	1	-	40-60	-	-	-
опиловочный	-	-	40-60	40-60	40-60	20-25
контурно-шлифовальный	-	-	-	-	30-35	-
клеймовочный	-	45-60	-	-	-	-
пила ленточная лобзиковая	1	-	40-60	-	-	-
Прессы: ручной (реечный или винтовой)	1	-	-	20-25	-	-
гидравлический	-	20-30	30-35	30-35	25-30	20-25
кривошипный	1	-	-	20-25	-	-
Делительная машина	-	-	50-60	-	-	-
Сварочный трансформатор	1	-	-	-	20-25	-
Сварочная стыковая машина	1	40-50	-	-	-	-

Машина для сварки трением	-	40-50	-	-	-	-
---------------------------	---	-------	---	---	---	---

Вспомогательное оборудование располагается также во вспомогательных службах цеха (цеховая ремонтная база и др.). Его численность определяют по нормам технологического проектирования, аналогичным нормам расчета вспомогательных служб МСЦ. Однако в числе вспомогательных служб ИЦ могут отсутствовать мастерская по ремонту технологической оснастки и инструментов и заточное отделение, функции которых выполняют основные участки цеха.

Количество производственных рабочих-станочников ИЦ определяют по зависимости (2.32), а количество рабочих, выполняющих слесарно-сборочные работы, - по зависимости (2.33).

При укрупненных расчетах количество рабочих-слесарей принимают в процентном отношении от количества станочников соответствующего участка: режущего инструмента – (5-7) %; вспомогательного и измерительного – (20-70) %; приспособлений – (35-40) %; восстановления инструмента – (15-20) %. В среднем число рабочих-слесарей составляет (30-35) % от числа станочников ИЦ.

Число вспомогательных рабочих принимают в количестве (15-20) % от численности основных производственных рабочих (в том числе рабочие-контролеры – (2-3) %).

Инженерно-технические работники составляют (10-12) %, служащие (1,5-2) % и младший обслуживающий персонал – (1-1,5) % от численности всех рабочих цеха.

При двухсменной работе ИЦ численность работающих в первой смене среди основных рабочих составляет 60 %, среди вспомогательных – (60-65) %.

Количество ИТР, работающих в конторских помещениях, составляет примерно (45-50) % от их общей численности.

Состав ИТР, служащих и МОП уточняют в соответствии с разработанной структурой цеха и схемой его управления.

Из работающих в цехе ориентировочно принимают (10-15) % женщин среди станочников, (2-3) % среди слесарей и (35-40) % среди вспомогательных рабочих.

Средний разряд производственных рабочих ИЦ – 4,5. Для участков, использующих станки с ЧПУ, - 3,5.

Для закрепления материала, изложенного в 3.1, 3.2, следует заполнить тест для самоконтроля



## Тест для самоконтроля к параграфам 3.1 и 3.3

	Да	Нет
1. На Ваш взгляд, является ли характерной поточная форма организации производства в ИЦ машиностроительных предприятий ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Существует ли какая-либо взаимосвязь между коэффициентом закрепления технологического оборудования $K_{30}$ и уровнем приобретения инструмента у специализированных предприятий ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Целесообразно ли осуществлять расчет ИЦ по точной программе для небольших машиностроительных предприятий с обширной номенклатурой объектов производства ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Зависит ли действительное время службы инструмента от величины снимаемого припуска при его заточке ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Имеются ли какие-либо отличия в методиках расчета ИЦ и МСЦ по приведенной программе ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Являются ли укрупненные методы расчета ИЦ наиболее распространенными в практике технологического проектирования ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Учитывается ли удельная станкоемкость механической обработки и трудоемкость слесарно-сборочных работ на изготовление 1 т инструмента при расчете ИЦ относительным методом ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Выполненными расчетами установлено, что общее число основных станков инструментального производства предприятия составляет 14 единиц. Следует ли в этом случае организовать отдельный ИЦ ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Учитывают ли при расчетах инструментального цеха трудоемкость заточки режущего инструмента, используемого в самом проектируемом цехе ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Являются ли методы расчета ИЦ по потребной массе и по нормам расхода инструментальной оснастки на единицу продукции типичными представителями расчета цехов по условной программе ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Можно ли при расчете цеха по потребной массе инструмента и техоснастки на один станок основного	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

производства суммировать годовые потребности инструмента на станок  $q_{и}$  и удельные станкоемкости механической обработки  $h_{ст}$  и находить годовую станкоемкость цеха по их значениям ?

12. Зависит ли количество основного оборудования в ИЦ, рассчитываемого относительным методом, от сложности изделий основного производства ?

 

13. Является ли относительный метод расчета количества металлорежущих станков ИЦ наиболее точным ?

 

## **4. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА**

### **4.1. Обоснование типа и формы организации производства в ремонтно-механическом цехе**

Ремонтно-механический цех (или малое предприятие этого профиля) является характерным представителем цехов единичного и мелкосерийного производства при групповой непоточной форме его организации. В ряде случаев, главным образом на участке изготовления запасных частей, возможна организация предметно-замкнутых участков с групповой поточной формой организации.

### **4.2. Структура ремонтной службы и методы организации ремонтных работ**

Ремонтные службы машиностроительного предприятия предназначены для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, для организации наиболее эффективного его использования и модернизации в период эксплуатации.

Ремонтные службы включают в себя ремонтно-механический цех (РМЦ) и ремонтные базы (РБ) – цеховые, корпусные или определенных производств. В последнем случае в составе предприятия могут быть

основной РМЦ и РМЦ основных производств, например: РМЦ механосборочного, прессово-кузнечного, металлургического и других производств.

Различают централизованный, децентрализованный и смешанный методы выполнения ремонтных работ.

*При централизованном методе* организации производства ремонт всех видов оборудования производят силами РМЦ предприятия. Такой метод используют в основном для небольших заводов мелкосерийного производства с количеством оборудования примерно до 600 единиц.

*По децентрализованному методу* организации все ремонтные работы производят силами РБ или РМЦ производства. Этот метод обычно используют на заводах крупносерийного и массового производства с большими цехами, в которых сосредоточено много однотипного оборудования. В РМЦ предприятия изготавливают нестандартные сложные сменные детали и запасные части, которые не могут быть изготовлены в РБ или РМЦ производства. Кроме того в РМЦ предприятия выполняют капитальный ремонт особосложного и точного оборудования.

В случае организации производства *смешанным методом* капитальный ремонт технологического оборудования выполняют силами РМЦ предприятия, а все остальные виды ремонтных работ – на РБ.

Соответственно принятому для конкретного предприятия методу организации ремонтных работ между РМЦ и РБ распределяют планируемую к выполнению годовую трудоемкость и станкоемкость ремонтных работ, а следовательно, количество оборудования ремонтных служб и численность работающих в них.

РМЦ проектируют на основе системы планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического (металлорежущего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного и др.) оборудования машиностроительного предприятия (ППР), которая направлена на предупреждение интенсивного износа оборудования, сокращает возможности непосредственного выхода его из строя и позволяет осуществить ремонтные работы в кратчайший срок путем предварительной подготовки.

ППР включает в себя: межремонтное обслуживание, осмотры, текущий (малый и средний) и капитальный ремонты. На ряде промышленных предприятий мероприятия ППР именуют по-другому, например, техническое обслуживание (ТО): ТО1, ТО2, ТО3 и т.д. Однако принципиальная сущность ППР при этом не изменяется.

Отрезок времени между пуском оборудования в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом (для нового оборудования) или между двумя последовательными капитальными ремонтами (для находящегося в

эксплуатации оборудования) называется ремонтным циклом (Ц). Структура ремонтного цикла определяется перечнем и последовательностью выполнения за этот отрезок времени ремонтных работ и работ по техническому обслуживанию и зависит от классификационной принадлежности и возраста технологического оборудования. Табулированные данные по продолжительности и трехвидовой (по видам ремонтов) структуре ремонтных циклов приведены в ЕСППР [6], изданной в 1967 году (М.: Машиностроение. 246 с.). В настоящее время наряду с трехвидовой структурой ремонтов широко применяют двухвидовую, при которой из структуры ремонтного цикла исключают средний ремонт. При проектировании РМЦ укрупненными методами для определения Ц можно использовать данные табл. 4.1.

РМЦ рассчитывают по годовой ремонтоемкости.

#### 4.1. Продолжительность ремонтного цикла технологического оборудования Ц [10, 15, 17]

ППР	Ремонтный цикл в годах			Структура ремонтного цикла универсального станка*)
	Тип производства			
	крупносерийное и массовое	среднесерийное	мелкосерийное и единичное	
Трехвидовая	5,5	7,0	8,0	К-О-М <sub>1</sub> -О-М <sub>2</sub> -О-С-О-М <sub>3</sub> -О-М <sub>4</sub> -О-К
Двухвидовая	3,5	4,5	5,0	К-О-М <sub>1</sub> -О-М <sub>2</sub> -О-М <sub>3</sub> -О-М <sub>4</sub> -О-К
*) Станок нормальной точности, массой до 10 т, находится в эксплуатации менее 10 лет				

#### 4.3. Расчет годовой ремонтоемкости

Проектирование ремонтных служб предприятий выполняют на основе программы, представляющей собой общий объем работ по техническому обслуживанию и всем видам ремонтов оборудования и другим работам (модернизация и изготовление нестандартного оборудования), подлежащим выполнению в течение года.

Межремонтное обслуживание оборудования в этом объеме по утвержденным нормам технологического проектирования условно не включают, так как эту работу выполняет вспомогательный и основной персонал производственных цехов (учитывается отдельно от ремонтных служб).

Степень сложности ремонта каждой единицы оборудования оценивают категорией сложности и ремонта, зависящей от его конструктивных и технологических особенностей, указанных в паспортной характеристике. Категорию сложности ремонта любого агрегата устанавливают путем сопоставления его с агрегатом-эталонем, в качестве которого для технологического оборудования принят токарно-винторезный станок 16К20, которому соответствует 11 категория ремонтной сложности, а все виды ремонтных работ, выполняемых за один ремонтный цикл, оценивают одиннадцатую условными ремонтными единицами (11 РЕ). Категории сложности ремонта приводят в паспортных данных технологического оборудования.

Структура ремонтного цикла различна для различных видов оборудования, вследствие чего различна и трудоемкость работ, выполненных за один ремонтный цикл. В табл. 4.2 приведены средние нормы, принятые в нормах технологического проектирования для трехвидовой ППР и рекомендуемые для укрупненных расчетов РМЦ.

#### 4.2. Трудоемкость работ по техническому обслуживанию и ремонтам технологического оборудования (механическая часть) на 1 РЕ за один ремонтный цикл $C_{зв}$ [10, 15, 17]

Вид работы	Кол-во на один ремонтный цикл	На один вид работы			На один ремонтный цикл		
		слесарные и прочие работы, чел. ч	станочные работы, ст. ч	итого, ч	слесарные и прочие работы, $t_{сл}$ чел. ч	станочные работы, $t_{ст}$ ст. ч	итого, ч
Капитальный ремонт (включая осмотр перед ним)	1	22,0	11,1	33,1	22,0	11,1	33,1
Средний ремонт	2	16,5	7,0	23,5	33,0	14,0	47,0

Малый ремонт	6	4,1	2,0	6,1	24,6	12,0	36,6
Осмотр	10	0,75	0,1	0,85	7,5	1,0	8,5
Итого:	-	-	-	-	87,1	38,1	125,2

При двухвидовой структуре ремонтного цикла и сокращенной продолжительности ремонтного цикла ( $\Pi_{2В} = 0,625\Pi_{3В}$ ) увеличивается трудоемкость капитального ремонта одной ремонтной единицы. Эта трудоемкость по слесарным и прочим работам – 37 ч, по станочным – 15,1 ч, всего 52,1 ч (вместо 33,1 ч для трехвидовой структуры, см. табл. 4.2). Трудоемкости малого ремонта и осмотра остаются без изменения. При этом годовая трудоемкость 1 РЕ практически не изменяется.

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и плановым ремонтам оборудования (в РЕ), подлежащий выполнению ремонтными службами, называют ремонтноемкостью и определяют по формуле:

$$r = R / \Pi, \quad (4.1)$$

где  $R$  – общая ремонтная сложность оборудования в РЕ;  $\Pi$  – продолжительность ремонтного цикла для того же оборудования, год.

В практике проектирования РМЦ машиностроительных заводов годовую ремонтноемкость, в основном, определяют укрупненным расчетом. Нормативные значения средней ремонтной сложности и средней продолжительности цикла по видам оборудования или предприятию в целом при укрупненных расчетах заносят в таблицу, выполненную по форме табл. 4.3.

#### 4.3. Расчет годовой ремонтноемкости

Вид оборудования	Кол-во единиц оборудования $C$	Средняя ремонтная сложность одной единицы оборудования $R_c, PE$	Общая ремонтная сложность вида оборудования $C \times R_c, PE$	Средний ремонтный цикл по виду оборудования $\Pi, год$	Годовая ремонтноемкость по виду оборудования, $r, PE$
Металлорежущее					
Кузнечно-прессовое					
Литейное					
Подъемно-					

транспортное					
Итого по предприятию					

Годовая ремонтность данного вида оборудования равна

$$r = R_c \cdot C / Ц. \quad (4.2)$$

При укрупненных расчетах в среднем можно принимать [17]:

- десятую категорию ремонтной сложности для металлорежущего оборудования;
- восьмую – для литейного;
- пятнадцатую – для кузнечно-прессового;
- десятую – двенадцатую – для подъемно-транспортного оборудования.

Ремонтность технологического оборудования ремонтных служб, санитарно-технического и прочего неучтенного оборудования учитывают коэффициентом  $K_{pc} = 1,15$ .

Электротехническое оборудование не включают в состав оборудования, обслуживаемого в РМЦ, так как его ремонтируют в электроремонтном цехе.

Нормами технологического проектирования рекомендовано учитывать, что в функции РМЦ включают работы по изготовлению нестандартного оборудования и по модернизации ремонтируемого оборудования. При этом при расчете РМЦ для небольших заводов ( $R \leq 20000$  PE) следует увеличивать годовую ремонтность на 10 % ( $K' = 1,1$ ), а для средних и крупных ( $R > 20000$  PE) – на 5 % ( $K' = 1,05$ ).

### Тест для самоконтроля к параграфам 4.1 и 4.3

Да	Нет
----	-----

1. Возможно ли наличие в РМЦ предметно-замкнутых участков с поточной формой организации производства?

--	--

2. Могут ли быть в составе одного машиностроительного предприятия несколько РМЦ ?

--	--

3. Предполагает ли какая-либо форма организации ремонтных работ на предприятии отсутствие РБ в механических и сборочных цехах ?

--	--

4. Существует ли какая-либо структура ремонтной

--	--

службы машиностроительного предприятия без РМЦ предприятия ?

5. Предусматривают ли мероприятия ППР меры, направленные на предупреждение интенсивного износа оборудования ?

--	--

6. Зависит ли структура ремонтного цикла технологического оборудования от срока его эксплуатации ?

--	--

7. Может ли существовать структура ремонтного цикла, исключая средние ремонты технологического оборудования ?

--	--

8. Входит ли межремонтное обслуживание в состав мероприятий ППР ?

--	--

9. Имеется ли какая-либо взаимосвязь между сроком службы и степенью сложности ремонта единицы технологического оборудования ?

--	--

10. Одинакова ли продолжительность ремонтного цикла для двух- и трехвидовой ППР ?

--	--

11. Зависит ли ремонтоемкость технологического оборудования от срока его эксплуатации ?

--	--

12. Учитывается ли при расчете РМЦ машиностроительных предприятий ремонтноемкость санитарно-технического оборудования предприятия ?

--	--

13. Существует ли какая-либо взаимосвязь между размерами машиностроительного предприятия и объемом работ по изготовлению нестандартного оборудования и модернизации технологического оборудования, включаемым в годовую ремонтноемкость РМЦ ?

--	--

#### **4.4. Расчет трудоемкости слесарно-сборочных и прочих работ и станкоемкости механической обработки**

Общая годовая трудоемкость ремонтных работ включает трудоемкость слесарных и прочих работ  $T_{сл}$  и станочных работ  $T_{ст}$ :

$$T = T_{сл} + T_{ст}; \quad (4.3)$$

$$T_{сл} = r \cdot t_{сл}; \quad T_{ст} = r \cdot t_{ст}. \quad (4.4)$$

Значения  $t_{сл}$  и  $t_{ст}$  принимают по табл. 4.2, исходя из условия приобретения запасных частей от специализированных предприятий (со



стороны) в количестве 10 % общей потребности в них и выполнения собственными силами всех 100 % плановых капитальных ремонтов.

Если машиностроительное предприятие осуществляет большие объемы закупки запасных частей и использует возможности специализированных ремонтных предприятий (в том числе малых) при выполнении капитальных ремонтов технологического оборудования (в основном – уникального) в расчетах годовой трудоемкости следует учитывать данные табл. 4.4.

4.4. Коэффициенты снижения трудоемкости ремонтных работ в зависимости от уровня закупок запасных частей и выполнения капитальных ремонтов специализированными предприятиями [17]

Запасные части		Капитальный ремонт	
% получения со стороны	Коэффициент $K_{зч}$	% выполнения на стороне	Коэффициент $K_{кр}$
1	2	3	4
Станочные работы			
10	1,00	0	1,00
20	0,94	10	0,97
30	0,88	20	0,94
40	0,82	30	0,91
50	0,76	40	0,88

Продолжение табл. 4.4

1	2	3	4
60	0,70	50	0,85
70	0,64	60	0,82
Слесарные и прочие работы			
10	1,000	0	1,000
20	0,975	10	0,975
30	0,950	20	0,950
40	0,925	30	0,925
50	0,900	40	0,900
60	0,875	50	0,875
70	0,850	60	0,850

С учетом поправочных коэффициентов

$$T_{сл} = r \cdot t_{сл} \cdot K_{рс} \cdot K' \cdot K_{зч} \cdot K_{кр}; \quad (4.5)$$

$$T_{ст} = r \cdot t_{ст} \cdot K_{рс} \cdot K' \cdot K_{зч} \cdot K_{кр}. \quad (4.6)$$

#### 4.5. Расчет количества и состава оборудования ремонтных служб предприятия

Организационная структура РМЦ определяется, главным образом, масштабом производства и количеством оборудования.

Станочное оборудование РМЦ подразделяют на основное и вспомогательное. В общезаводской классификации все оборудование ремонтных служб относят к вспомогательному.

Количество основного оборудования ремонтных служб определяют расчетом по трудоемкости станочных работ.

Общее количество основного оборудования РМЦ находят по формуле:

$$C_{\text{РМЦ}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{до}} \cdot K_3} = \frac{r \cdot t_{\text{ст}} \cdot K_{\text{рс}} \cdot K' \cdot K_{3\text{ч}} \cdot K_{\text{кр}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{до}} \cdot K_3}, \quad (4.7)$$

где  $K_{\text{РМЦ}}$  – коэффициент, учитывающий распределение трудоемкости ремонтных работ между РМЦ предприятия и РБ (табл. 4.5).

Величину коэффициента загрузки оборудования  $K_3$  принимают по табл. 4.6.

Не рекомендуется создавать отдельные РБ на небольших предприятиях, для которых общее количество основных станков по расчету получается менее 25 единиц.

#### 4.5. Распределение станкоемкости ремонтных работ между РМЦ и РБ ( $K_{\text{РМЦ}}$ ) [1, 17, 23]

Общее число единиц основного оборудования ремонтных служб $C_p$	$K_{\text{РМЦ}}$		
	массовое и крупносерийное	среднесерийное	мелкосерийное и единичное
$\leq 25$	1,00	1,00	1,00
26-40	0,75-0,80	0,80-0,85	0,85-0,90
41-63	0,70-0,75	0,80-0,85	0,85-0,90
64-100	0,65-0,70	0,75-0,80	0,80-0,85
101-160	0,60-0,65	0,75-0,80	0,80-0,85
161-250	0,55-0,60	0,70-0,75	-
$\geq 251$	0,51-0,55		

#### 4.6. Коэффициент загрузки оборудования в ремонтно-механических цехах

$\Sigma PE \cdot 10^4$	до 3	3-5	5-10	10
$K_3$	0,6	0,65	0,7	0,75

Основное оборудование РМЦ – универсальные станки для обработки резанием. На участках изготовления запасных частей в последнее время используют станки с ЧПУ. Комплекты станков должны обеспечить возможность изготовления или восстановления деталей ремонтирующего оборудования с требуемой точностью. Рекомендуемый состав основного оборудования РМЦ приведен в табл. 4.7, а РБ – в табл. 4.8.

#### 4.7. Примерное процентное соотношение типов основных станков в РМЦ [1, 17]

Тип станка	%	Тип станка	%
Токарные и револьверные	38-50	Вертикально-фрезерные	5-6
Карусельные и лоботокарные*)	-	Зубообрабатывающие	7-8
		Круглошлифовальные	5-6
Сверлильные с диаметром сверления более 50 мм	2-3	Внутришлифовальные	2-3
		Плоскошлифовальные	4-5
Расточные	5-6	Специально-шлифовальные	2-3
Долбежные	2-3	Продольно-строгальные	3-4
Универсально-горизонтально-фрезерные и	6-7	Прочие	3-4
*) Карусельные и лоботокарные станки принимают при наличии крупного ремонтируемого оборудования и включают в счет количества токарных станков			

#### 4.8. Примерный состав металлорежущих станков в РБ [15]

Тип станков*)	Количество единиц оборудования при общем количестве станков в РБ					
	5	7	10	14	18	25
Токарно-винторезные	2	3	3	6	7	10
Универсально-фрезерные	1	1	1	1	2	3
Вертикально-фрезерные	-	-	1	1	1	2
Поперечно-строгальные	1	1	1	1	2	3
Долбежные	-	-	-	1	1	1
Сверлильные	1	1	2	2	3	3
Универсально-шлифовальные	-	1	1	1	1	2
Плоскошлифовальные	-	-	1	1	1	1
*) При отсутствии в обслуживаемом цехе заготовительного участка в состав РБ включают отрезной станок						

Если число станков в РМЦ не превышает 15 единиц, принимают минимальный комплект, примерный состав которого указан в табл. 4.9.

Вспомогательное оборудование РМЦ, размещаемое, как правило, на слесарных участках и отделениях, не рассчитывают, а принимают комплектно в зависимости от числа единиц основного оборудования проектируемого цеха по табл. 4.10.

#### 4.9. Примерный состав минимального комплекта основных станков РМЦ [1, 17, 23]

Станок*)	Размеры, мм	Число станков
1	2	3
Токарно-винторезный	Максимальный диаметр обработки x межцентровое расстояние 400x710	1
	400x1000	2
	400x1500	1
	630x1500	1
	630x3000	1
Вертикально-сверлильный	Наибольший диаметр сверления 50	1
Универсально-фрезерный	Размеры стола 320-1250	2
Вертикально-фрезерный	Размер стола 320x1250	1
Поперечно-строгальный	Ход 700	1

Продолжение табл. 4.9

1	2	3
Долбежный	Ход 200	1
Универсально-круглошлифовальный	Наибольшие размеры обрабатываемых изделий: диаметр 300 длина 1000	1
Плоскошлифовальный	Размер стола 300x1000	1
Зубофрезерный	Наибольший диаметр зубчатого колеса 750	1
Итого:	-	15

\*) При отсутствии в цехах предприятия крупных станков, а также в случае невозможности кооперирования с другими предприятиями в минимальный комплект станков РМЦ допускается включать продольно-строгальный, расточной и радиально-сверлильный станки.

#### 4.10. Примерный состав вспомогательного и слесарно-сборочного оборудования РМЦ [1, 17]

Оборудование	Число единиц вспомогательного оборудования при числе единиц основного оборудования РМЦ							
	15	25	40	60	100	160	200	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станки:								
- отрезной	1	1	1	2	3	4	4	5
- обдирочно-шлифовальный	1	1	2	2	3	3	4	4
- центровочный	-	-	-	1	1	1	2	2
- сверлильный диаметром сверления до 50 мм	1	2	3	3	4	5	5	6
- настольно-сверлильный	1	2	3	4	5	7	8	9
Гидравлический пресс	-	-	-	-	1	2	2	2
Ручной пресс	1	2	2	2	3	4	4	5
Сварочный трансформатор	1	1	1	2	2	4	4	5
Моечная машина	-	-	-	-	-	-	2	2
Ванна моечная	1	1	1	1	1	1	1	1
Ножницы приводные	-	-	-	1	1	1	1	1
Аппарат для металлизации	-	-	-	1	1	2	2	2
Пост газовой сварки, резки и наплавки	1	1	1	2	3	4	4	5

Продолжение табл. 4.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установка для импульсно-дуговой электронаплавки	-	-	-	1	1	1	2	2
Итого:	8	11	14	22	30	40	45	51

Примечания: 1. Восстановление размеров и покрытие деталей гальваническими методами выполняют в порядке кооперирования с отделениями металлопокрытий других цехов.

2. В случаях, когда в составе предприятия не предусмотрен цех для изготовления нестандартного оборудования, в состав РМЦ можно включать пресс-ножницы, гибочные вальцы и другое прессово-заготовительное оборудование.

При отсутствии в производственном корпусе общекорпусного заточного отделения и мастерской по ремонту инструмента и технологической оснастки количество вспомогательного оборудования, размещаемого в этих службах, находят по нормам технологического проектирования для механосборочных цехов (см. табл. 2.10, 2.11).

Число рабочих мест (стендов) демонтажа и слесарно-сборочных работ:

$$C = \frac{T_{\text{сл}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{до}} \cdot m} = \frac{r \cdot t_{\text{сл}} \cdot K_{\text{рс}} \cdot K' \cdot K_{\text{зч}} \cdot K_{\text{кр}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{до}} \cdot m}. \quad (4.8)$$

#### 4.6. Расчет численности и состава работающих

Все рабочие ремонтно-механических служб по общезаводской классификации относятся к вспомогательным. Однако внутри РМЦ они делятся на основные и вспомогательные. В состав основных рабочих механосборочных отделений (станочного, заготовительного, демонтажного, слесарно-сборочного, испытательного и др.) входят станочники, слесари, маляры, сварщики, термисты и др.

Численность рабочих-станочников  $R_{\text{ст}}$  определяют по годовой станкоемкости или по числу основных станков РМЦ:

$$R_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{РМЦ}}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{мо}} \cdot K_{\text{пн}}} \quad \text{или} \quad R_{\text{ст}} = \frac{C_{\text{РМЦ}} \cdot F_{\text{до}}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{мо}} \cdot K_{\text{пн}}}, \quad (4.9)$$

где  $K_{\text{пн}}$  – коэффициент, учитывающий перспективную переработку норм времени  $K_{\text{пн}} > 1$  (для новых заводов  $K_{\text{пн}} = 1,3-1,4$ ).

Численность слесарей и других основных рабочих РМЦ (кроме станочников) можно рассчитать по формуле

$$R_{\text{сл}} = \frac{T_{\text{сл}} \cdot K_{\text{РМЦ}} \cdot K_{\text{МР}}}{F_{\text{др}} \cdot K_{\text{пн}}}, \quad (4.10)$$

где  $K_{\text{МР}}$  – коэффициент, учитывающий дальнейшую механизацию слесарных работ (для новых заводов  $K_{\text{МР}} = 0,75-0,80$ ).

Численность вспомогательных рабочих РМЦ при укрупненных расчетах принимают в размере (15-18) % от расчетного числа основных рабочих (в том числе рабочих-контролеров (2-3) %).

Кроме контролеров в число вспомогательных рабочих включают кладовщиков, раздатчиков инструментов, крановщиков, электрокарщиков, стропальщиков, транспортных рабочих, уборщиков стружки и производственных помещений цеха, электриков и др.

Численность рабочих в первой смене составляет (при двухсменной работе) (55-60) % - среди основных рабочих и (60-65) % среди вспомогательных.

Инженерно-технические работники составляют (8-10) %, служащие (1,5-2) %, младший обслуживающий персонал (1-1,5) % от количества всех рабочих. Состав ИТР и служащих уточняют в соответствии с разработанной

структурой РМЦ. Среди них около 55 % работают в конкретных службах, а остальные – непосредственно в производстве (на участках).

Для расчета санитарно-бытовых площадей цеха принимают, что среди станочников (10-15) %, среди слесарей (2-3) %, а среди вспомогательных рабочих – (40-50) % составляют женщины.

### Тест для самоконтроля к параграфам 4.4 и 4.6

	Да	Нет
1. Учитывают ли при расчетах годовой трудоемкости ремонтных работ возможность получения для ремонта технологического оборудования запасных частей от специализированных организаций ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Зависит ли организационная структура РМЦ от количества технологического оборудования в его подразделениях ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Может ли быть суммарное количество металлорежущих станков в ремонтных базах основных цехов предприятия большим количества станков в РМЦ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Общее количество металлорежущих станков (полученное расчетом) для организации ремонтных служб машиностроительного завода составило 24 единицы. Будете ли Вы распределять это количество станков между РМЦ и РБ механических цехов ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Есть ли какое-либо отличие в определении количества вспомогательного оборудования, размещаемого в заточном отделении и в мастерской по ремонту инструмента и технологической оснастки РМЦ и в механических цехах основного производства ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Возможен ли при расчетах численности рабочих-станочников и слесарей учет перспективной переработки норм времени и механизации слесарных работ ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. На Ваш взгляд, численность рабочих-контролеров РМЦ превышает ли численность рабочих той же специальности в механических цехах ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **5. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЦЕХОВ, УЧАСТКОВ И ЛИНИЙ**

### **5.1. Структура и производственный состав гибких автоматизированных цехов, участков и линий**

Автоматизация основных технологических процессов в промышленности, особенно в условиях массового и серийного поточного производства, в настоящее время достигла достаточно высокого уровня. Методы расчета автоматизированных цехов поточного производства, как одной из разновидностей механосборочных цехов, достаточно подробно изложены во втором разделе.

Рост производительности труда в условиях единичного и мелкосерийного производства может быть обеспечен в основном путем внедрения групповых методов обработки и создания на этой основе гибких автоматизированных участков, цехов, линий и МП, приспособленных к выпуску широкой номенклатуры изделий благодаря быстрой переналадке оборудования. Проектирование гибких автоматизированных цехов (ГАЦ), участков (ГАУ) и линий (ГАЛ), в отличие от проектирования всех остальных производственных подразделений механосборочного профиля, характеризуется необходимостью углубленной проработки всех структур проектируемого объекта и имеет свои отличия и особенности.



При формировании структуры таких подразделений следует учитывать целый ряд ограничений, например, по материалу заготовок, обрабатываемых на ГАУ, который накладывает определенные ограничения по сбору и переработке стружки, по совместимости технологического оборудования и т.д. В целом структура ГАЦ достаточно подробно описана в [4, 15, 16].

Для обоснованного выбора структуры отдельных ГАУ и ГАЛ следует учитывать конструктивно-технологические особенности обрабатываемых заготовок, а также объем выпуска и трудоемкость деталей. В соответствии с ГОСТ 14312-89 профиль специализации участка или линии следует устанавливать по результатам анализа классификационных групп деталей и показателей относительной трудоемкости обработки входящих в них деталей. При этом стремятся к равенству данного показателя для всех заготовок, обрабатываемых в ГПС.

Показатель относительной трудоемкости  $K_{от}$  определяют по формуле

$$K_{от} = \frac{\sum_{k=1}^{r_0} T_{ши} \cdot N_i}{F_{до} \cdot B}, \quad (5.1)$$

где  $T_{ши}$  – штучное время к-ой детали операции, ч;  $r_0$  – число операций по технологическому процессу  $i$ -ой детали (заготовки).

Обработка на участке заготовок деталей, близких по показателю относительной трудоемкости, упрощает планирование работы участка, обеспечивает изготовление разных деталей изделия в одном темпе.

Окончательную номенклатуру групп деталей устанавливают после расчетов загрузки технологического оборудования.

При выборе состава технологического оборудования необходимо в первую очередь ориентироваться на результаты расчета экономической эффективности от его использования, а также учитывать возможность встраивания его в ГПС с учетом автоматизации установки заготовок и снятия обрабатываемых деталей со станков, а также стыковки системы управления технологического оборудования с управляющей ЭВМ.

В ГПС обычно включают от 2 до 24 ГПМ, состоящих из технологического оборудования (станков с ЧПУ) и загрузочно-разгрузочных устройств в виде промышленных роботов (ПР), автооператоров (АО), встроенных накопителей и др. Преобладают ГПС, включающие 4-10 станков 2-4 моделей. Для обеспечения живучести при выходе из строя или плановом ремонте одного из ГПМ в состав ГПС иногда включают станки-дублиеры.

Применение ПР обеспечивает автоматизацию и необходимую гибкость при перенастройке основного технологического оборудования. Они выполняют операции взятия заготовок из накопительно-ориентирующих устройств, транспортировки и установки их в зону обработки, осуществляют

взятие готовых деталей или частично обработанных заготовок, транспортировку и укладку их в тару или на промежуточные устройства для выполнения последующих операций.

Использование одного робота для обслуживания группы станков вызывает необходимость перемещения его основания по напольным или подвесным путям. При подвижном основании робот может взаимодействовать со складом заготовок и инструментов. Напольные подвижные манипуляторы (робокары) занимают значительную площадь, затрудняют обслуживание и усложняют возможность обеспечения требований охраны труда. Эти недостатки устраняются при использовании компоновки с подвесным манипулятором, но в этом случае комплекс приобретает специализированный характер, что снижает возможность перестройки производства.

Для загрузки-выгрузки мелких заготовок обычно используют более дешевые средства (вибробункеры, лотки, АО и т.д.), однако средствами доставки сменных бункеров или кассет могут также служить ПР.

При использовании ПР его грузоподъемность должна превышать массу объекта манипулирования не менее чем на 10 %.

## **5.2. Расчет количества металлорежущего оборудования**

Известно, что в настоящее время в связи с переходом экономики на рыночные отношения все чаще даже в условиях крупносерийного и массового поточного производства, с целью повышения конкурентоспособности своей продукции при изменении потребительского спроса предприятия вынуждены обновлять ее номенклатуру. Поэтому при обновлении парка технологического оборудования руководители таких предприятий предпочитают ГАЛ специальным и специализированным автоматическим линиям, несмотря на их высокую стоимость.

Расчетное количество единиц металлорежущего оборудования, необходимого для выполнения переходов на каждой станции ГАЛ, определяют по формуле (2.19). Общее количество станков в ГАЛ – по формуле (2.20).

При проектировании ГАЛ и ГАУ серийного и мелкосерийного группового производства количество единиц металлорежущего оборудования

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{r_0} T_{ши} \cdot N_i}{F_{до} \cdot K_{и}}, \quad (5.2)$$

где  $m$  – число наименований заготовок, обрабатываемых в ГАУ или ГАЛ;  $K_{и}$  – коэффициент использования станков с ЧПУ (в том числе в ГПС); для серийного и мелкосерийного производства принимают равным (0,8-0,85) [16].

При расчете ГАУ по приведенной программе в формулу (5.2) вместо  $T_{шик}$  подставляют штучно-калькуляционное время обработки заготовки детали-представителя на  $n$ -й операции вместо  $N_i$  подставляют  $N_{пр}$  – приведенную программу выпуска всех деталей данной конструктивно-технологической группы.

Общее число станков ГАУ будет равно

$$C_{рс} = C_p \cdot h, \quad (5.3)$$

где  $h$  – число конструктивно-технологических групп.

Коэффициент загрузки оборудования на проектируемом участке или линии определяется отношением расчетного числа единиц технологического оборудования  $C_p$  к принятому  $C_{п}$ :

$$K_3 = C_p / C_{п}. \quad (5.4)$$

Необходимо иметь в виду, что  $K_3$  не может быть больше единицы. В тех случаях, когда расчетное число станков превышает целое число не более чем на 0,05-0,10, следует пересмотреть содержание данной операции в отношении изменения режима резания, структуры операции, применяемых инструментальных материалов и оснастки с целью повышения производительности обработки на (5-10) %.

Количество технологического оборудования, обслуживаемого одним ПР, можно выбрать, исходя из данных табл. 5.1.

#### 5.1. Количество технологического оборудования, обслуживаемого одним промышленных роботом [3]

Оперативное время, мин.	3,0-5,0	5,0-7,5	св. 7,5
Количество обслуживаемого технологического оборудования, шт.	2	3	4

Максимальное количество технологического оборудования, обслуживаемого одним ПР, рекомендуется принимать не более 4, так как при превышении этого числа существенно усложняется планировка и монтаж производственного комплекса.

### 5.3. Расчет автоматизированной транспортно-складской системы

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) представляет собой совокупность транспортных средств, автоматизированных складов и устройств технологического сопряжения. Назначение АТСС:

- прием, хранение и выдача заготовок, полуфабрикатов, оснастки, приспособлений, инструмента и готовых деталей;
- комплектование и разукomплектование в соответствии со сменнoсуточным заданием комплектов деталей и инструментов;
- доставка комплектов в рабочую зону станка.

Работа ГАУ и ГАЛ зависит от работы транспортной системы, которая может состоять только из системы транспортирования заготовок (деталей) или включать в себя еще и систему транспортирования инструмента.

Транспортная система связывает между собой станки и позиции загрузки заготовок и выгрузки деталей. Она располагается вдоль станков с одной стороны (прямолинейная) или вокруг них (круговая), а транспортирование спутников с заготовками или деталями осуществляется непрерывным или дискретным транспортом. Дискретный транспорт (штабелеры, транспортные роботы и др.) усложняет конструктивное решение, но занимает меньшую, чем непрерывный транспорт, площадь и позволяет использовать один или несколько спутников на каждое наименование деталей установок, обрабатываемых в комплексе.

При обработке заготовок в приспособлениях-спутниках (ГПС корпусных деталей) максимальное количество деталей-установок различных наименований  $D_n$ , обрабатываемых в ГПС в течение месяца, определяют по формуле:

$$D_n = \frac{C_{\text{оц}} \cdot F_{\text{до}} \cdot 60}{\bar{T}_{\text{шс}} \cdot N_m \cdot 12}, \quad (5.5)$$

где  $C_{\text{оц}}$  – количество станков ГПС, работающих с приспособлениями-спутниками, шт;  $N_m$  – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования;  $\bar{T}_{\text{шс}}$  – среднее штучное время детали-установки, мин.

Число ячеек  $M_{\text{я}}$  склада-накопителя спутников

$$M_{\text{я}} = K_{\text{зп}} \cdot D_n, \quad (5.6)$$

где  $K_{зп}$  – коэффициент запаса, обеспечивающий надежную работу ГПС;  $K_{зп} = 1,1$ .

При обработке заготовок партиями, перемещаемыми к станкам в унифицированной таре (заготовки деталей типа тел вращения и др.), число ячеек склада определяют по числу партий запуска в течение месяца или другого расчетного промежутка времени:

$$M_{я} = \frac{C_{п} \cdot F_{до}}{\bar{T}_{п} \cdot 12 \cdot \bar{r}_0} \cdot K_{зп}, \quad (5.7)$$

где  $\bar{T}_{п}$  – средняя продолжительность обработки партии заготовок на ГПМ, ч:

$$\bar{T}_{п} = T_{ср} \cdot \bar{N}_Q, \quad (5.8)$$

$\bar{N}_Q$  – средний размер партии, шт;  $\bar{r}_0$  – среднее число операций обработки деталей в ГПС.

Для перемещения спутников, тары с заготовками и деталями между стеллажами, позициями загрузки-выгрузки и контроля применяют робокары (транспортные роботы), штабелеры, каретки-операторы и другие транспортные механизмы.

Расчет количества транспортных средств периодического действия (например, штабелеров) ведут по формуле:

$$A = \frac{T_{об} \cdot 12}{F_{до}}, \quad (5.9)$$

где  $T_{об}$  – суммарное время обслуживания ГПМ и складов (станков и стеллажей) штабелером или другим транспортным механизмом периодического действия в течение месяца, ч:

$$T_{об} = \frac{K_{1с} \cdot T_{1с} + K_{2с} \cdot T_{2с}}{60}, \quad (5.10)$$

где  $K_{1с}$  – число перемещений между стеллажами и станками за месяц;  $K_{2с}$  – то же между станками;  $T_{1с}$  и  $T_{2с}$  – соответственно среднее время, затрачиваемое на перемещение заготовок между стеллажами и станками и между станками, мин.

Время на выполнение штабелером одной передачи:

$$T_{сс} = 2T_{к.э} + 2T_{пх} + T_{вс} + T_{пс}, \quad (5.11)$$

где  $T_{к.э}$  – время расчета и передачи кадра от ЭВМ на локальную систему ЧПУ, управляющую штабелером, мин ( $T_{к.э} \approx 0,1$  мин);  $T_{пх}$  – время подхода к заданной позиции, мин:

$$T_{пх} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y}, \quad (5.12)$$

где  $L_x$  и  $L_y$  – соответственно длина перемещения в продольном и поперечном перемещениях (по осям X и Y), м;  $V_x$  и  $V_y$  – соответственно скорости перемещения по осям X и Y, м/мин;  $T_{вс}$  – время работы цикловой автоматики

телескопического стола штабелера по выполнению приема "взять спутник" (из ячейки стеллажа или загрузочного устройства станка);  $T_{пс}$  – время работ по выполнению приема "поставить спутник"; ориентировочно  $T_{вс} = T_{пс} = (0,15-0,25)$  мин.

В табл. 5.2. приведены технические характеристики отечественных автоматизированных складов, используемых в ГАП, а в табл. 5.3 даны типовые ряды стеллажей автоматизированных складов.

### 5.2. Техническая характеристика автоматизированных складов [10]

Техническая характеристика	Модель			
	СА-01	СА-0,25	СА-0,5	СА-1,0
1	2	3	4	5
Грузоподъемность штабелера, кг	100	250	500	1000
Скорость механизмов штабелера, м/мин:				
передвижения	$(3-60) \pm 10 \%$	3-100	3-60	3-125
подъема	$(3-12) \pm 10 \%$	3-20	3-20	2-25
выдвижения	$12,8 \pm 10 \%$	12	8	8
захватов				
Габариты тары, мм	400 x 300 x 240	800 x 600 x 300	800 x 600 x 400	800 x 1200 x 750

### Тест для самоконтроля к параграфам 5.1 – 5.3

Да	Нет
----	-----

- |   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Входит ли в состав ГАП система автоматизированного проектирования ?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Есть ли какое-либо отличие ГАУ от ГАЛ ?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Можно ли включать в состав ГАУ неавтоматизированные рабочие места ?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Зависит ли показатель относительной трудоемкости от штучного времени детали операции ? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Допускается ли включение в состав ГПС станков-дублеров ?                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Существует ли взаимосвязь между формой об-   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

рабатываемых заготовок и требуемым числом степеней свободы ПР ?

7. Возможно ли надежное обслуживание одним промышленным роботом ГПС, состоящей из пяти ГПМ?





8. Включается ли в состав функций АТСС ГАП комплектование и разукomплектование комплектов деталей и инструментов ?

9. Зависит ли число ячеек склада-накопителя спутников ГПС от числа партий запуска в течение месяца ?

10. Включает ли суммарное время обслуживания ГПМ и складов штабелером время расчета и передачи кадра от ЭВМ на локальную системц ЧПУ, управляющую штабелером ?

## **6. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВЫХ СКЛАДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **6.1. Назначение цеховых складов машиностроительных предприятий и исходные данные для их проектирования**

Склады в современном производстве выполняют важную роль регулятора технологического процесса, поддерживая и задавая его ритм, являясь своеобразным демпфером отклонений от синхронности и неравномерности производственных циклов. Большая роль складов объясняется еще и тем, что они служат в настоящее время не только для временного накапливания грузов. На них выполняют, кроме операций складирования грузов, еще и внутрискладские разгрузочные, транспортные, погрузочные, сортировочные, комплектовочные и промежуточные перегрузочные операции, а также некоторые технологические операции, которыми начинаются или заканчиваются производственные процессы: подбор технологических комплектов, предмонтажные работы, ориентация и фиксирование заготовок на кассетах и спутниках, технический контроль и др.

Таким образом, основная цель создания и функционирования любого склада состоит в том, чтобы принимать с транспорта (например, внутривозовского) грузопоток с одними параметрами, перерабатывать и выдавать его на другой транспорт (например внутрисистемный транспорт ГАП) с другими параметрами и выполнять это преобразование с минимальными приведенными (отнесенными к массе груза) затратами.

**По организационной структуре** различают централизованные и децентрализованные складские системы. В первом случае создают один склад или более складов, размещенных в одном месте, при децентрализованной системе – несколько складов в соответствии с их функциональным назначением.

**По функциональному назначению** цеховые склады разделяют на склады полуфабрикатов, материалов и заготовок, межоперационные и промежуточные склады, склады готовой продукции и др.

**По степени механизации и автоматизации** различают механизированные и автоматизированные склады.

**По технологии работ** склады разделяют на комплектовочные и склады, предназначенные для хранения грузов, поступающих в таре. В комплектовочных складах комплектуют транспортную партию в соответствии с плановым заданием: эти склады разделяют на склады, выдающие комплекты полуфабрикатов одного наименования, и склады, выдающие комплекты полуфабрикатов разных наименований.

**По виду складирования** склады делят на штабельные и стеллажные.

**По высоте хранения** различают низкие (до 5 м), средние ((5-8) м) и высотные (свыше 8 м) склады, а **по компоновке** – прямоочные и тупиковые.

Структуры складов и их размещение в значительной мере определяются типом производства и характером технологического процесса. Состав исходных данных, необходимых для проектирования нового или для реконструкции существующего склада, приведен в табл. 6.1.

Основными исходными данными являются сведения о номенклатуре грузов. При небольшом количестве наименований грузов (до нескольких десятков) указывают точные названия грузов всей номенклатуры. Если грузы поступают в таре, то за единицу груза принимают одну тару.

При большой номенклатуре необходимо разделять грузы на группы. В процессе формирования групп и выбора типичного представителя каждой группы следует учитывать совместимость грузов по технологическим, санитарно-техническим, противопожарным и другим условиям, физическое подобие грузов, близость габаритных размеров, массы (в том числе объемной), технологии переработки грузов на складе, условий хранения, размеров партии.

Определение параметров условного типового представителя единицы грузов основано на предположении, что этот представитель занимает на складе такой же объем, что и все грузы рассматриваемой группы. Сначала определяют общий запас грузов по данной группе.

$$I = \sum_{i=1}^m I_i, \quad (6.1)$$





где  $m$  – число наименований грузов в группе;  $I_i$  – запас хранения грузов  $i$ -го наименования, т.

Остальные искомые величины определяют по формулам математической статистики (математического ожидания значений соответствующих величин).

Длину типового представителя грузов  $\bar{a}_1$  определяют по формуле

$$\bar{a}_1 = M[a_i] = \sum_{i=1}^m a_i \frac{I_i}{I}. \quad (6.2)$$

Ширину  $\bar{b}_1$  и высоту  $\bar{h}_1$  типового представителя находят по формулам, аналогичным формуле (6.2).

Математическое ожидание  $\bar{V}$  объема, занимаемого типовым представителем

$$\bar{V} = M[V_i] = \sum_{i=1}^m a_i \cdot b_i \cdot h_i \frac{I_i}{I}. \quad (6.3)$$

Далее определяют произведение  $M[a_i] \cdot M[b_i] \cdot M[h_i]$  и сравнивают его с величиной  $\bar{V}$ . Если они равны, то окончательно принимают

$$\bar{a} = \bar{a}_1; \quad \bar{b} = \bar{b}_1; \quad \bar{h} = \bar{h}_1. \quad (6.4)$$

Если эти величины не равны, то следует произвести корректировку  $\bar{a}_1$ ,  $\bar{b}_1$ ,  $\bar{h}_1$  таким образом, чтобы равенство (6.4) соблюдалось.

Массу типового представителя группы  $\bar{g}$  определяют по формуле:

$$\bar{g} = \sum_{i=1}^m g_i \frac{I_i}{I}. \quad (6.5)$$

Годовой грузопоток  $\bar{Q}$  и запас хранения типового представителя грузов  $I$  находят соответственно по формулам:

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^m Q_i; \quad I = \sum_{i=1}^m I_i. \quad (6.6)$$

Исходные данные для проектирования склада могут быть заданы в детерминированном или стохастическом виде в зависимости от имеющихся возможностей их точной оценки и прогнозирования изменений (в размерах грузопотоков, грузов, составе номенклатурных групп и т.д.). При формировании исходных данных для проектирования складов ГАП необходимо учитывать прежде всего возможности изменения номенклатуры заготовок и деталей.

## 6.2. Расчет основных параметров складов полуфабрикатов, материалов и заготовок, межоперационных и промежуточных складов

Склады проектируют за одну стадию (рабочий проект) или за две стадии (проект и рабочая документация). Рабочий проект склада выполняют обычно

за два этапа. На первом этапе определяют техническую возможность и экономическую целесообразность основных технологических, конструктивных и объемно-планировочных решений складской системы, а на втором разрабатывают рабочие чертежи склада.

При большом объеме выпуска целесообразно организовывать склады полуфабрикатов, материалов и заготовок при соответствующих цехах-потребителях. В условиях крупносерийного и массового производства склады материалов и заготовок располагают при заготовительном цехе предприятия. В единичном и серийном производстве в механосборочных и вспомогательных цехах организуют цеховые склады, которые размещают в начале пролетов в соответствии с типовыми технологическими процессами. В цехах массового и крупносерийного производства для хранения заготовок предусматривают площадки в начале поточной линии.

**Межоперационные склады** предназначаются для хранения деталей при переходе от одной операции к другой и проектируются только при непоточном производстве для заготовок, прошедших контроль после предыдущей обработки и ожидающих отправки на следующую операцию.

Небольшой межоперационный запас полуфабрикатов в условиях поточного производства находится непосредственно у станков или на подвесном конвейере.

**Промежуточный склад** является местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей. Кроме того, на него поступают детали и узлы, необходимые для комплектования сборки, из других цехов и предприятий.

В условиях непоточного производства промежуточный склад организуют в виде отдельного помещения. При поточном производстве необходимые заделы готовой продукции складываются у сборочных мест или размещают над конвейерами в подвешенном состоянии.

При укрупненном проектировании цехов площадь складов определяют на основании нормативных данных о запасах хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей, используя технико-экономические показатели аналогичных цехов.

При расчете площади  $S_c$  складов полуфабрикатов, материалов и заготовок, а также промежуточных складов исходят из необходимого запаса и грузонапряженности пола:

$$S_c = \frac{\bar{Q} \cdot z}{f \cdot q \cdot K_p}, \quad (6.7)$$

где  $z$  – число дней запаса, принимаемое по табл. 6.2;  $f$  – среднее число рабочих дней в году ( $f = 245-255$ );  $q$  – средняя грузонапряженность  $1 \text{ м}^2$

площади склада (см. табл. 6.2);  $K_p$  – коэффициент использования площади склада, учи-





тывающий проходы и проезды; принимают по нормативам в зависимости от вида транспортируемых средств, используемых на складе (табл. 6.2).

Приведенные в табл. 6.2 нормы грузонапряженности относятся к среднесерийному производству. Для других производств следует принимать поправочные коэффициенты: 0,8 – единичное и мелкосерийное; 1,1 – крупносерийное; 1,2 – массовое.

Площадь межоперационного склада  $S_m$  определяют по формуле:

$$S_m = \frac{\bar{Q} \cdot z(M-1)}{f \cdot q \cdot K_p}, \quad (6.8)$$

где  $M$  – среднее число операций обработки заготовок.

Число кладовщиков, обслуживающих склады цехов механосборочного производства, определяют при укрупненном проектировании в зависимости от числа производственных станков в механических и вспомогательных цехах и числа производственных рабочих в сборочных цехах по приведенным в табл. 6.3 нормам.

### 6.3. Нормы технологического проектирования для определения числа кладовщиков, обслуживающих склады цехов механосборочного производства [10, 12]

Склад	Число производственных станков механического цеха или число производственных рабочих сборочного цеха, обслуживаемых одним кладовщиком			
	Тип производства			
	единичное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
Механический цех				
Заготовок	125	135	180	-
Межоперационный	65	80	105	-
Сборочный цех				
Готовых деталей	65	80	105	105
Готовых узлов	180	270	360	360
Комплектующих изделий	90	160	270	270

При детальном расчете складов учитывают номенклатуру заготовок, полуфабрикатов, деталей и определяют основные параметры склада – потребное количество тары, число ячеек, секций, стеллажей, подъемно-

транспортного и складского оборудования и на основе планировки уточняют потребную площадь и определяют число работающих.

При этом определяют запас хранения по каждой группе заготовок (деталей)

$$Z_x = \frac{\bar{Q} \cdot z}{365} \quad (6.9)$$

Далее определяют число единиц тары (поддонов)  $P_D$  для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок или деталей во вновь проектируемых складах:

$$P_D = Z_x / W, \quad (6.10)$$

где  $W$  – средняя вместимость тары выбранного типа.

Потребное количество тары для складов, расположенных в существующих зданиях, определяют по количеству складских мест для каждого типоразмера тары по планировке склада.

Общее количество тары определяют с учетом коэффициента запаса  $K'' = 1,0 - 1,1$ , учитывающего нахождение тары в ремонте и на рабочих местах.

Потребное количество стеллажей

$$P_c = L_1 / L, \quad (6.11)$$

где  $L$  – длина стеллажа, принятого по планировке, мм;  $L_1$  – общая длина стеллажей, мм.

$$L_1 = \frac{P_D}{K_y \cdot K_T} \cdot L_2, \quad (6.12)$$

где  $K_y$  – количество ярусов стеллажей;  $K_T$  – количество тары (изделий), размещаемой в ячейке;  $L_2$  – длина ячейки стеллажа, мм.

Общая площадь склада дополнительно включает площадь для временного хранения принимаемых и отпускаемых грузов, площадь подъездных путей, проходов и служебных помещений.

Площадь для временного хранения грузов  $S_{вр}$  обычно определяют по формуле:

$$S_{вр} = \frac{\bar{Q} \cdot K_H \cdot t}{f \cdot q'}, \quad (6.13)$$

где  $K_H$  – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления ( $K_H = 1,5$ ) грузов;  $t$  – время нахождения груза на площадке (обычно 2-3 дня);  $q'$  – грузонапряженность приемной и отпускной площадок, принимаемая равной половине средней грузонапряженности склада  $q$ :

$$q = \frac{K_T \cdot C_{ти} \cdot K_y}{f_c}, \quad (6.14)$$

где  $C_{ти}$  – средняя грузоместимость тары, т;  $f_c$  – площадь, занимаемая одной секцией стеллажа,  $m^2$ .

Количество мостовых кранов (кранбалок), авто- и электропогрузчиков, кранов-штабелеров, штабелирующих кареток-операторов и других подъемно-транспортных средств периодического действия для выполнения операций на складах определяют по формуле

$$A = \frac{t_{0\Sigma} \cdot K_H}{F_{до} \cdot K_H}, \quad (6.15)$$

где  $t_{0\Sigma}$  - суммарное время работы транспортного средства для перемещения годового объема груза, ч;  $K_H$  - коэффициент использования транспортного оборудования ( $K_H = 0,8$ ).

Суммарное время транспортных операций по перемещению годового объема груза транспортом периодического действия

$$t_{0\Sigma} = \frac{T_{ц} \sum_{i=1}^m z_{ти} \cdot K_H}{60z'_{ти}}, \quad (6.16)$$

где  $T_{ц}$  - средняя продолжительность одного транспортного цикла, мин;  $\sum_{i=1}^m z_{ти}$  - суммарный грузопоток, перерабатываемый данным видом транспорта, т;  $K_H$  - число транспортных операций в технологическом процессе перемещения;  $z'_{ти}$  - масса груза, перемещаемого транспортным средством за один цикл, т.

Среднюю продолжительность одного транспортного цикла перемещения можно определить по следующим зависимостям:

для мостовых кранов

$$T_{ц} = \frac{2,5H}{V_{п}} + \frac{2L}{V_{к}} + \frac{2\lambda}{V_{т}} + t_0; \quad (6.17)$$

для авто- и электропогрузчиков

$$T_{ц} = \frac{2,1H}{V_{п}} + \frac{2L}{V_{к}} + t_0; \quad (6.18)$$

для кранов-штабелеров

$$T_{ц} = \frac{2,1H}{V_{п}} + \frac{2L}{V_{к}} + \frac{2\lambda}{V_{т}} + \frac{\sum \theta}{360 \cdot n_{п}} + t_0; \quad (6.19)$$

для штабелирующих кареток-операторов

$$T_{ц} = \frac{2,1H}{V_{п}} + \frac{2L}{V_{к}} + \frac{4\lambda'}{V_{т}} + t_0, \quad (6.20)$$

где  $H$  - средняя высота подъема груза, м;  $L$  и  $\lambda$  - соответственно продольное и поперечное расстояние транспортирования, м;  $\lambda'$  - поперечный ход каретки-оператора, м;  $V_{п}$ ,  $V_{к}$ ,  $V_{т}$  - соответственно скорости вертикального, продольного и поперечного транспортирования, м/мин;  $\sum \theta$  - сумма углов

поворота колонны штабелера за полный цикл работы, град;  $n_n$  – частота поворотов колонны штабелера, об/мин;  $t_0$  – дополнительное время, затрачиваемое на уточнение установки, захват и освобождение груза, включение кнопок управления, наклон рамы и др. Величина  $t_0$  определяется для каждого вида подъемно-транспортного средства хронометражом. При укрупненных расчетах принимают: для мостового крана – (1-2) мин; автопогрузчика вилочного – 1,6 мин; автопогрузчика с крановой стрелой – (1,8-2,0) мин; электропогрузчика вилочного – 0,75 мин.

Принятое число подъемно-транспортных средств  $A_n$  определяют по зависимости

$$A_n = A / \eta_z, \quad (6.21)$$

где  $\eta_z$  – средний коэффициент загрузки подъемно-транспортных средств. Для мостовых кранов  $\eta_z = 0,6-0,8$ ; для электропогрузчиков – 0,75-0,80; для автопогрузчиков – 0,65-0,75; для кранов-штабелеров – 0,8-0,9.

Численность рабочих  $R$ , занятых на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работах, рассчитывают по трудоемкости работ для каждой профессии работающих:

$$R = \frac{T^p \cdot K_D}{F_{др}}, \quad (6.22)$$

где  $T^p$  – трудоемкость работ для каждой профессии рабочих, чел. ч;  $K_D$  – коэффициент дополнительных функций. Принимают по нормативам для каждой профессии.

Создание автоматизированных производств, в том числе гибких (ГАП), предусматривает и автоматизацию складирования заготовок, готовых деталей, приспособлений и другой необходимой оснастки и запасных частей. Однако цель складирования в автоматизированном производстве не сводится только к накоплению заделов, как это имеет место при традиционной организации производства. Склад в условиях автоматизированного производства является по существу транзитным устройством, обеспечивающим автоматический выбор нужной заготовки или оснастки по команде от управляющей ЭВМ, и может быть единым для нескольких автоматических линий, ГАЛ, ГАУ. Гибкость и автоматизация складских систем увеличивается благодаря их многорядности, многоэтажности и применению автоматических перегружателей-штабелеров.

Автоматизированный склад может состоять из различных сочетаний следующих технологических отделений: зоны хранения грузов, отделений приема и выдачи грузов, отделения укладки деталей и изделий в транспортно-складскую тару и др. Наиболее часто применяемый в автоматизированном производстве стеллажный склад может включать в том или ином сочетании набор из следующих элементов: стеллажные

конструкции, автоматизированные складские штабелирующие машины (складской робот), транспортно-складская тара, устройства для передачи тары (груженой или порожней) со штабелирующей машины на накопитель (в том числе напольные, конвейеры или специальные устройства), устройства для передачи тары с накопителя на транспортную систему автоматических линий, в том числе ГАЛ, ГАУ и в обратном направлении, технические средства систем автоматического управления складами и др.

При необходимости детального проектирования автоматических или автоматизированных складов ГАП следует использовать методы и методики, изложенные в специальной литературе [3, 9, 16].

### Тест для самоконтроля к параграфам 6.1-6.2

	Да	Нет
1. Включают ли в число основных функций складов, кроме операций складирования и временного накопления грузов, еще какие-либо технологические операции ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Допускается ли какое-либо изменение параметров грузов, находящихся на складах во время их хранения ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Зависит ли структура складов от типа производства и характера технологического процесса ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Учитывают ли при формировании групп и выборе типового представителя каждой группы грузов на складе характер технологического процесса, выполненного до их хранения ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Можно ли исходные данные для проектирования склада задать в стохастическом виде ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Есть ли какие-либо особенности в формировании исходных данных для проектирования складов ГАП ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Возможна ли организация межоперационных складов в цехах с поточной организацией производства?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Допускается ли хранение покупных деталей и узлов на промежуточном складе механосборочного цеха поточного производства ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Учитывают ли при расчете складов	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

полуфабрикатов, материалов и заготовок среднее число операций по их обработке ?

10. Существует ли какая-либо разница в определении площади промежуточных и межоперационных складов цехов непоточного механосборочного производства ?

--	--

11. Может ли промежуточный склад цеха с поточной формой организации производства размещаться в подвешенном состоянии непосредственно над сборочными конвейерами ?

--	--

12. Зависят ли нормы грузоподъемности площади складов от типа производства ?

--	--

13. Возможно ли определение числа кладовщиков, обслуживающих склады цехов механосборочного производства, в зависимости от площади складов ?

--	--

14. Влияет ли вид подъемно-транспортного складского оборудования на коэффициент использования площади склада ?

--	--

15. Включает ли общая площадь склада площади подъездных путей, проходов, проездов, служебных помещений ?

--	--

16. Учитывают ли при расчете складов неравномерность поступления и отпуска грузов ?

--	--

17. Зависит ли средняя длительность цикла перемещения грузов от вида подъемно-транспортных средств, используемых на складах ?

--	--

18. Учитывают ли при определении численности рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работах, дополнительные работы, связанные с обслуживанием склада ?

--	--

## **7. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ И КОМПОНОВКА МЕХАНОСБОРОЧНЫХ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ И РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **7.1. Состав и методика расчета площадей цеха**

Площадь цеха по своему назначению делят на производственную, вспомогательную, санитарно-бытовую и административно-конторскую.

К производственной площади МСЦ относят площади:

- поточных и автоматических линий, гибких производственных систем и участков;

- основных (производственных) отделений и участков станочного, моечного, термического и другого технологического оборудования;

- основных отделений и участков промежуточной, узловой и общей сборки изделий;

- основных отделений и участков окраски и сушки деталей, узлов и изделий;

- отделений и участков испытаний, консервации и упаковки узлов и изделий.

В состав производственных площадей участков изготовления деталей входят:

- площади, занятые металлорежущими станками, прессами, термическим и моечным оборудованием, автоматическими и поточными механизированными линиями, гибкими производственными системами и другим технологическим оборудованием с учетом пультов управления, электрошкафов, систем подачи и очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и др.;

- площади, используемые для размещения разметочных плит, верстаков и рабочих столов разметчиков, инструментальных шкафов (тумбочек, столиков), этажерок для хранения материалов, заготовок;

- площади, необходимые для технического обслуживания оборудования в период его эксплуатации и ремонта;

- площади для контроля и временного хранения межоперационных заделов заготовок и деталей;

- площади, занятые межоперационными транспортными и грузовыми наземными устройствами;

- площади проходов и проездов.

В состав производственных площадей сборочных участков включают:

- площади, используемые для непосредственной сборки изделий или узлов (сборочный плац, стенды, рабочие места, конвейеры и т.п.) с учетом проходов между рабочими местами или вокруг собираемых изделий или их узлов;

- площади для испытаний, регулировки, обкатки, окраски и сдачи ОТК собранных изделий с необходимыми проходами;

- площади, занятые технологическим оборудованием и рабочими верстаками;

- площади, занятые межоперационными складочными площадками для обработанных деталей и узлов, находящихся непосредственно у собираемых изделий.



В состав производственной площади ИЦ входят площади следующих отделений и участков: режущего инструмента, измерительного инструмента, вспомогательного инструмента, приспособлений, заготовительного (отрезного) со сварочным участком, заточного, термического, металлопокрытий, кузнечного, напайки пластин твердых сплавов, ремонта пневматического и ручного механизированного инструмента для сборочных работ, а также складами материалов, заготовок, готовых и ремонтируемых изделий и др.

В состав производственной площади РМЦ входят площади следующих отделений и участков: заготовительного; демонтижного (разборочно-промывочного); механического (изготовления и восстановления изношенных деталей); слесарно-сборочного; металлизации и наплавки; гальванического (металлопокрытий); кузнечного; термического; испытательного; окрасочного и др.

Производственную площадь цеха определяют в два этапа. На первом этапе проектирования цеха производственную площадь определяют расчетом по величине удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика. На втором этапе проектирования производственную площадь цеха уточняют путем разработки технологической планировки (плана расположения всего оборудования, рабочих мест, подъемно-транспортных средств, проездов, проходов, складочных мест заготовок и др.).

Площадь механических участков изготовления деталей  $F_{ст}$  механосборочных и инструментальных цехов рассчитывают по формуле

$$F_{ст} = C_1 \cdot q_1 + C_2 \cdot q_2 + C_3 \cdot q_3, \quad (7.1)$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  – количество соответственно мелкого, среднего и крупного оборудования, шт.;  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  – удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования,  $m^2$ .

Габаритные размеры в плане металлорежущих станков с учетом шкафов, пультов управления и других выносных узлов: мелкие – до  $1800 \times 800 \text{ мм}^2$ , средние – до  $4000 \times 2000 \text{ мм}^2$ , особо крупные – до  $1600 \times 6000 \text{ мм}^2$ .

Удельная производственная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, зависит от габаритных размеров принимаемого оборудования и транспортных средств. Последние определяют ширину проездов между рядами станков. Для мелких станков  $q_1 = (14-18) \text{ м}^2$ , для средних  $q_2 = (18-22) \text{ м}^2$ , для крупных  $q_3 = (22-44) \text{ м}^2$  [10, 12].

Поскольку в составе участка (цеха) имеется оборудование разных габаритных размеров, для предварительной оценки требуемой площади удобнее пользоваться удельными показателями  $q$  для аналогичных цехов, обобщенных по ряду действующих предприятий или ранее выполненных

проектов. В этом случае производственную площадь участка (цеха) определяют по формуле

$$F = C \cdot q, \quad (7.2)$$

где  $C$  – общее количество металлорежущего оборудования участка (цеха).

Показатели удельной производственной площади  $q$  приведены в табл. 7.1 – 7.3.

При укрупненных расчетах площадь РМЦ определяют по удельной площади на единицу основного оборудования (табл. 7.4).

#### 7.1. Удельные площади механических цехов мелко- и среднесерийного производства [10, 12]

Участки обработки технологических групп деталей	Размеры деталей <sup>*)</sup> , мм	Общая площадь, приходящаяся на единицу производственного оборудования <sup>**)</sup> , м <sup>2</sup>
Базовые детали	$4000 < \lambda \leq 8000;$ $1500 < b \leq 3000$	200
Базовые детали (станины, плиты, траверсы, поперечины и т.п.)	$\lambda \leq 400, b \leq 200$	150
Корпусные детали (корпуса, кожухи, столы, плиты и т.п.)	$1000 < \lambda \leq 2000;$ $b \leq 1000$	70
Корпусные детали (корпуса, крышки и т.п.)	$\lambda \leq 1000, b \leq 500$	40
Планки, рычаги, кронштейны и т.п.	$\lambda \leq 700, b \leq 500$	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колеса, шпиндели, колонны и т.п.)	$D > 1000,$ $\lambda > 3000$	120
То же	$320 \leq D \leq 1000$ $700 \leq \lambda \leq 3000$	80
Средние детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т.п.)	$200 < D \leq 320$ $\lambda \leq 700$	45
Мелкие детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты и т.п.)	$D \leq 200$	35
Токарно-револьверные детали (штифты, винты, крепежные гайки, втулки, кольца, штуцера)	$D \leq 65; \lambda \leq 100$	25
То же	$D \leq 25$	20

\*)  $\lambda$  - длина;  $b$  – ширина;  $D$  – диаметр детали.

\*\*) Площадь на единицу оборудования, включенного в ГПС, принимать с коэффициентом 2.

7.2. Удельная площадь отделений механической обработки цехов автомобильной промышленности [10, 12]

Цех	Назначение изготавливаемых деталей	Общая площадь, приходящаяся на единицу производственного оборудования, м <sup>2</sup> *)
Шасси	Для легковых автомобилей.	23
	Для грузовых автомобилей грузоподъемностью, т, до 5	30
	св. 5	34
Двигателей	Для двигателей, мощностью, кВт, до 50	27
	50-88	30
	88-147	32
	св. 147	36
Коробок перемены передач и агрегатов	Для легковых и грузовых автомобилей грузоподъемностью до 1,5 т	19
	Для грузовых автомобилей грузоподъемностью, т до 5	21
	св. 5	23
Механически е	Для специализированных производств массовых деталей и изделий (шестерни, поршни, кузовная арматура, карбюраторы и др.)	24
		28
	Для автомобильных прицепов	
С автоматическими линиями жесткого типа	-	35

Автоматные* *)	Детали со средней массой, т, до 0,040 св. 0,040	20-23 25-35
*) В значениях удельной общей площади учтены площади складов готовых деталей. **) Для автоматных цехов меньшие значения удельной общей площади даны при использовании одношпиндельных, большие – многошпиндельных автоматов.		

7.3. Удельная площадь на единицу основного оборудования ИЦ  
(отделений, участков) [12, 17]

Отделение (участок, мастерская)	Площадь, м <sup>2</sup>		
	Изделия		
	крупные	средние	мелкие
Отделения, участки ИЦ			
Режущего инструмента	21	18	16
Измерительного инструмента	24	20	18
Вспомогательного инструмента	25	21	19
Приспособлений	30	26	24
Заготовительное (отрезное) со сварочным участком	40	38	36
Мастерские, отделения, участки в производственных цехах			
По ремонту технологической оснастки и инструмента	24 12	22 10	20 8
Заочные отделения			

7.4. Удельная площадь на единицу основного оборудования РМЦ [17, 23]

Число единиц основного оборудования РМЦ, шт	Удельная площадь на единицу основного оборудования, м <sup>2</sup>
≤ 20	46
40	44
60	42
100	40
160	38
≥ 160	36

В зависимости от вида оборудования для РМЦ рекомендуется применять поправочные коэффициенты: для мелкого оборудования 0,7-0,9, для тяжелого и крупного 1,1-1,3.

Из общей площади РМЦ механическое (станочное) отделение (с заготовительным участком) занимает (40-50) %, слесарно-сборочное отделение (с испытательным и окрасочным участком) – (30-35) % (без учета площадей термического, жестяницко-медницкого, кузнечно-сварочного отделений).

При расчете производственных площадей сборочных цехов и участков, а также слесарных отделений цехов станкостроительной и автомобильной промышленности удельную площадь на одно рабочее место можно определить по табл. 7.5 – 7.6. Показатели, приведенные в табл. 7.6, необходимо увеличить в 1,2 раза при стендовой (непоточной) сборке и в 1,2 – 1,5 раза при автоматической сборке узлов и агрегатов автомобилей.

7.5. Удельная площадь сборочных участков станкостроительных заводов (мелко- и среднесерийного производство) [10, 12]

Размеры сборочных единиц в плане, мм	Производственная площадь, приходящаяся на одно рабочее место <sup>*)</sup> , м <sup>2</sup>	Вид и условия сборки
1	2	3
<b>Общая сборка станков</b>		
до 800	16-19	Стационарная
Св. 800 до 1500	$(2,5 + \lambda) \times (5,75 + \lambda)^{**})$	-"
Св. 1500 до 3000	$(3 + \lambda) \times (5,5 + b + \lambda)$	-"
Св. 3000	$(3 + \lambda) \times (5,75 + b + \lambda)$	-"
-	$(3 + \lambda) \times (5,5 + 2b)$	Конвейерная
<b>Испытания станков</b>		
до 800	14-14,5	-
Св. 800 до 1500	$(2,5 + \lambda) \times (5,5 + b)$	-
Св. 1500 до 3000	$(3 + \lambda) \times (5,5 + b)$	-
Св. 3000	$(3 + \lambda) \times (5,75 + b)$	-
<b>Узловая сборка с одной стороны объекта</b>		
до 1200 x 700	7-10	Стационарная, доставка деталей краном и тележкой.
до 1200 x 700	11-13	То же при конвейерной сборке
до 1200 x 700	15,2	Стационарная, доставка деталей подвесным конвейером
до 1200 x 700	17,8	То же при конвейерной сборке
<b>Узловая сборка вокруг объекта</b>		
до 1200 x 700	13-14	Стационарная, доставка деталей краном и тележкой
св. 1200 x 700	$(2 + \lambda) \times (3,5 + 2b)$	То же
до 1200 x 700	20,6	То же при доставке деталей подвесным транспортером
<b>Участки шабрения</b>		
до 1200 x 700	10-13	Рабочая зона с одной стороны

до 1200 x 700 св. 1200 x 700 до 3000 x 3000 св. 3000 x 3000	13-14 $(2 + \lambda) \times (4,25 + b)$  $(2 + \lambda) \times (4,5 + b)$	Рабочая зона вокруг объекта То же  То же
* <sup>)</sup> Показатель удельной общей площади, учитывающий площади для хранения межоперационных заделов, кладовых и магистральных проездов, увеличивается по сравнению с нормативным в 1,3 раза. ** <sup>)</sup> $\lambda$ - длина объекта сборки, $b$ – его ширина, м		

7.6. Удельная площадь сборочных участков автомобильной промышленности [10, 12]

Цех, участок, наименование сборочной единицы	Норма общей площади, приходящаяся на одно рабочее место, м <sup>2</sup>	Применение норм	
		меньшее значение удельной площади	большее значение удельной площади
Общая сборка автомобиля			
Цехи с главными сборочными конвейерами автомобилей: легковых	80-150	для микролитражных автомобилей	для автомобилей среднего литража
грузовых	120-200	для автомобилей грузоподъемностью до 1 т	для автомобилей грузоподъемностью до 7 и более тонн
Сборка и испытание автомобилей			
Цехи конвейерной сборки двигателей	20-40	для двигателей мощностью до 57 кВт	для двигателей мощностью 110 кВт и более
Участки испытания	20-70	То же	То же
Участки исправления дефектов	15-20	То же	То же
Участки укомплектования и сдачи	15-30	То же	То же
Сборка и испытания узлов			

Ведущие мосты, гидроподъемники, амортизаторы	30-45	для автомобилей грузоподъемностью до 1 т	для автомобилей грузоподъемностью 7 и более тонн
Коробки передач, раздаточные коробки, редукторы ведущих мостов	15-20	То же	То же
Сцепления, рулевые управления, гидроусилители, узлы тормозной системы	10-15	То же	То же

При расчете производственных площадей сборочных цехов и участков других отраслей промышленности ориентировочно можно использовать показатели удельной площади, приходящейся на одного слесаря: при сборке и механической обработке мелких изделий – (5-6) м<sup>2</sup>, средних – (18-25) м<sup>2</sup>, крупных – (25-60) м<sup>2</sup>.

**К вспомогательным площадям** механических, сборочных, МСЦ, ИЦ и РМЦ относятся площади станочного и слесарного отделений ремонтной базы, мастерской энергетика, кладовой запасных частей, инструментально-раздаточных кладовых, отделения приготовления и раздачи СОЖ, складов материалов и заготовок, межоперационных складов, промежуточных складов готовых деталей, узлов, покупных изделий (приборов, нормалей и пр.), контрольных отделений, отделений сбора и переработки стружки, помещений под энергетические и санитарно-технические установки и др.

Нормы проектирования вспомогательных площадей цехов приведены в табл. 7.3, 7.7-7.10.

#### 7.7. Нормы расчета площадей ремонтной базы цеха [10, 12]

Наименование отделения	Измеритель для расчета площадей	Норма площади
Станочное отделение	на 1 станок ремонтной базы, м <sup>2</sup>	22-28
Слесарное отделение	на 1 слесаря (по многочисленной смене)	8-10

	м <sup>2</sup>	
Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем	в % от станочного и слесарного отделений ремонтной базы	35-40
Склад (кладовая) запасных частей	То же	25-30
Отделение сбора и переработки стружки	в % от производственной площади цеха	3-4
Отделение приготовления СОЖ	То же	0,6-1,2
Склад масла	на 1 обслуживаемый станок, м <sup>2</sup>	0,1-0,12
Помещения компрессорных установок	в % от производственной площади цеха	0,8-6
Помещения вентиляционных систем	То же	5-7,5



7.9. Укрупненные\*) нормы расчета площадей складского хозяйства цеха [10, 12, 17]

Наименование склада	Измеритель для расчета площадей	Норма площади
Склады материалов заготовок	В % от станочной площади	10-15
Можооперационные склады (площадки)	То же	7-10
Промежуточные склады готовых деталей и узлов, покупных изделий (приборов, нормалей и пр.)	То же	10
Склад вспомогательных материалов	На 1 станок цеха, м <sup>2</sup> (меньшие значения для массового производства, большие – для единичного)	0,2-0,1
*) Детальные расчеты площадей складского хозяйства цеха приведены в разделе 6.		

7.10. Нормы расчета площади системы контроля качества изделий

Наименование отделения	Измеритель для расчета площади	Норма площади
Контрольно-поверочный пункт	На 1 станок основного производства, м <sup>2</sup> (не менее 25 м <sup>2</sup> в целом)	0,1-0,2
Пункт поверки и ремонта калибров и кладовая обменного фонда (для условий крупносерийного и массового производства)	На 1 станок обслуживаемого технологического оборудования, м <sup>2</sup>	0,18-0,3

**Состав санитарно-бытовых помещений** механосборочных и вспомогательных цехов промышленных предприятий регламентируется строительными нормами и правилами СН и П 2.09.04-87 в зависимости от санитарной характеристики технологических процессов. По санитарной характеристике технологические процессы разделяют на следующие группы и подгруппы: 1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 2в.

**1 группа** включает технологические процессы, сопровождаемые загрязнением тела (рук) и спецодежды работающих веществами 3 и 4 классов

опасности (малоопасные): 1а – сопровождаемые загрязнением только рук (точное приборостроение); 1б – сопровождаемое загрязнениями тела и спецодежды, которые удаляются без применения специальных моющих средств (сборка, холодная обработка металлов (кроме чугуновых заготовок) без применения СОЖ); 1в – сопровождаемые загрязнением тела и спецодежды особозагрязняющими веществами, которые могут быть удалены только с применением специальных моющих средств (холодная обработка металлов с применением СОЖ и чугуна без применения СОЖ).

**2 группа** включает технологические процессы, протекающие при избытке явного тепла или при неблагоприятных метеорологических условиях.: 2а – при избытке явного конвекционного тепла (термические отделения); 2б – при избытке явного лучистого тепла (термические отделения); 2в – связанные с воздействием влаги, вызывающие намокание спецодежды и обуви (мочные отделения).

В состав санитарно-бытовых помещений входят: гардеробные и умывальные – для всех групп (для групп 1б, 1в и 2 гардеробные домашней и спецодежды должны предусматривать двойные шкафы на каждого работающего); душевые для всех групп за исключением 1а; помещения для сушки рабочей одежды – 2в; комната личной гигиены женщин (при численности среди работающих свыше 50 женщин); санузлы, курительные, устройства питьевого водоснабжения (располагаются на расстоянии от рабочих мест не более 75 м); медицинские пункты (при численности работающих от 50 до 300 человек, свыше 300 – фельдшерский здравпункт); помещения ручных ванн (при производственных процессах, связанных с вибрацией, передающейся на руки); помещения ножных ванн (установки гидромассажа ног, предусматриваются при производственных процессах, связанных с работой стоя, или связанных с вибрацией, передающейся на ноги), камеры сухого жара (сауны); помещения общественного питания: при числе работающих в смену более 200 человек – столовую, при числе работающих в смену менее 30 человек – комнату приема пищи (не менее 12 м<sup>2</sup>). Норма расчета площадей санитарно-бытовых служб приведена в табл. 7.11.

Площадь административно-конторских помещений определяют также СН и П 2.09.04-87 из расчета: 4 м<sup>2</sup> на одного работника управления и 6 м<sup>2</sup> на одного работника конструкторского или технологического бюро. Площадь кабинетов руководителей должна составлять не более 15 % общей площади рабочих помещений. При кабинетах руководителей МП (цехов) и их заместителей следует предусматривать приемные. Допускается устраивать общую приемную на два кабинета. Площадь приемных должна быть не менее 9 м<sup>2</sup>.

7.11. Норма расчета санитарно-бытовых помещений проектируемого цеха [20]

Помещение	Расчетная единица	Нормы для определения потребного количества расчетных единиц	Норма площади, м <sup>2</sup>
1	2	3	4
Гардеробная	Двойной закрытый шкаф	Один шкаф на каждого рабочего цеха	0,43
Санузел	Кабина и тамбур	1 кабина на 12 женщин или на 18 мужчин в многочисленной смене	2,6
Душевые	Кабина	1 кабина на 3 чел. гр. 2б; на 5 чел. гр. 1в, 2в; 7 чел. гр. 2а; 15 чел. гр. 1б; 20 чел. гр. 1а (по многочисленной смене при сочетании признаков различных групп производственных процессов – по группе с наиболее высокими требованиями)	1,62
	Место для переодевания (преддушевая)	3 места на 1 кабину	1,7
Умывальная	Кран	1 кран на 7 чел. гр. 1а; 10 чел. гр. 1б; 20 чел для работающих остальных групп (по многочисленной смене и группе с наиболее высокими требованиями)	1,05-1,75
Ножные ванны	Ванна	1 ванна на 40 человек в многочисленной смене	1,0
Ручные ванны	Ванна	1 ванна на 3 человека, пользующихся ручными ваннами в смену	1,5
Личной гигиены женщин	Кабина	1 кабина на 50 женщин в многочисленной смене (размещается совместно с санузлами)	4,6
Курительная	Место для курения	1 место на 1 работающего в многочисленной смене	0,03
Камера		1 место на 20 чел. работающих в	0,6

сухого жара (сауна)	Место	многочисленной смене	
Устройств о питьевого водоснабжения	Место	1 место на 100 чел. раб. гр. 2а, 2б; 200 чел. – остальных групп производственных процессов в многочисленной смене	0,35

Продолжение табл. 7.11

1	2	3	4
Для отдыха и психологической разгрузки	-	Один работающий на многочисленную смену	0,2
Общественного питания	Посадочное место	1 посадочное место на 4 чел. работающих в многочисленной смене	1,0
	гардеробная (1 крючок на вешалке)	120 % мест на вешалке от количества посадочных мест для приходящих в уличной одежде	0,25
Медицинского пункта	организуется при численности работающих от 50 до 300 чел. 12 м <sup>2</sup> – при списочном составе от 50 до 150 чел., 18 м <sup>2</sup> – при списочном составе работающих в многочисленной смене от 151 до 300 чел.		

### Тест для самоконтроля к параграфу 7.1

Да	Нет
----	-----

1. Входят ли в состав производственных площадей МСЦ площади для проездов между производственными участками ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

2. Относятся ли к производственным площадям ИЦ площади складов материалов, заготовок, готовых и ремонтируемых изделий ?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

3. Является ли определение производственной площади по величинам удельной площади, приходящейся на единицу производственного оборудования и на одного слесаря-сборщика, основанием для окончательного

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

принятия решения о размерах проектируемого цеха ?

4. Входят ли в состав удельной производственной площади, приходящейся на единицу технологического оборудования, площади, занятые транспортными средствами для межоперационного перемещения заготовок ?

5. Есть ли какие-либо отличия в определении производственных площадей МСЦ и РМЦ ?

6. Включают ли в состав производственной площади цеха площади промежуточных складов, складов готовых деталей, узлов, покупных изделий ?

7. Относятся ли площади станочных отделений цеховых ремонтных баз к вспомогательным площадям цеха ?

8. Зависят ли площади цеховых инструментальных кладовых от типа производства ?

9. Является ли количество производственных рабочих сборочного цеха показателем для подсчета площадей цеховых инструментальных кладовых ?

10. Можно ли определить площадь цехового склада вспомогательных материалов в процентах от станочной площади цеха ?

## **7.2. Выбор типа зданий для размещения производственных, вспомогательных, санитарно-бытовых и административно-конторских площадей цеха**

При выборе типа здания для цеха необходимо учитывать соответствие его современным функциональным, техническим, экономическим и архитектурно-художественным требованиям.

**Функциональные требования** заключаются в обеспечении нормального функционирования размещаемого в цехе технологического оборудования, рабочих мест и создания благоприятных санитарно-гигиенических условий труда и бытового обслуживания работающих.

**Технические требования** заключаются в обеспечении прочности, устойчивости, долговечности и в противопожарных мероприятиях, а также в возможности возведения здания индустриальными методами.

**Экономические требования** преследуют цель сведения к минимуму затраты на строительство и эксплуатацию здания.

**Архитектурно-художественные требования** предусматривают придание зданию красивого архитектурного облика.

При проектировании новых цехов механосборочного производства производственные участки и вспомогательные службы рекомендуется располагать в производственных (одно- и многоэтажных) зданиях. Санитарно-бытовые и административно-конторские помещения размещают, как правило, во вспомогательном (многоэтажном) здании, пристраиваемом к основному производственному, или в многоэтажных вставках, расположенных перпендикулярно продольной стене производственного здания.

Механические, сборочные, МСЦ, ИЦ, РМЦ среднего, тяжелого и особо тяжелого машиностроения располагают, как правило, в одноэтажных промышленных зданиях. Эти здания могут быть бескаркасными и каркасными, одно- и многопролетными, бескрановыми и оборудованными легкими или тяжелыми кранами, со светоаэрационными фонарями и бесфонарными, а также безоконными с искусственным микроклиматом и освещением.

Основными параметрами здания каркасного типа являются ширина пролетов и их количество, шаг колонн, высота пролетов, длина и ширина здания (рис. 7.1).

Ширина пролетов – расстояние между осями продольно располагаемых колонн.

Шаг колонн – расстояние между осями колонн в направлении продольной оси пролета.

Высота пролета – расстояние от уровня пола до низа несущих конструкций покрытий на опоре.

По расположению опор различают промышленные здания пролетного, ячееквого и зального типов.

Пролетный тип характерен преобладанием пролетов над шагом колонн (рис. 7.1, а). Здания такого типа используют для размещения производств с продольным направлением технологических потоков.

Ячейковый тип здания характерен квадратной или близкой к квадратной сеткой колонн (рис. 7.1, б). Такие здания используют для производств с различными направлениями потоков. Подъемно-транспортное оборудование может перемещаться в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Часто используются напольный и подвесной транспорт.

Здания зального типа используют в случае необходимости обеспечения большого внутреннего пространства (рис. 7.1, в). Ширина пролетов в таких зданиях достигает 100 и более м.

Унифицированные размеры пролетов, шаг колонн и высоту одноэтажных промышленных зданий следует выбирать из табл. 7.12.





7.12. Основные параметры унифицированных типовых секций  
одноэтажных промышленных зданий машиностроения [21]

Длина, м	Ширина, м	Пролет, м	Шаг колонны, м	Шаг ферм, м	Высота, м
Основные секции для бескрановых зданий с подвесным транспортом					
72	144	24	12	6; 12	6; 7,2
72	72	24	12	6; 12	6; 7,2
72	144	12	12	6; 12	6; 7,2
72	72	12	12	6; 12	6; 7,2
Основные секции для крановых зданий					
72	144	24	12	12	10,8; 12,6
72	72	24	12	12	10,8; 12,6
72	144	18	12	12	10,8; 12,6
72	72	18	12	12	10,8; 12,6
Дополнительные секции для крановых зданий					
72	30	30	6	6	16,2; 18
72	48	24	12	6; 12	10,8; 12,6
72	24	24	6	6	10,8; 12,6

Цехи предприятий среднего и тяжелого машиностроения размещают в одноэтажных промышленных зданиях, компонуемых из основных и дополнительных унифицированных типовых секций (УТС).

Основные секции (для продольных пролетов) имеют размеры 144x72 м и 72x72 м; дополнительные секции (для поперечных пролетов) – 24x72 м, 48x72 м; 30x72 м. Сетки колонн для одноэтажных многопролетных зданий составляют 18x12 м и 24x12 м, где 12 – шаг колонны, 18, 24 – ширина пролетов.

Пролеты меньшей длины используют для цехов с малогабаритным оборудованием. Для производств с крупногабаритным оборудованием ширина пролетов может быть увеличена до 30 или даже до 36 м.

Для сборочных пролетов используют дополнительные (крановые) секции размерами 24x72 м<sup>2</sup>, 48x72 м<sup>2</sup> и 30x72 м<sup>2</sup>.

Наиболее распространенные УТС с размерами в плане 144x72 м<sup>2</sup>, с сеткой колонн 12x18 и 12x24 м<sup>2</sup> представлены на рис. 7.2.

В легком машиностроении и в приборостроении наибольшее распространение получили многоэтажные производственные здания. Такие здания компонуют из унифицированных типовых секций размерами 48x24, 48x36 и 48x48 м. Обычно эти здания имеют от 2 до 5 этажей с сеткой колонн

6x6, 6x9, 9x9, 6x12, 6x18 и 6x24 м. Типы и размеры основных унифицированных



секций многоэтажных производственных зданий приведены на рис. 7.3. Широко распространены многоэтажные здания с сеткой колонн 6x12, 6x18 и 6x24 м. Укрупненные сетки колонн увеличивают емкость здания на (8-15) %. Ширину корпуса принимают, как правило, 24 м. Увеличение ширины здания приводит к плохой освещенности средней зоны и допускается в случае размещения вспомогательных и бытовых помещений в средних пролетах, а также при использовании комбинированного освещения – естественного у наружных стен и искусственного в средней части здания. Высота здания колеблется от 3,6 м (для бескрановых этажей) до 6 м (верхние этажи с мостовыми кранами) и даже до 7,2 м (нижние этажи).

Помещения санитарно-бытового и административно-культурного обслуживания рабочих и служащих на машиностроительных заводах располагают в пристройках к производственным зданиям, в отдельно стоящих зданиях или непосредственно в производственных. Последнее нежелательно из-за большой стоимости 1 м<sup>2</sup> производственной площади и сложно реализуемых по СНиП 2.09.04-87 необходимых санитарно-гигиенических условий [20]. Пристройки примыкают либо со стороны торцовых, либо со стороны продольных стен. Предпочтителен первый вариант (рис. 7.4).

В отдельных случаях санитарно-бытовые и административно-конторские помещения располагают в подвалах или полуподвалах, на антресолях, свободных производственных площадях, в межферменном пространстве, в специальных надстройках над производственным зданием, что также нежелательно.

В связи с максимальным блокированием зданий широко практикуют размещение административно-конторских и санитарно-бытовых помещений во вставках, которые располагают в местах поперечных и продольных температурных швов секции (рис. 7.4, в).

Объемно-планировочные решения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений пристраиваемых или отдельно стоящих вспомогательных зданий унифицированы (СН и П 2.09.04-87. Административные и бытовые здания). Они компонуются из УТС длиной 36, 48, 60 м и шириной 12 или 18 м (рис. 7.5). В основу этих УТС положены сетки колонн (6+6)x6 м или (6+6+6)x6 м. Для отдельно стоящих вспомогательных зданий наиболее часто используют сетку колонн (6+6+6)x6 м.

Вспомогательные здания для размещения административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха обычно строят 2-4 этажными (высота этажа – 3,3 м), что обеспечивает максимальное приближение общецеховых служб к производственным участкам. Свободные площади (на верхних

этажах) используют для размещения общезаводских и общекорпусных служб.





### 7.3. Компоновка цехов механосборочного и вспомогательного производства

**Компоновка** – это чертеж с изображением на нем в плане производственных участков, вспомогательных служб, магистральных проездов, входных и въездных проемов, административно-конторских и санитарно-бытовых помещений цеха или нескольких цехов, размещенных в одном корпусе, без пространственного размещения оборудования.

Компоновку выполняют в масштабе 1:200 или 1:500 (1:400) в зависимости от размера цеха в соответствии с правилами и условными обозначениями ЕСКД.

К компоновке может быть приложен поперечный разрез здания с указанием высоты пролетов до нижнего пояса ферм, а для крановых пролетов – до отметки головки кранового рельса. Все высотные отметки должны быть даны относительно пола первого этажа здания. При наличии подвальных, вторых и последующих этажей их компоновочные планы, как и план 1 этажа, располагают на чертеже.

При разработке компоновки отделения и участка цеха необходимо располагать в определенной технологической последовательности производственного процесса. В основу компоновки цеха закладывают следующие принципы:

- кратчайший путь перемещения заготовок и деталей;
- движение заготовок и деталей в одном направлении без перекрестных и возвратных перемещений;
- непосредственная близость конечных пунктов линий изготовления деталей к рабочим местам узловой или общей сборки;
- рациональное использование всей площади цеха. Высоту здания следует использовать для размещения транспортных устройств и складов заготовок, деталей и комплектующих изделий;
- максимальные удобства для работы и отдыха производственного персонала при одновременном обеспечении высокой производительности технологических процессов и техники безопасности;
- возможность создания общекорпусных вспомогательных баз (заточного отделения, мастерской по ремонту технологической оснастки и инструмента, ремонтной базы и др.).

Производственные и вспомогательные цехи можно размещать в отдельно стоящих или сблокированных зданиях. Цех размещают в отдельно стоящем здании, как правило, только в тяжелом и особотяжелом машиностроении.



Объединение (блокирование) цехов, связанных общим производственным процессом, и размещение их в одном здании, обеспечивает более высокие технологические показатели и уменьшает площадь заводской территории.

Наиболее распространенные в машиностроении варианты взаимного расположения сборочных и механических участков и цехов представлены на рис. 7.6. В поточном массовом и крупносерийном производстве участки узловой сборки размещают в конце линий механической обработки. Отделение или цех общей сборки при этом размещают в конце корпуса или в его середине так, чтобы конвейер общей сборки был расположен перпендикулярно линиям механической обработки (см. рис. 7.6, б). В серийном и единичном производстве используют компоновочные схемы размещения цеха (отделения) общей сборки в отдельном пролете, расположенном перпендикулярно или параллельно пролетам механических цехов (см. рис. 7.6, в и г).

В цехах с поточной формой организации производства вспомогательные службы располагают, как правило, в стороне от потока на границе с соседним цехом или вдоль торцовых или продольных стен производственного здания. Последнее в ряде случаев нецелесообразно, так как при этом ухудшается естественная освещенность рабочих мест. В крупносерийном и массовом производствах производственные участки специализируют на изготовлении и сборке отдельных агрегатов или узлов машин с законченным производственным циклом. В серийном производстве (реже в крупносерийном и массовом) организуют специализированные предметно-замкнутые участки по изготовлению деталей типа валов, шестерен, болтов, корпусных и других деталей.

В некоторых производствах (в основном непоточном мелкосерийном и единичном) вспомогательные службы занимают в цехе центральное положение по отношению к обслуживаемым участкам. Склады материалов и заготовок размещают в начале цеха, смежно или вместе с заготовительным участком или отделением.

При проектировании новых цехов административно-конторские и санитарно-бытовые помещения следует размещать во вспомогательном здании, примыкающем к основному производственному зданию или расположенному во вставках производственного корпуса. При этом следует руководствоваться приведенными ниже рекомендациями:

- гардеробные располагают близко к входам в здание;
- в гардеробных предусматривают запасные выходы на случай пожара;
- каждый этаж многоэтажного вспомогательного здания должен иметь вдоль торцовых стен лестничные клетки;
- душевые следует располагать смежно с гардеробными;

- душевые и преддушевые не рекомендуется располагать у наружных стен;

- умывальные необходимо размещать смежно с гардеробными; расстояние от умывальников до шкафов не должно быть меньше 2 м;
- ножные ванны следует размещать в преддушевых или в умывальных;
- санузлы в многоэтажных зданиях должны быть на каждом этаже; курительные следует размещать смежно с санузлами;
- расстояние от рабочих мест до помещений общественного питания при продолжительности обеда 30 мин не должно превышать 300 м;
- медицинский пункт располагают на первом этаже вспомогательного здания вблизи наиболее многолюдных участков;
- административно-конторские помещения в многоэтажном здании следует располагать на 2-3 этаже;
- контору цеха размещают вблизи кабинетов начальника цеха и его заместителей.

Техника выполнения компоновок сводится к следующему:

- наносят в масштабе сетку колонн, стены выбранного здания, помечают границы цеха, магистральных проездов, места размещения компрессорных и трансформаторных станций;
- определяют границы производственных участков и отделений проектируемого цеха исходя из последовательности выполнения технологических процессов и наличия вспомогательных служб, необходимых для обслуживания производства;
- в соответствии с выбранным направлением грузопотоков и людских потоков устанавливают внутрицеховые технологические и противопожарные проезды и проходы;
- определяют местоположение вспомогательного здания и наносят его на план.

Пример компоновки ремонтно-механического цеха представлен на рис. 7.7. Общие правила выполнения компоновок цехов и условные обозначения элементов строительных зданий приведены в работах [2, 5, 10, 12, 15, 17].

### Тест для самоконтроля к параграфам 7.2-7.3

	Да	Нет
1. Оказывает ли влияние на состав санитарно-бытовых помещений цехов механосборочного производства характер протекающих технологических процессов ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Следует ли учитывать при выборе типов производственного и вспомогательного зданий их архитектурно-художественные особенности ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Рис. 7.7. Пример выполнения компоновки ремонтно-механического цеха

1-планово-диспетчерское бюро, 16м<sup>2</sup>; 2-кабинет начальника цеха, 19м<sup>2</sup>; 3-приемная, 10м<sup>2</sup>; 4-кабинет зам. начальника цеха, 12м<sup>2</sup>; 5-мужской санузел, 28м<sup>2</sup>; 6-курильная, 15м<sup>2</sup>; 7-женский санузел, 16 м<sup>2</sup>; 8-столовая, 149 м<sup>2</sup>; 9-медпункт, 81 м<sup>2</sup>; 10-мужские умывальные, 47 м<sup>2</sup>; 11-мужская душевая, 30 м<sup>2</sup>; 12-мужская гардеробная, 220 м<sup>2</sup>; 13-женская гардеробная, 24 м<sup>2</sup>; 14-женская душевая, 20 м<sup>2</sup>; 15-тех. бюро, 30 м<sup>2</sup>; 16-мастерская ремонта инструментов и приспособлений, 100 м<sup>2</sup>; 17-зачточное отделение, 40 м<sup>2</sup>; 18-кладовая, 21 м<sup>2</sup>; 19-мастерская энергетика, 80 м<sup>2</sup>; 20-слесарное отделение механика, 80 м<sup>2</sup>; 21-станочное отделение механика, 60 м<sup>2</sup>; 22-отделение сборки и переработки стружки, 49 м<sup>2</sup>; 23-отделение приготовления СОЖ, 43 м<sup>2</sup>; 24-склад ГСМ, 22 м<sup>2</sup>; 25-кладовая абразивов, 13 м<sup>2</sup>; 26-инструментальная раздаточная кладовая? 133 м<sup>2</sup>; 27-кладовая приспособлений, 117 м<sup>2</sup>; 28-энерготехнические и сантехнические установки, 43 м<sup>2</sup>; 29-кладовая инструментов и приспособлений, 170 м<sup>2</sup>

3. Целесообразно ли использовать здания зального типа для размещения механосборочных цехов автомобильной промышленности ?

--	--

4. Имеется ли какая-либо взаимосвязь между высотой выбранного производственного здания и массой заготовок ?

--	--

5. Могут ли на верхних этажах многоэтажных производственных зданий располагаться пролеты с мостовыми кранами ?

--	--

6. Существуют ли какие-либо ограничения длины вспомогательных зданий ?

--	--

7. Возможно ли размещение вспомогательных служб в центре цеха с поточной формой организации производства ?

--	--

8. Соответствует ли современным СН и П размещение душевых и преддушевых у наружных стен зданий ?

--	--

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерс А.А., Потапов И.М., Шулешкин А.В. Проектирование заводов и цехов в автотракторной промышленности. М.: Машиностроение, 1982. 272 с.

2. Бударин А.М. Компонировка и планировка механосборочных цехов: Учебное пособие. Ульяновск: УлПИ, 1975. 124 с.
3. Гибкое автоматизированное производство / Под общей редакцией С.А.Майорова, Г.В.Орловского, С.Н.Халкионова. М.: Машиностроение, 1985. 454 с.
4. Гурьянихин В.Ф. Проектирование технологических процессов обработки заготовок в ГПС: Учебное пособие. Ульяновск: УлПИ, 1994. 108 с.
5. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высшая школа, 1963. 480 с.
6. Единая система плано-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. М.: Машиностроение, 1987. 246 с.
7. Киселев Е.С. Практические и тренировочные задания по проектированию механосборочных, инструментальных и ремонтно-механических цехов. Учебно-практическое пособие. Ульяновск: Венец, 1999. 49 с.
8. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учебник. М.: Машиностроение, 1997. 552 с.
9. Маликов О.Б. Склады гибких автоматических производств. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1986. 188 с.
10. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: Учебник. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.
11. Металлорежущие станки 1997-1998 г.г. Номенклатурный каталог / Составители Ярмушевская В.Н., Егорова Г.Г. М.: ИКФ "Каталог", 1997. 106 с.
12. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТИ-14-86. Гипростанок. М.: ВНИИТЭМР. 1987. 98 с.
13. Организация инструментального хозяйства машиностроительного завода ОМТМ 0662-003-87. Ч. 2. 3-е изд., перераб. и доп. М.:НИИМАШ, 1987. 214 с.
14. Охрана труда в машиностроении: Учебник / Е.Я.Юдин, С.В.Белов, С.К.Баланцев и др. М.: Машиностроение, 1983. 432 с.
15. Проектирование автоматизированных участков и цехов: Учебник / В.П.Вороненко, В.А.Егоров, М.Г.Косов и др.; Под ред. Ю.М.Соломенцева. М.: Машиностроение, 1992. 272 с.
16. Проектирование гибких производственных систем механической обработки деталей. МР-040-79-86, МР-040-080-86. М.: НПО "Оргстанкинпром", 1986.

17. Проектирование машиностроительных заводов и цехов: Справочник. В 6 т. / Б.Н.Айзенберг, М.Е.Зельдис, Ю.Л.Казарновский и др.; Под ред. Е.С.Ямпольского. М.: Машиностроение, 1974 - 75.
18. Проектирование сборочных цехов станкостроительных заводов. МР-04-30-80. М.: НПО "Оргстанкинпром", 1986. 68 с.
19. Справочник инструментальщика / Н.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А.Ординарцева. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение. 1987. 846 с.
20. Строительные нормы и правила СН и П 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1987. 50 с.
21. Строительные нормы и правила СН и П 2.09.02-85. Производственные здания. М.: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1985. 14 с.
22. Современная экономика. Многоуровневое учебное пособие / Под об. ред. О.Ю.Мамедова. Ростов-на-Дону: Феникс. 1998. 608 с.
23. Трусова Л.И., Булыжев Е.М., Богданов В.В. Инновационный менеджмент экологических программ: Учебно-методическое пособие. Ульяновск: УлГТУ. 1997. 112 с.
24. Чарнко Д.В., Хабаров Н.Н. Основы проектирования механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1975. 348 с.
25. Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.