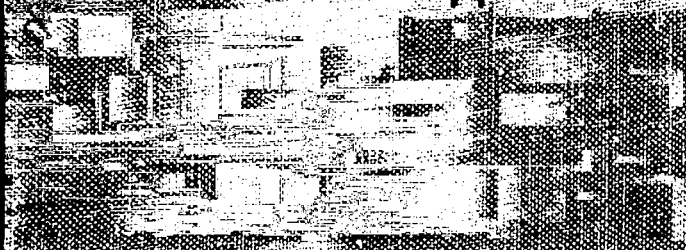
В.П.ОСТРОУМОВ, И.В.БОЛГОВ, Г.А.НИЗОВЦЕВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВ ПО РЕМОНТУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



В.П.ОСТРОУМОВ, И.В.БОЛГОВ,
Г.А.НИЗОВЦЕВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВ ПО РЕМОНТУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одобрено Министерством бытового обслуживания населения РСФСР в качестве учебного пособия для вузов

МОСКВА
«ЛЕГКАЯ ИНДУСТРИЯ»
1974

ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

6С4.2
О—79

УДК 64.06.004.67:721.011(075.8)

Рецензенты: *Елизаветин М. А., Фишман Б. Е.*

ДЧ
27641

Гос. п б личная
на но-те ая
библио ека Р
ЭКЗЕМПЛЯР
ЧИТАЛЬНОГО ЗАЛА

74-18759

Остроумов В. П. и др.

О—79 Проектирование цехов по ремонту бытовой техники и технологического оборудования. Учеб. пособ. для вузов. М., «Легкая индустрия», 1974.

232 с.

Перед загл. авт.: Остроумов В. П., Болгов И. В., Низовцев Г. А.

В книге приведены необходимые сведения и рекомендации по организации дипломного проектирования, расчету и проектированию бытовой техники, по разработке технологических процессов ремонта бытовых машин и технологического оборудования. Даны расчеты для проектирования ремонтных цехов и предприятий, а также представлены справочные материалы, необходимые для выполнения дипломных проектов.

Книга является учебным пособием для студентов вузов и может быть рекомендована инженерно-техническим работникам предприятий службы быта.

О $\frac{32001-021}{036(01)-74}$ 83—74 6С4.2

© Издательство «Легкая индустрия», 1974.

ВВЕДЕНИЕ

Перевод предприятий бытового обслуживания на современную индустриально-техническую базу — дело большой государственной важности, способствующее дальнейшему подъему благосостояния советских людей.

Коренное улучшение бытового обслуживания населения может быть обеспечено лишь путем всесторонней индустриализации этой отрасли народного хозяйства, укрепления и расширения ее материально-технической базы, эффективного использования оборудования, применения новейшей технологии.

В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы указывается: «Развивать бытовое обслуживание как крупную механизированную отрасль на основе расширения сети предприятий службы быта и оснащения их современными машинами, механизмами и оборудованием, внедрения научно-технических достижений, повышения эффективности использования производственных мощностей. Лучше организовать ремонт бытовой техники. Увеличить за пятилетие объем бытовых услуг в целом по стране не менее чем в 2 раза, а в сельской местности — в 2,8 раза»[1].

Основным направлением в развитии предприятий по ремонту бытовой техники, особенно в крупных городах, является укрупнение и специализация производства. Создание специализированных заводов и цехов по капитальному ремонту отдельных видов бытовых машин и их агрегатов позволит применять поточные производства с использованием высокопроизводительного современного оборудования и специальной технологической оснастки.

Развитие предприятий по ремонту бытовой техники, совершенствование технологии ремонта бытовых машин и приборов, а также эффективное использование оборудования на всех предприятиях бытового обслуживания в большой степени определяется уровнем подготовки инженеров-механиков.

Выступая на Всесоюзном слете студентов, тов. Л. И. Брежнев сказал: «Решения XXIV съезда как бы вручают советской моло-

[1] Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, с. 276.

дежи эстафету научно-технического и социального прогресса...»[1]

«Вы готовитесь к тому, чтобы стать специалистами своего дела на том или другом участке трудового фронта. И вашим ориентиром в учебе должны быть те требования, которые предъявляет сегодня жизнь к советскому специалисту, к активному участнику коммунистического строительства.

Советский специалист сегодня — это человек, который, хорошо овладев основами марксистско-ленинского учения, ясно видит политические цели партии и страны, имеет широкую научную и практическую подготовку, в совершенстве владеет своей специальностью».[2]

Особое место в подготовке специалистов отрасли бытового обслуживания, и в частности инженеров-механиков, занимает дипломное проектирование. Оно является заключительным этапом обучения студентов в вузе и имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний студента; углубленное изучение им одной из отраслей техники (в соответствии с темой проекта); развитие расчетно-графических навыков студента; овладение студентом навыками самостоятельного решения инженерных задач.

При выполнении дипломного проекта перед студентом ставится задача самостоятельного использования всех теоретических и практических знаний и навыков, полученных им в институте. Вместе с тем дипломное проектирование дает возможность наиболее полно выявить степень усвоения студентом пройденных в институте дисциплин, проверить его способность к самостоятельному творчеству и подготовленность к инженерной работе.

Правильная постановка дипломного проектирования невозможна без четкой формулировки основных требований, предъявляемых к дипломному проекту, установления соответствующего объема и содержания как дипломного проекта в целом, так и его отдельных частей. Обязательными и наиболее важными вопросами, комплексно разрабатываемыми при дипломном проектировании, являются вопросы технологии, организации планирования производства.

В дипломном проекте должна быть обоснована актуальность разрабатываемой темы и основная задача проектирования, проведены технико-экономический анализ и оценка проектируемых, изготовляемых или ремонтируемых изделий, выбранных технологических процессов и форм организации производства.

В значительной своей части дипломные проекты являются реальными, т. е. разрабатываются по согласованным с предприятиями темам с целью дальнейшего внедрения результатов этих работ в производство. В связи с этим дипломное проектирование должно вестись с учетом требований производства, отражающих современ-

---

[1] **Брежнев Л. И.** Речь на Всесоюзном слете студентов. М., 1972, с. 4.
[2] Там же, с. 9.

ные направления развития предприятий бытового обслуживания: специализации производств, механизации и автоматизации процессов, внедрения новых технологических процессов, изыскания резервов и возможностей улучшения организации производства.

Данное учебное пособие позволит студентам-дипломникам своевременно ознакомиться с типовой тематикой, требованиями к содержанию и порядку оформления дипломных проектов.

Главы I, II, III и IV написаны В. П. Остроумовым при участии И. В. Болгова, главы V и VI написаны Г. А. Низовцевым.

Авторский коллектив с благодарностью отмечает помощь рецензентов М. А. Елизаветина и Б. Е. Фишмана, оказанную при создании настоящей книги.

Глава I

ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

§ 1. ЗАДАЧИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ

До начала дипломного проектирования студенты проходят практику, включающую работу по изучению производства, исследованию процессов и сбору материалов по тематике дипломных проектов.

В период практики студенты, работая на инженерно-технических должностях, знакомятся с производственным процессом предприятия, состоянием техники и технологии, организацией производства, приобретают навыки разработки технической, плановой и отчетной документации, знакомятся с новыми прогрессивными мероприятиями, проводимыми на предприятии, и используют эти материалы в своей практике. Непосредственная подготовка к выполнению конкретной дипломной темы заключается в сборе и изучении материалов, связанных с темой дипломного проекта, в ознакомлении с производственным процессом предприятия по выпуску изделия. Одновременно студенты изучают связанную с темой проекта отечественную и зарубежную литературу.

При сборе и изучении материалов необходимо обращать внимание на следующие основные вопросы, подлежащие освещению в дипломных проектах:

1) конструкцию и условия работы бытовой машины или прибора;

2) специальное технологическое оборудование, применяемое для ремонта и испытания конкретного типа машины или прибора бытового назначения или для ремонта основного производственного оборудования ремонтного предприятия;

3) технологические процессы изготовления деталей, ремонта и сборки изделий;

4) методы и средства механизации и автоматизации технологических процессов ремонта, сборки и испытания изделий;

5) технологические процессы восстановления деталей машин и технологию покрытий;

6) организацию и методы технического контроля;

7) планировку цеха и структуру управления им;

8) организацию цеха.

Изучение этих материалов должно помочь студентам при решении аналогичных задач, разрабатываемых согласно заданию на дипломный проект.

К концу преддипломной практики студент должен иметь достаточное представление о собственных вариантах проектируемых конструкций и технологических процессов. Свои предложения следует согласовать с руководителем дипломного проекта. Своевременная постановка этих вопросов даст возможность собрать дополнительные материалы и уточнить необходимые данные.

В некоторых случаях для пополнения данных по теме дипломного проекта и изучения конкретных вопросов студент откомандировывается в период практики с основного предприятия на одно-два предприятия, связанные с ремонтом или производством изучаемых изделий. Такие командировки приурочиваются к последним неделям прохождения практики.

§ 2. ТИПЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ, ИХ ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ

Тематика дипломного проектирования по специальности «Машины и аппараты легкой промышленности» охватывает проекты двух направлений — технологического и конструкторского.

К технологическим проектам относятся:

а) проекты цехов или участков по ремонту машин и приборов бытового назначения;

б) проекты цехов или участков по ремонту технологического оборудования предприятий бытового обслуживания.

К конструкторским проектам относятся:

а) проекты модернизации электрических машин и аппаратов бытового назначения;

б) проекты специального технологического оборудования для ремонта бытовой техники;

в) проекты модернизации технологического оборудования предприятий бытового обслуживания.

Темы дипломных проектов должны быть реальными, т. е. представлять инженерно-техническую разработку актуальных задач, выдвигаемых производством. Некоторые темы дипломных проектов могут носить научно-исследовательский характер и являться развитием научных исследований и экспериментальных работ, выполнявшихся студентами при курсовом проектировании, в конструкторско-технологических бюро, студенческих научных обществах и др.

Примерные темы дипломных проектов с технологическим уклоном могут быть следующими:

1) проект участка комплексно-механизированной линии по ремонту холодильных агрегатов на базе производственного объединения «Рембыттехника»;

2) проект участка по ремонту домашних стиральных машин типа СМР-1,5;

3) проект ремонтно-механического цеха на базе производственного объединения «Рембытмашприбор»;

4) проект участка централизованного ремонта технологического оборудования предприятия бытового обслуживания.

К темам дипломных проектов с конструкторским уклоном можно отнести, например, следующие:

1) проект бытового компрессионного холодильника с автоматическим оттаиванием испарителя на базе холодильника ЗИЛ;

2) проект вакуумной металлизационной установки для нанесения защитно-декоративных покрытий при ремонте электрических машин бытового назначения;

3) проект модернизации стиральной машины с загрузочной емкостью 5 кг с электрообогревом.

Примерными темами дипломных проектов научно-исследовательского характера могут служить:

1) разработка типового технологического процесса ремонта стиральных машин на поточной линии;

2) изучение основных закономерностей сочетания дефектов стиральных машин, поступающих в ремонт, и разработка методики комплектования групп СМ по признаку сочетания неисправностей;

3) проект участка по восстановлению деталей технологического оборудования предприятий службы быта.

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка включает все основные вопросы, разработанные дипломантом в соответствии с темой дипломного проекта. Так, например, в расчетно-пояснительной записке к проекту ремонтного цеха освещаются вопросы, связанные с конструкцией объекта производства, с разработкой технологического процесса ремонта и сборки и конструкцией технологической оснастки, а также вопросы организации и экономики проектируемого цеха. Записка содержит 100—120 страниц рукописного текста и необходимые иллюстрации в виде эскизов, таблиц, схем и др. Технологическая документация на механическую обработку, сборку, испытания и контроль, выполненная на стандартных бланках, может быть сброшюрована в отдельный альбом в качестве приложения к расчетно-пояснительной записке.

Графическая часть проекта содержит 10—14 листов чертежей формата 24, выполненных дипломантом в карандаше в соответствии с правилами машиностроительного черчения. Содержание чертежей устанавливается руководителем проекта и оговаривается в задании на проектирование. Надписи на чертежах выполняются чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304—68. Каждый чертеж должен иметь штамп установленного образца и оформ-

ляться в соответствии с требованиями ЕСКД (Единая система конструкторской документации) и ЕСТД (Единая система технологической документации).

Содержание расчетно-пояснительной записки и графической части зависит от типа дипломного проекта.

Примерное содержание дипломного проекта технологического направления

I. Расчетно-пояснительная записка

1. Титульный лист.
2. Задание на дипломное проектирование.
3. Аннотация на русском или иностранном языке.
4. Введение.
5. Технологическая часть: конструктивно-технологическая характеристика объекта ремонта, анализ неисправностей и технические условия на ремонт, определение вида производства и организационной формы выполнения технологического процесса, разработка технологического процесса ремонта, технический контроль технологического процесса ремонта, расчет режимов ремонта и норм времени, технико-экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса ремонта.
6. Конструкторская часть: анализ существующей технологической оснастки (приспособлений) и обоснование проектируемых конструкций (ремонтной оснастки, контрольно-измерительных устройств, зажимных приспособлений, режущего инструмента, транспортных устройств и др.), разработка кинематической схемы и выполнение кинематических расчетов, определение основных размеров, разработка конструкций узлов и деталей и их расчет, технико-экономическая оценка проектируемых конструкций.
7. Организационная часть проекта: обоснование объема услуг (производственной мощности), выбор и обоснование метода организации производства, выбор и обоснование форм обслуживания населения ремонтом бытовой техники (метода организации ремонта технологического оборудования), структура и состав проектируемого цеха (участка), расчет потребного количества оборудования и рабочих мест, расчет численности работающих (по категориям), расчет площадей и компоновка цеха (участка), планировка производственных и вспомогательных помещений цеха (участка), выбор и обоснование внутрицехового транспорта, организация технического контроля, организация рабочих мест (по наиболее ответственным рабочим местам разрабатываются мероприятия НОТ), организация заработной платы.
8. Энергетическая часть проекта.
9. Охрана труда, техника безопасности и противопожарные мероприятия.
10. Экономическая часть проекта: расчет плана производства и реализации услуг, расчет плана по труду и заработной плате, расчет плана по себестоимости, прибыли и рентабельности, определение эффективности от внедрения разработанных мероприятий и расчет технико-экономических показателей.
11. Список использованной литературы.
12. Приложения.
13. Оглавление.

II. Графическая часть

1. Чертежи общего вида ремонтируемого изделия (сборочный чертеж изделия и рабочий чертеж детали (2—3 листа).
2. Схема технологического процесса ремонта (1 лист).
3. Карты эскизов и схем основных операций обработки или сборки (2—3 листа).
4. Схемы и общие виды разрабатываемых конструкций специальной технологической оснастки (3—4 листа).
5. План цеха с расстановкой оборудования (1—2 листа).
6. Таблицы и графики технико-экономических показателей цеха (1 лист).

Примечание. Чертежи выполняются в соответствии с ЕСКД: ГОСТ 2.102—68, ГОСТ 2.107—68, ГОСТ 2.109—68, ГОСТ 3.301—68, ГОСТ 2.316—68; карты эскизов и схем обработки — в соответствии с требованиями ЕСТД: ГОСТ 3.1102—60, ГОСТ 1105—71, ГОСТ 3.1404—71, ГОСТ 3.1407—71.

Примерное содержание дипломного проекта конструкторского направления

Расчетно-пояснительная записка

1. Титульный лист.
2. Задание на дипломное проектирование.
3. Аннотация на русском или иностранном языке.
4. Введение.
5. Конструкторская часть: обзор существующих конструкций и обоснование проектируемого изделия или направления модернизации, разработка технического задания на проектирование или модернизацию конструкции, разработка кинематической схемы и выполнение кинематических расчетов, расчет циклограммы работы конструкции, расчет основных размеров конструкции, разработка конструкций узлов и деталей и их расчет, оценка конструкции по показателям технической эстетики и инженерной психологии, технико-экономическая оценка планируемой конструкции.
6. Охрана труда, эргономическая оценка и техника безопасности.
7. Технологическая часть: конструктивно-технологическая характеристика детали (узла), разработка технологического процесса изготовления, ремонта или сборки, расчет режимов обработки и норм времени, технико-экономическая оценка разработанного технологического процесса изготовления, ремонта детали или сборки узла.
8. Организационно-экономическая часть: организация и планирование технической подготовки производства с расчетом сетевого графика; расчет сметы затрат на техническую подготовку производства, расчет калькуляции себестоимости и определения оптовой цены разрабатываемой (модернизированной) конструкции, определение экономической эффективности от внедрения в производство проектируемой (модернизируемой) конструкции и расчет технико-экономических показателей.
9. Список использованной литературы.
10. Приложения.
11. Оглавление.

II. Графическая часть

1. Общий вид проектируемой конструкции (2—3 листа).
2. Кинематическая, электрическая, гидравлическая схемы конструкции (1—2 листа).
3. Рабочие чертежи узлов (3—4 листа).
4. Рабочий чертеж детали (или узла), для которой разрабатывается технологический процесс изготовления или сборки (1—2 листа).
5. Схемы технологических наладок обработки детали или сборки узла (1—2 листа).
6. Циклограмма работы, сетевой график подготовки производства и таблицы технико-экономических показателей (2 листа).

§ 3. ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

Подготовка студента к дипломному проектированию начинается после получения им темы дипломного проекта в начале преддипломной практики. Подробное техническое задание на разработку темы дипломного проекта необходимо оформить не позднее двух первых недель преддипломной практики.

Задание на дипломное проектирование является важным документом, определяющим конкретное содержание проекта, его особенности, объем графических работ и срок выполнения отдельных разделов и всего проекта.

В дипломном задании наряду с точным наименованием темы должны быть указаны необходимые исходные данные для проектирования (годовая программа выпуска изделий, режим работы цеха или участка, основные параметры проектируемой машины и др.).

В дипломном задании должны быть указаны подлежащие разработке основные конкретные вопросы технологического, конструкторского, организационного и экономического характера. Особое внимание должно быть уделено этой части задания при разработке научно-исследовательских тем.

В задании на дипломное проектирование указываются содержание расчетно-пояснительной записки и перечень подлежащего разработке графического материала, а также фамилии всех консультантов.

Задание на дипломное проектирование разрабатывается руководителем дипломного проекта, утверждается заведующим кафедрой и вручается студенту.

Формы бланков титульного листа и задания приведены в приложениях 1 и 2.

Работа студентов над дипломным проектом после окончания практики проводится в стенах вуза или непосредственно на предприятии по плану-графику, в котором отражаются основные этапы работы и сроки ее выполнения. План-график составляется студентом и затем корректируется и утверждается руководителем проекта. План-график и расписание консультаций по теме дипломного проекта представляются на кафедру.

Раз в две недели руководитель проекта сообщает на кафедру о выполнении студентом очередного этапа работы и отмечает в сводном графике дипломного проектирования.

Работа студента над дипломным проектом технологического направления начинается с рассмотрения конструкции объекта производства и анализа ее технологичности. Затем составляют два-три варианта маршрутного технологического процесса ремонта с учетом масштаба производства и производственных возможностей ремонтного предприятия, цеха или участка, производится оценка вариантов технологического процесса по производительности и экономичности и выбор оптимального варианта, по которому разрабатывается подробный технологический процесс. После выбора оборудования, приспособлений и инструментов выполняются необходимые расчеты и оформляются технологические карты на каждую операцию.

Выбрав оптимальный вариант технологического процесса и согласовав с руководителем проекта основные его данные, студент приступает к расчету и конструированию приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Чертежи спроектированной

оснастки, инструментов, выполненные тонкими линиями, а также соответствующие расчеты студент представляет для просмотра руководителю проекта, после чего оформляет их окончательно. Следующими этапами работы над проектом являются технологическое проектирование и организационно-экономический расчет цеха. Проектирование цеха производится в стадии проектного задания.

Работа студента над дипломным проектом конструкторского направления включает рассмотрение эксплуатационных требований к машине бытового назначения или технологического процесса, для которого проектируется оборудование. В результате анализа технологического процесса, учитывая техническое задание на проектирование, студент разрабатывает эскизную схему конструкции и обосновывает ее технико-экономическими расчетами. После согласования схемы с руководителем студент приступает к подробному расчету конструкции и вычерчиванию ее общего вида, разрезов и узлов в соответствии с заданием на дипломное проектирование. Технологическая часть проекта в этом случае включает разработку технологического процесса изготовления или восстановления деталей или технологического процесса сборки узла спроектированной конструкции.

Следующим этапом дипломного проектирования для проектов конструкторского направления является разработка организационно-экономической части.

После окончания работы студента над дипломным проектом кафедра просматривает материалы проекта и проверяет готовность студента к защите. Перед представлением дипломного проекта на кафедру руководитель проекта просматривает весь проект в законченном виде и дает письменный отзыв о качестве проектирования и возможности применения проекта в производстве, о работе студента и его инженерной подготовке.

Все чертежи должны быть подписаны дипломантом и руководителем проекта, а чертежи, иллюстрирующие организационно-экономическую часть, планировку цеха и охрану труда,— также и консультантом.

Титульный лист дипломного проекта подписывается руководителем проекта и консультантами.

При наличии положительного отзыва руководителя проекта заведующий кафедрой просматривает дипломный проект и при положительном решении подписывает титульный лист. Затем дипломный проект отсылается на рецензирование. В качестве рецензентов приглашаются ведущие инженеры с производства и из научно-исследовательских институтов.

В рецензии освещаются следующие вопросы:

соответствие дипломного проекта заданию;

новизна и оригинальность принятых решений;

положительные и отрицательные стороны технологической, конструкторской, организационно-экономической и других частей проекта;

качество графического оформления чертежей;
практическая ценность выполненного проекта для производства;
оценка инженерной подготовки дипломанта;
мнение рецензента о возможности присвоения дипломанту квалификации инженера-механика.

§ 4. ЗАЩИТА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

Защиту дипломных проектов принимает Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК), состав которой утверждается Министерством бытового обслуживания населения РСФСР. График заседаний ГЭК утверждается ректором вуза.

После получения рецензии на дипломный проект деканат передает личное дело студента в Государственную экзаменационную комиссию.

В личном деле студента-дипломника должны быть:

1) справка с указанием сданных экзаменов и зачетов с оценками;
2) зачетная книжка студента;
3) задание на дипломный проект;
4) отзыв руководителя дипломного проекта;
5) рецензия на дипломный проект.

Перед защитой студент представляет комиссии расчетно-пояснительную записку, альбом технологических карт и развешивает графические материалы.

Защита дипломного проекта проводится в следующем порядке: 1) заслушивается доклад студента; 2) оглашается рецензия или заслушивается выступление рецензента, после чего студент отвечает на замечания рецензента; 3) задаются вопросы студенту и заслушиваются его ответы; 4) выносится решение Государственной экзаменационной комиссии.

В своем докладе (продолжительностью 15—20 мин) студент должен указать тему дипломного проекта, изложить главную задачу проекта и конкретные решения по технологии, конструкции и другим разделам; дать технико-экономическую оценку этих решений по сравнению с данными аналогичного производства. В заключение студент дает общую технико-экономическую оценку результатов работы и перспективы использования их в производстве.

По результатам защиты Государственная экзаменационная комиссия на закрытом заседании принимает решение о присвоении дипломанту квалификации инженера-механика с оценкой выполненного дипломного проекта, подготовленности в области общенаучных, общеинженерных и специальных дисциплин.

Глава II

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

§ 1. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Разработка конструкторской документации при проектировании изделия должна производиться в соответствии со стандартами ЕСКД, основные положения которой определены ГОСТ 2.001—70.

Изделием по ГОСТ 2.101—68 называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. В зависимости от назначения выделяются изделия основного и вспомогательного производства.

Объектом проектирования при разработке дипломного проекта конструкторского направления могут быть электрические бытовые машины и приборы, а также специальное технологическое оборудование и оснастка, изготовляемые предприятием для собственного производства.

Разработка конструкции или модернизация электрической машины или устройства бытового назначения, станка, агрегата, стенда осуществляется на основе технического задания на проектирование. Согласно требованиям ГОСТ 2.103—68 оно устанавливает основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию, необходимые стадий разработки конструкторской документации и ее состав, а также специальные требования к изделию.

При разработке технического задания на проектирование специального оборудования необходимо учитывать, что каждый вид специального технологического оборудования предназначается для выполнения определенного технологического процесса (или процессов), т. е. имеет вполне определенное служебное значение. Поэтому в техническом задании на проектирование прежде всего должно быть четко сформулировано служебное назначение оборудования. Далее, на основе изучения требований к операции (операциям) технологического процесса, режима работы оборудования, программы выпуска изделий и др. четко формулируются требования к новой (или модернизируемой) конструкции по производительности, точности, мощности, габаритам и другим показателям.

В техническом задании должно быть указано количество выпускаемых машин данной конструкции, поскольку характер отработки конструкции на технологичность зависит от масштаба выпуска и вида производства.

Номенклатура конструкторской документации, разрабатываемой при проектировании изделия, зависит от стадии разработки, указываемой в техническом задании.

ГОСТ 2.103—68 устанавливает следующие стадии разработки конструкторской документации для всех отраслей промышленно-

сти: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Разработка рабочей документации может производиться для опытного образца (опытной партии), установочных серий, установившегося серийного или массового производства.

Проектирование изделий в проектах конструкторского направления производится на стадии технического проекта или на стадии разработки рабочей документации. В соответствии с ГОСТ 2.102—68 для стадии технического проекта является обязательной разработка чертежа общего вида изделия и пояснительной записки к рабочему проекту. Остальные конструкторские документы: теоретический и габаритный чертежи, схема конструкции, расчеты, программа и методика испытаний и другие — разрабатываются дипломантом по согласованию с руководителем проекта. Номенклатура конструкторских документов на стадии разработки рабочей документации включает сборочный чертеж и спецификации. Остальные документы, в том числе эксплуатационные и ремонтные оформляются дипломантом в соответствии с указаниями руководителя проекта.

Виды и комплектность конструкторских документов определены ГОСТ 2.102—68.

Разработка эксплуатационной документации должна производиться в соответствии с ГОСТ 2.601—68, ремонтной документации — с ГОСТ 2.602—68.

При оформлении чертежей дипломант должен соблюдать требования стандартов ЕСКД (ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.309—68).

§ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН И АППАРАТОВ

Машина (в современном понимании этого слова) представляет собой активную (т. е. содержащую источник энергии) динамическую систему, выполняющую целесообразные действия, связанные с преобразованием энергии, свойств вещества, положения вещества или информации. Соответственно этому машины делятся на четыре основных класса:

1) энергетические, преобразующие один вид энергии в другой (например, паровая турбина, электродвигатель, генератор электрического тока и т. п.);

2) производственные (или технологические), предназначенные для изменения формы, размеров, состояния и других параметров обрабатываемых веществ, их соединения, измельчения, разделения и т. д. (например, металлорежущий станок, пресс, дробилка, сварочный аппарат, швейная машина и т. п.);

3) транспортные, преобразующие положение в пространстве перемещаемых веществ (например, транспортер, автомобиль и т. п.);

4) информационные, преобразующие информацию (например, контрольно-измерительные приборы, вычислительные машины, радиоприемники и т. п.).

Соответственно приведенной классификации машин производственные процессы делятся также на четыре класса: энергетические, технологические, транспортные и информационные.

Обработка веществ в технологической машине осуществляется орудиями (инструментами), связанными с исполнительным механизмом машины. Целесообразные движения исполнительного механизма обеспечиваются двигательным и передаточным механизмами машины.

Таким образом, в общем случае в технологической машине имеются три основных механизма (в широком понимании этого термина): исполнительный, двигательный (привод) и передаточный (трансмиссия).

При машинном процессе обработки вещества, кроме основных производственных операций, как правило, имеются еще связанные с ними вспомогательные и дополнительные операции (транспортные, контрольные, регулировочные и т. д.).

Производственные машины и аппараты работают в основном циклично с многократным повторением не только кинематических параметров основных механизмов (характеризуемым кинематическим циклом машины, например периодом одного или нескольких оборотов главного вала машины), но и производственной функции (цикла), например выпуск изделий через определенные интервалы времени.

При работе машины или аппарата можно в общем случае различать взаимосвязанные операции различного характера: транспортные, установочные, собственно рабочие (когда осуществляется взаимодействие рабочих инструментов или физико-химической среды с обрабатываемым материалом), контрольные, смены инструментов, регулировочно-настроечные и т. д.

Некоторые из этих операций совмещаются или могут совмещаться по времени (полностью или частично, например контроль качества осуществляется в процессе обработки), а некоторые остаются несовмещенными (изделие раньше устанавливается, а затем обрабатывается).

При конструировании новых машин и аппаратов и модернизации существующих очень важно правильно решить вопрос об основных факторах повышения производительности.

Производительность (выпускная способность) является важнейшей технико-экономической характеристикой машины или агрегата и определяется обычно количеством выпускаемой кондиционной продукции за единицу времени, поэтому при конструировании машин и аппаратов должны использоваться все пути для возможного увеличения производительности.

Для учета внецикловых операций (потерь) при подсчете выпущенной продукции нужно взять так называемый большой цикл машины, т. е. длительность, включающую помимо производственных операций внецикловые операции и имеющую свою периодичность (повторяемость), как правило, со значительно бо́льшим интервалом времени, чем производственный цикл.

§ 3. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Анализ и оценку технологичности конструкции студент производит, исходя из следующих основных положений.

Понятие «технологичность конструкции» определяет качество конструкции. Технологичной является такая конструкция, которая, обладая соответствующими эксплуатационными качествами (заданной производительностью, точностью, экономичностью, заданной долговечностью, удобством в обслуживании и др.), в то же время экономична в изготовлении.

Экономичность изготовления или ремонта определяется минимальной трудоемкостью, минимальной материалоемкостью и себестоимостью изготовления или ремонта, минимальным производственным циклом и другими технико-экономическими показателями.

Технологичность конструкции — понятие развивающееся. Новые требования к надежности, ограниченной долговечности, создание новых технологических методов формообразования и новых типов оборудования, внедрение новых материалов — все это предъявляет новые требования к технологичности конструкции.

Характер отработки конструкции на технологичность зависит от типа изделия и его служебного назначения, вида производства и масштаба выпуска, от уровня современных технологических методов получения заготовок, механической обработки и сборки, а также от уровня организации производства.

При определении технологичности конструкции следует учитывать специфику ремонтного предприятия, возможность использования освоенных прогрессивных технологических методов.

Задачи, решаемые при отработке конструкции на технологичность, можно разделить на 3 основные группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

К конструктивным задачам относятся:

1) выбор принципиальной схемы конструкции, обеспечивающей простоту компоновки изделия. Общая компоновка машины оказывает исключительно большое влияние на трудоемкость изготовления и особенно на трудоемкость сборки. Основной вопрос технологичности — это моноблочность или агрегатирование конструкции. При большом масштабе выпуска и поточном производстве особенно рационально агрегатирование конструкции, позволяющее параллельную сборку отдельных узлов;

2) простота конструктивных решений узлов, агрегатов и их сборка;

3) максимально широкое использование унифицированных узлов, стандартизированных и нормализованных деталей и элементов деталей (и в том числе покупаемых деталей и узлов). Это создает условия для увеличения серийности и применения поточных методов производства и ремонта, для механизации и автоматизации процессов изготовления и ремонта, улучшения снабжения ремонтных предприятий запасными частями, удешевления ремонта в целом;

ЧИТАЛЬНОГО ЗАЛА

4) расчленение изделий на части, обеспечивающее удобство монтажа и регулировки, а также возможность независимой параллельной сборки;

5) возможно меньшее количество различных наименований деталей;

6) возможно меньшее количество деталей оригинальной сложной формы. Применение деталей рациональной формы и достаточной жесткости с поверхностями, доступными для обработки;

7) обоснованный выбор баз и системы простановки размеров. Наличие на деталях удобных базирующих поверхностей или возможность создания вспомогательных (технологических) установочных баз;

8) рациональный выбор материалов;

9) наиболее рациональные способы получения заготовок (отливка, штамповка и др.), обеспечивающие наименьший расход металла и затрат на обработку;

10) обоснованное назначение класса чистоты обрабатываемых поверхностей и допусков на сборочные размеры и размеры деталей;

11) обеспечение экономически целесообразной взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов.

К технологическим задачам относятся:

1) сокращение сроков подготовки производства и освоения производства изделия;

2) отработка конструкции с точки зрения возможности применения современных наиболее производительных и экономичных технологических процессов изготовления и сборки;

3) наиболее экономичное обеспечение заданной точности изготовления деталей, сборки узлов и изделия и обеспечение высокого качества изделия в целом;

4) минимальный расход материалов;

5) применение наиболее рациональных методов и средств контроля;

6) возможность использования типовых технологических процессов, оборудования и оснастки.

Качество конструкции оценивается абсолютными и относительными показателями производственной технологичности.

К абсолютным показателям производственной технологичности относятся трудоемкость и металлоемкость конструкции (табл. 1). Абсолютные значения показателей трудоемкости определяются: 1) путем подетального (поузлового при сборке) нормирования, 2) по трудоемкости деталей аналогичных машин, выпускаемых серийно, 3) с помощью альбомов типовых деталей изделий данного класса, трудоемкость которых известна.

Технологичность конструкции характеризуется также рядом вспомогательных конструктивно-технологических показателей. Определение абсолютных значений вспомогательных характеристик производится по данным рабочих чертежей изделия. Для оценки производственной технологичности конструкции используются также относительные показатели.

Таблица 1

Абсолютные показатели производственной технологичности

Наименование	Обозначение	Содержание
Основные показатели		
Суммарная трудоемкость изделия $T_о = T_м + T_{сб} + T_э + T_{о.сб} + T_{пр}$	$T_м$	Суммарное штучное время механической обработки деталей и узлов машины в станко-часах
	$T_{сб}$	Суммарное штучное время слесарно-сборочных и монтажных работ, включая общую, узловые сборки и испытания
	$T_э$	Сумма штучного времени изготовления заготовок (литье, штамповка, сварка, термообработка и др.)
	$T_{о.сб}$	Суммарное штучное время общей сборки и испытания собранного изделия
	$T_{пр}$	Сумма штучного времени на прочие работы (окраска, покрытия и др.)
Сумма весов заготовок, кг $Q_э = q_ч + q_{цв} + q_н + q_{особ}$	$q_ч$	Сумма весов заготовок из черных металлов
	$q_{цв}$	Сумма весов заготовок из цветных металлов
	$q_н$	Сумма весов заготовок из неметаллических материалов
	$q_{особ}$	Сумма весов заготовок из дорогих и редких металлов
Вспомогательные показатели		
Количество деталей	$N_д$	Все детали, исключая покупные детали и узлы
» наименований деталей	$N_{н.д}$	То же
Количество нормализованных и стандартизованных наименований деталей	$N_н$	По нормалям и ГОСТам
Количество самостоятельных узлов	$N_{уз}$	—
Количество заимствованных деталей (узлов от других машин)	$N_з$	Не включаются нормализованные и стандартизованные узлы от машин, освоенных в производстве
Количество деталей с точностью по 3-му классу и выше	$N_{зк}$	Учитываются детали, имеющие хотя бы один размер 3-го класса точности и выше. Покупные детали (узлы) не учитывают
Количество наименований литых деталей	$n_л$	Черное и цветное литье
Количество наименований горячих штамповок	$n_ш$	Детали, изготовленные на ГКМ, прессах, раскатных станках с нагревом
Количество наименований листоштампованных деталей	$n_{х.ш}$	Холодноштампованные конструкции

Относительные показатели производственной технологичности

Основные показатели	Обозначение
Относительная трудоемкость механической обработки	$K_м = \frac{T_м}{T_о}$
Относительная трудоемкость сборки	$K_{сб} = \frac{T_{сб}}{T_о}$
Относительная трудоемкость заготовительных работ	$K_з = \frac{T_з}{T_о}$
Трудоемкость, приходящаяся на единицу основной эксплуатационной характеристики изделия	$T_е = \frac{T_о}{E}$
Относительная трудоемкость общей сборки и испытания изделия	$K_{о.\,сб} = \frac{T_{о.\,сб}}{T_{об}}$
Коэффициент использования металла	$\eta_м = \frac{Q_о}{Q_з}$
Масса изделия, приходящаяся на единицу основной эксплуатационной характеристики изделия	$q_е = \frac{Q_о}{E}$
Технологическая себестоимость изделия, приходящаяся на единицу его массы	$C_q = \frac{C_о}{Q_о}$

Вспомогательные показатели

Коэффициент применяемости	$a = \frac{N_э}{N_д - N_н}$
Коэффициент нормализации	$a_н = \frac{N_н}{N_д}$
Коэффициент повторяемости	$a_{пв} = \frac{N_д}{N_{н.\,д}}$
Относительное количество наименований литых деталей	$З_л = \frac{n_л}{N_{н.\,д}}$
Относительное количество наименований горячих штамповок	$З_ш = \frac{n_ш}{N_{н.\,д}}$
Относительное количество наименований холодных листовых штамповок	$З_х = \frac{n_{х.\,ш}}{N_{н.\,д}}$
Характеристики точности механической обработки	$\Delta_ф = \frac{N_{зк}}{N_д}$

В число эксплуатационных задач входит:

1) обеспечение надежности и заданной долговечности изделия;
2) удобство обслуживания, разборки и сборки изделия;
3) простота ремонта;
4) сокращение количества запасных частей;
5) малая масса изделия.

Надежность — комплексный показатель, характеризующий безотказность, ремонтопригодность и долговечность машины.

Безотказностью называется свойство машины сохранять работоспособность в течение некоторого срока в определенных усло-

виях эксплуатации. Это свойство оценивается по интенсивности отказов, т. е. количеству отказов, приходящихся на единицу времени безотказной работы, или по наработке на отказ, т. е. по времени безотказной работы между двумя отказами или по вероятности безотказной работы.

Вероятностью безотказной работы называется вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в пределах заданного промежутка времени не возникает ни одного отказа.

Под ремонтопригодностью подразумевается простота поддержания ее в технически исправном состоянии, т. е. приспособленность машины к восстановлению работоспособности путем ремонта и технического обслуживания. Оценку ремонтопригодности целесообразно производить по расходу на поддержание машины в работоспособном состоянии.

Надежность бытовых машин и приборов характеризуется количественными показателями: вероятностью безотказной работы $P(t)$, параметром потока отказов $\omega(t)$ и средним временем безотказной работы $T_{ср}$.

Электробытовые машины — холодильники, стиральные машины, полотеры, пылесосы и др.— можно рассматривать как системы, имеющие функциональную схему с последовательным соединением элементов. Математическое выражение вероятности безотказной работы для таких систем имеет вид

$$P(t) = P_1 P_2 \ \ldots \ P_n = \prod_{i=1}^{n} P_i,$$

где P_1, P_2,..., P_n — вероятность безотказной работы составных элементов электробытовой машины.

Если имеет место экспоненциальный закон распределения, то

$$P(t) = \prod_{i=1}^{n} e^{-\omega_i t} = e^{-(\omega_1 + \omega_2 + \ \ldots \ + \omega_n) t},$$

где ω_1, ω_2,..., ω_n — параметр потока отказов элементов бытовой машины.

Основным показателем надежности для электробытовых машин и приборов служит значение параметра потока отказов $\omega(t)$.

$$\omega(t) \cong \frac{n_i \cdot 100}{N \Delta t}, \quad \text{или} \quad \omega(t) \cong \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i (t + \Delta t) - \sum_{i=1}^{n} n_i (t)}{N \Delta t},$$

где n_i — количество отказавших изделий за время наблюдения;

N — количество находящихся под наблюдением электробытовых машин или приборов;

Δt — достаточно малый промежуток времени.

Изменение параметра потока отказов различных узлов холодильников компрессионного типа в гарантийный период показано на рис. 1.

Из графика видно, что для компрессора холодильника наибольшее значение параметра потока отказов соответствует начальному периоду эксплуатации (периоду приработки), затем оно постепенно понижается до определенной величины. В дальнейшем значение параметра потока отказов для этого узла начнет постепенно возрастать в связи с появлением износа.

Для некоторых узлов холодильника (испаритель, конденсатор, пластмассовые и резиновые детали) характерен постепенный рост параметра потока отказов на протяжении почти всего периода эксплуатации (рис. 2).

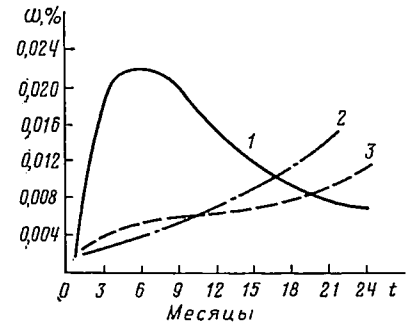


Рис. 1. Изменение параметра потока отказов различных узлов холодильников компрессионного типа в гарантийный период:

1 — компрессор ЗИЛ; *2* — испаритель «Донбасс»; *3* — конденсатор ЗИЛ

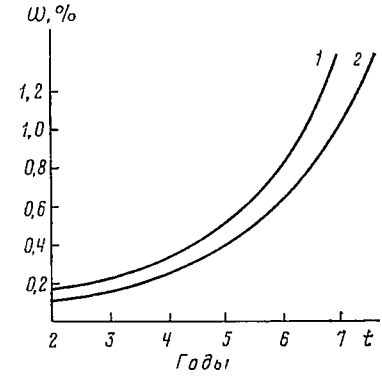


Рис. 2. Изменение параметра потока отказов некоторых узлов холодильников компрессионного типа в послегарантийный период:

1 — испаритель ЗИЛ алюминиевый; *2* — конденсатор ЗИЛ алюминиевый

Оценка долговечности производится по суммарной наработке машины до полного использования работоспособности или до другого предельного состояния. Целесообразно, чтобы долговечность машины соответствовала экономически обоснованному сроку ее службы.

Как показали исследования, долговечность бытовых машин и приборов определяется характером и интенсивностью постепенных отказов (износ, коррозия, старение и др.), зависящих от режимов работы и других эксплуатационных условий.

В соответствии с ГОСТ 13377—67 срок службы определяется как календарная продолжительность эксплуатации изделий до момента возникновения предельного состояния, под которым понимается момент времени, характеризующий невозможность дальнейшей эксплуатации изделия.

Так как работоспособность бытовых машин и приборов поддерживается длительное время за счет периодических ремонтов, для них предельные состояния целесообразно характеризовать уровнем физического износа, при котором суммарные затраты на ремонт превышают половину стоимости новой машины или прибора.

В результате обобщения статистических данных выявлена закономерность динамики роста суммарных затрат на ремонт

$$C_i(t) = \frac{\omega_i(t)\,(S_y + S_з)}{100},$$

где $C_i(t)$ — суммарные затраты на ремонт, соответствующие рассматриваемому интервалу времени, руб.;

$\omega_i(t)$ — значения параметра потока отказов для данного узла, соответствующие рассматриваемому интервалу времени, %;

S_y — номинальная стоимость заменяемого узла, руб.;

$S_з$ — стоимость замены узла, руб.

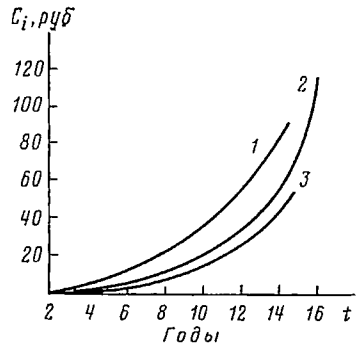


Рис. 3. Изменение суммарных затрат на ремонт электробытовых машин в послегарантийный период:
1 — стиральные машины СМП; *2* — холодильники компрессионного типа; *3* — напольные пылесосы вихревого типа

Ежегодные затраты C_0 на ремонт электробытовой машины или прибора определяются суммированием затрат на каждый узел

$$C_0(t) = C_1(t) + C_2(t) + \ldots + C_n(t) = \sum_{i=1}^{n} C_1(t).$$

Изменение суммарных затрат на ремонт электробытовых машин и приборов в послегарантийный период показано на рис. 3.

§ 4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ

Разработка конструкции машины производится в следующем порядке:

1) разработка принципиальной схемы конструкции и ее компоновка, выбор исполнительных поверхностей;

2) разработка кинематической схемы машины и ее механизмов (выбор закона относительного движения исполнительных поверхностей);

3) определение величин и характера сил, действующих на исполнительные поверхности машины;

4) определение величин сил и характера их действия на каждом из звеньев кинематической цепи машины;

5) выбор материала для каждой детали машины, исходя из условий работы деталей;

6) расчет и разработка конструктивных форм и размеров деталей.

Конструкторская разработка машины или аппарата должна удовлетворять первому основному требованию социалистической экономики, а именно: обеспечить максимальную экономию затрат общественного труда на единицу изготовляемой продукции. Конст-

рукторская разработка должна также максимально обеспечивать безопасность трудовых процессов, предусматривать облегчение условий труда и прогрессивное изменение его характера, при котором стираются существенные различия между физическим и умственным трудом.

Принципиальная схема конструкции выбирается с учетом достижения наибольшей простоты компоновки машины. От общей компоновки машины зависят трудоемкость ее изготовления и особенно трудоемкость сборки, а также условия эксплуатации машины (удобство в управлении, доступность механизмов для регулировки и ремонта и др.). При этом важное значение имеет выбор моноблочной или агрегатированной конструкции.

Агрегатирование конструкции, т. е. разделение машины на ряд отдельно собираемых узлов, монтируемых на общей базовой детали, рационально для машин, выпускаемых в большом количестве при поточном методе производства. При этих условиях значительную часть сборочных работ можно производить параллельно. Однако агрегатирование связано с применением большого количества корпусных деталей.

В моноблочной конструкции основная часть узлов и деталей монтируется непосредственно на станине или раме машины, что связано с необходимостью последовательной сборки и не позволяет производить предварительные испытания и обработку отдельных узлов и механизмов. Моноблочность конструкции целесообразна при мелкосерийном и единичном выпуске машин или в тех случаях, когда основным требованием к машине является жесткость ее конструкции. При разработке принципиальной схемы конструкции следует учитывать задачи обеспечения простоты обслуживания и ремонта.

Основой для выбора принципиальной схемы машины служит технологический процесс: машина должна его обеспечить с оптимальными техническими и экономическими показателями при надлежащих условиях труда.

На основе технологического процесса, выбранного для машины, строится для рабочих инструментов и движущегося изделия ее предварительная циклограмма (цикловая диаграмма), отражающая взаимную увязку работы отдельных циклических механизмов. Циклограмма строится чаще в прямоугольной системе координат (рис. 4). Аргументом обычно служит угол поворота φ главного вала, перемещение суппорта или рабочей головки и т. п.

На основе циклограммы строят синхронную диаграмму машины, в которой для каждого механизма вычерчивают (обычно в прямоугольной системе координат) график перемещения как функцию того же угла поворота φ главного вала (рис. 5).

Предварительные циклическая и синхронная диаграммы позволяют подойти к важнейшему этапу проектирования машины: составлению вариантов структурной схемы, т. е. решению вопроса о составе и характеристике механизмов и устройств машины, обеспечивающих требуемые кинематические и динамические пара-

метры исполнительных и всех целевых механизмов, передаточных устройств, устройств управления, схемы привода, специальных устройств блокировки и техники безопасности и т. д.

Структурная схема машины предопределяет ее основные технические и технико-экономические характеристики, в частности массу, сложность конструкции, класс точности при изготовлении, точность работы, надежность, долговечность и пр.

Итоговые ошибки механизмов складываются из ошибок отдельных кинематических пар, их звеньев и зазоров между элементами пар. Поэтому увеличение числа звеньев механизма и их размеров приводит обычно к понижению точности работы механизма. Естественно,

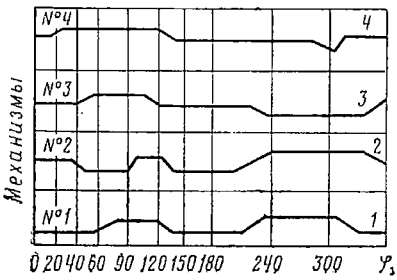


Рис. 4. Циклограмма машины

1—4 — кривые перемещения соответствующих механизмов

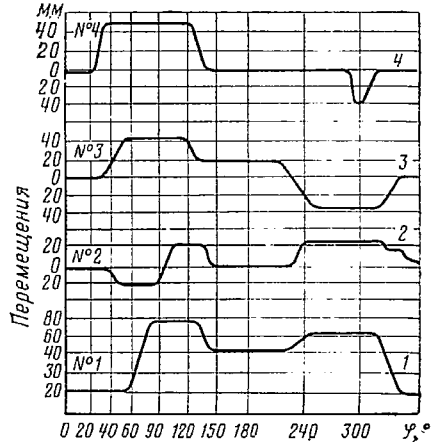


Рис. 5. Синхронная диаграмма машины:

1—4 — кривые перемещения соответствующих механизмов

что нужно стремиться к укорачиванию кинематических цепей и по возможности пользоваться их параллельным (а не последовательным) подключением к приводным и передаточным устройствам. Кроме того, во многих случаях точность работы механизмов может быть легко повышена путем применения специальных компенсаторов, т. е. устройств, компенсирующих геометрические ошибки при изготовлении и сборке, а также изменение размеров в результате износа и имеющиеся зазоры. Поэтому структурная схема машины должна предусматривать возможность использования подобных компенсаторов.

На основе принципиальной схемы студент разрабатывает кинематическую схему машины и всех соответствующих ее механизмов, уточняет ее циклограмму и синхронную диаграмму.

При разработке структурной и кинематической схем машины, как правило, возможны многочисленные варианты решений. Правильный выбор оптимального варианта является важнейшей задачей. Окончательно оптимальный вариант должен выбираться по

технико-экономическим показателям посредством сопоставительного анализа отобранных вариантов.

Далее дипломант определяет величину и характер сил, действующих на основные кинематические звенья.

Расчеты на прочность следует проводить по наиболее ответственным узлам и деталям машины, к которым относятся различные механизмы для передачи рабочего движения: валы, подшипники, зубчатые колеса и др.

В конструкциях бытовых машин и технологического оборудования находят применение различные упругие элементы: пружины, гибкие валы, упругие контакты и др. Широко используются витые цилиндрические пружины растяжения и сжатия, являющиеся в большинстве случаев ответственными звеньями механизмов машин.

Большинство конструкций винтовых пружин растяжения — сжатия работает в условиях циклической нагрузки при знакопостоянном цикле с различными коэффициентами асимметрии и поэтому требует расчета на динамическую прочность. Наиболее часто встречающиеся расчеты пружин растяжения — сжатия, связанные с определением основных параметров проектируемой пружины в соответствии с заданной характеристикой или с проверкой прочности данной конструкции пружины для определенных условий работы, приведены в примере.

Пример. Спроектировать цилиндрическую винтовую пружину сжатия из проволоки круглого сечения в соответствии с заданной характеристикой (рис. 6) при значениях модуля сдвига $G=8{,}0\cdot10^4$ Н/мм^2 и допускаемого напряжения $(\tau)=230$ Н/мм^2 [24].

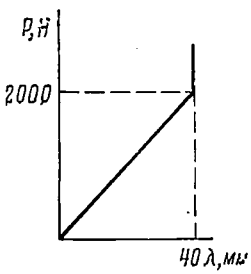


Рис. 6. Характеристика пружины

Для определения трех величин: диаметра проволоки d, диаметра пружины D и числа витков n мы располагаем двумя зависимостями: условием прочности и формулой для определения осадки пружины. Дополнительным условием для определения указанных величин служит значение индекса пружины $C_п=\dfrac{D}{d}$, которым задаемся: примем $C_п=5$ (обычно $C_п=5\div10$).

На характеристике максимальная нагрузка на пружину $P_{max}=2000$ Н. Тогда

$$\tau_{max}=K\frac{8P_{max}D}{\pi d^3}.$$

Значения поправочного коэффициента K (учитывающего влияние кривизны витков и поперечной силы) выбираются в зависимости от индекса пружины:

$C_п$	K	$C_п$	K
4	1,42		
5	1,31	8	1,18
6	1,25	9	1,16
7	1,21	10	1,14

Учитывая, что $\dfrac{D}{d}=C_п$, , имеем $\tau_{max}=K\dfrac{8C_пP_{max}}{\pi d^2}<|\tau|$, откуда

$$d \geqslant \sqrt{\frac{K8C_{\text{п}}P_{\max}}{\pi|\tau|}} = \sqrt{\frac{1{,}31\cdot 8\cdot 5\cdot 2000}{3{,}14\cdot 230}} = 12 \text{ мм}.$$

Значение K принято для $C_{\text{п}}=5$. При $d=12$ мм имеем: $D=C_{\text{п}}d=5\cdot 12=60$ мм. При нагрузке $P_{\max}=2000$ Н пружина должна иметь осадку $\lambda=40$ мм.

$$\lambda = \frac{8P_{\max}D^3n}{Gd^4},$$

отсюда

$$n=\frac{\lambda Gd^4}{8P_{\max}D^3}=\frac{40\cdot 8\cdot 10^4\cdot 1{,}2^4}{8\cdot 2000\cdot 60^3}\approx 19 \text{ витков}.$$

Если принять индекс $C_{\text{п}}=\frac{D}{d}=10$, то получим: $d=16$ мм, $D=160$ мм и $n\approx 3$ виткам.

Назначение материала для изготовления той или иной детали производится на основе определения величины и характера действующих на нее сил и условий ее работы (трение, наличие агрессивных сред, высокая температура и др.).

Материал должен обеспечивать требуемые эксплуатационные свойства детали (прочность, износостойкость и др.) и в то же время экономичность ее изготовления. При выборе материала следует по возможности сокращать применение высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов и предусматривать использование рациональных методов получения заготовок и способов их упрочняющей обработки.

Определение действующих на деталь сил и выбор материала дают возможность разработки конструктивных форм детали.

При разработке конструктивных форм детали необходимо оценить возможность применения стандартизированных и нормализованных конструкций или их элементов. Деталь должна иметь рациональную конструкцию с точки зрения получения заготовки, удобства последующей обработки, обеспечения требуемой жесткости.

Большое внимание дипломант должен уделить обоснованному выбору баз, системы простановки размеров, допусков и чистоты поверхностей. При разработке конструктивных форм детали необходимо учитывать программу выпуска и вид производства, имея в виду, что деталь, технологичная при одной программе выпуска, может оказаться нетехнологичной при другой программе и другом виде производства.

§ 5. РАСЧЕТ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Если в дипломном задании предусматривается разработка технологического процесса сборки узла проектируемой или ремонтируемой машины, дипломант должен провести расчет размерных цепей этого узла.

В зависимости от исходных данных расчет размерных цепей может быть проектным или проверочным. При проектном расчете

заданными величинами являются числовые значения номинала и допуска сборочного размера N, и требуется вычислить допуски составляющих размеров l_i.

Функциональная связь между сборочным и составляющими размерами выражается уравнением

$$l_1,\ \ l_2,\ \ \ldots\ ,\ l_n = F(N),$$

где n — число составляющих размеров.

При проверочном методе расчета размерных цепей по уже известным числовым значениям составляющих размеров (l_1, l_2, ..., l_n) определяется номинал и допуск сборочного размера N.

Проектный метод расчета. При проектном методе расчета размерных цепей сначала выявляется числовое значение номиналов и допусков сборочных размеров. Величина номинала и допуска сборочного размера обычно устанавливается по данным действующей аналогичной конструкции или из теоретических соображений, связанных с условиями работы проектируемого узла. После установления номинала и допуска сборочного размера рассчитываются допуски на составляющие (чертежные) размеры деталей l_i. Расчет допусков может производиться с обеспечением полной или ограниченной взаимозаменяемости.

В первом случае $\delta N = \sum_{i=1}^{n} \delta l_i,$

во втором $\delta N < \sum_{i=1}^{n} \delta l_i,$

где δN — допуск сборочного размера;

δl_i — допуск составляющего размера.

Расчет допусков с учетом ограниченной взаимозаменяемости целесообразен в случаях многозвенной цепи, так как обеспечение полной взаимозаменяемости $\left(\delta N = \sum_{i=1}^{n} \delta l_i\right)$ при большом числе составляющих звеньев требует очень высокой точности изготовления деталей, что во многих случаях неэкономично.

Получение требуемой величины допуска (δN) сборочного размера при изготовлении деталей с расширенными допусками $\left(\sum_{i=1}^{n} \delta l_i > \delta N\right)$ достигается в результате: а) сортировки деталей перед сборкой, б) применения компенсаторов, в) подгонки деталей.

Подбор допусков на составляющие размеры устанавливается по принципу равного класса точности. Допуски пропорциональны корню кубическому из среднеарифметического значения наибольших и наименьших размеров диаметров по интервалам таблиц ГОСТа:

$$\delta l_i = K_{\text{ед.}\, j} 0{,}5 \sqrt[3]{l_{i\,\text{ср}}},$$

где $K_{\text{ед. }j}$ — коэффициент, характеризующий класс точности по ГОСТу;

$l_{i\text{ср}}$ — среднее значение интервалов размеров по ГОСТу.

Допуск сборочного размера составляет

$$\delta N = K_{\text{ед. }j} 0{,}5 \sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}},$$

отсюда коэффициент, характеризующий класс точности составляющих размеров, будет равен

$$K_{\text{ед. }j} = \frac{2\delta N}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}}.$$

Значения $K_{\text{ед. }j}$ по ГОСТу для размеров 1—1000 мм следующие:

Класс точности по ГОСТу	$K_{\text{ед. }j}$ по системе отверстия А	$K_{\text{ед. }j}$ по системе вала В
1	10	7
2	16	10
2а	25	16
3	30	30
3а	64	64
4	100	100
5	200	200
7	400	400
8	640	640
9	1000	1000

Все размеры рассматриваемого сопряжения должны, как правило, изготовляться по одному и тому же классу точности, поэтому

$$(K_{\text{ед. }j})_1 = (K_{\text{ед. }j})_2 = \ \ldots \ = K_{\text{ед. расч}},$$

$$\delta N = K_{\text{ед. расч}} 0{,}5 \sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}.$$

Тогда

$$K_{\text{ед. расч}} = \frac{\delta N}{0{,}5 \sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}} = \frac{2\delta N}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}}.$$

Интервалы размеров l_i (от 1 до 500 мм) по таблицам ГОСТа и их средние значения $l_{i\text{ ср}}$ и $\sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}$

l_i	$l_{i\text{ ср}}$	$\sqrt[3]{l_{i\text{ ср}}}$
От 1 до 3	2,0	1,26
Свыше 3 до 6	4,5	1,651
» 6 » 10	8,0	2,0
» 10 » 18	14,0	2,41
» 18 » 30	24,0	2,884
» 30 » 50	40,01	3,42
Свыше 50 до 80	65	4,021
» 80 » 120	100	4,642
» 120 » 180	150	5,313
» 180 » 260	220	6,037
» 260 » 360	310	6,768
» 360 » 500	430	7,548

После определения допусков на все составляющие размеры устанавливаются предельные отклонения: верхнее — $\Delta_в l_i$ и нижнее — $\Delta_н l_i$.

Пример. Определить допуски и отклонения на размеры деталей конструкции (рис. 7, *а*): $B_1=2{,}5$ мм; $E_1=2{,}5$ мм; $A_1=3{,}9$ мм; $Г_1=1{,}1$ мм; $Б_1=11{,}5$ мм; $И_1=20$ мм; $Л_1=1{,}5$ мм.

Допустимая величина перекрытия $N=0\pm0{,}3$.

Составляем схему размерной цепи и ее уравнение (см. рис. 7, *а*).

$$N = A_1 + Г_1 + B_1 + E_1 + Б_1 - И_1 - Л_1;$$
$$\delta N = \delta A_1 + \delta Г_1 + \delta B_1 + \delta E_1 + \delta Б_1 + \delta И_1 + \delta Л_1;$$
$$\delta N = \Delta_в N - \Delta_н N = 0{,}3 - (-0{,}3) = 0{,}6 \text{ мм}.$$

Определяем класс точности

$$K_{\text{ед. расч}} = \frac{2\delta N}{\sum_{i=1}^{n} \sqrt[3]{l_{i\,\text{ср}}}},$$

где δN — допуск сборочного размера;

$l_{i\,\text{ср}}$ — среднее значение интервалов, составляющих размеров по таблице ГОСТа.

$$K_{\text{ед. расч}} = \frac{2\delta N}{\sqrt[3]{Л_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{И_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{A_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{Г_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{B_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{E_{1\,\text{ср}}} + \sqrt[3]{Б_{1\,\text{ср}}}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 600}{\sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{24} + \sqrt[3]{4{,}5} + \sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{2} + \sqrt[3]{14}} = \frac{1200}{11{,}986} = 100{,}2.$$

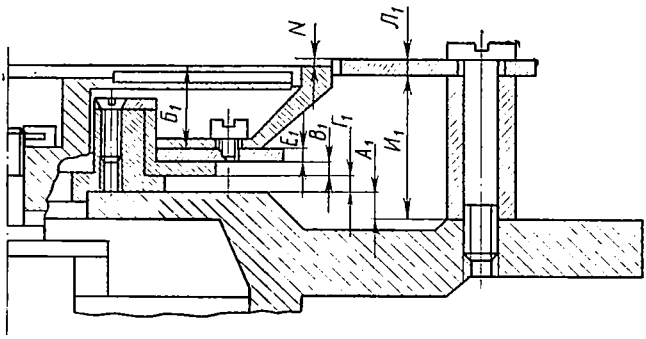
Сопоставляем $K_{\text{ед.расч}}$ с $K_{\text{ед.ост}}$ системы ОСТа: $K_{\text{ед.ост}}$ 4-го класса точности $=100 \leqslant K_{\text{ед. расч}}=100{,}2 \leqslant$ 5-го класса точности $=200$; $K_{\text{ед. расч}}$ ближе к $K_{\text{ед. ост}}$ 4-го класса точности, следовательно, принимаем 4-й класс точности.

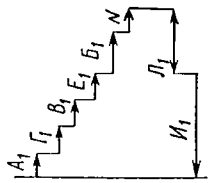
Определяем допуски на размеры:

Размеры	δl_i 4-го класса точности	Размеры	δl_i 4-го класса точности
$Л_1$	0,60	B_1	0,06
$И_1$	0,14	E_1	0,06
A_1	0,08	$Б_1$	0,12
$Г_1$	0,06		

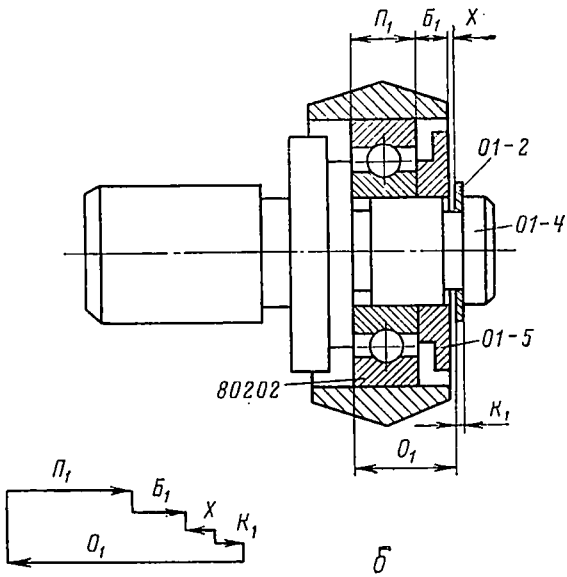
Определяем отклонения размеров:

Размеры	Характер размера	Посадка	Обозначение
$Л_1$	вал	C_4	1,5 C_4
$И_1$	»	C_4	20 C_4
A_1	отверстие	A_4	3,9 A_4
$Г_1$	вал	C_4	1,1 C_4
B_1	»	C_4	2,5 C_4
E_1	»	C_4	2,5 C_4
$Б_1$	»	C_4	11,5 C_4





а



б

Рис. 7. Эскизы к расчету размерной цепи

Проверяем полученные результаты:

$$N = -1{,}5_{-0.060} - 20_{-0.140} + 3{,}9^{+0{,}08}_{-0{,}08} + 1{,}1_{-0{,}060} + 2{,}5_{-0.060} +$$

$$+ 2{,}5_{-0.060} + 11{,}5_{-0.120} = 0^{+0.280}_{-0.300}.$$

Таким образом, принятые допуски и отклонения на размеры обеспечивают заданную величину перекрытия.

Проверочный метод расчета. Проверочный метод расчета применяется для определения номинала допуска сборочного размера по известным номиналам и допускам составляющих размеров.

Перед проведением расчета следует составить эскиз сопряжения, написать уравнение размерной цепи, используя числовые значения номиналов и допусков по рабочим чертежам деталей и сборочным чертежам, и вычислить номинал и предельные отклонения сборочного размера. Полученный результат следует оценить, исходя из требований нормальной работы сопряжения и условий изготовления и сборки.

Пример. Определить предельные отклонения зазора X между шайбой (дет. 01-2) и кольцом (дет. 01-5) в конструкции, показанной на рис. 7, *б*. По техническим условиям зазор X должен быть $<0{,}5$ мм.

Условия расчета: шайба (01-2) отжата вправо до упора в буртик оси (01-4), шарикоподшипник (80202) и кольцо (01-5) отжаты влево до упора в торец буртика оси.

В размерную цепь входят следующие размеры с допусками:

деталь 01-2 — размер $K_1 = 1C_4 (1_{-0{,}060})$;

деталь 01-4 — размер $O_1 = 16A_4$ $(16^{+0{,}120})$;

деталь 01-5 — размер $Б_1 = 4C_5$ $(4_{-0{,}160})$;

шарикоподшипник 80202 (ГОСТ 7242—54) — размер $П_1 = 11_{-0{,}10}$.

Строим размерную цепь (см. рис. 7, *б*) и определяем номинал сборочного размера X

$$X = O_1 - П_1 - Б_1 - K_1 = 16 - 11 - 4 - 1 = 0.$$

Максимальное и минимальное значения X будут

$$X_{max} = O_{1\,max} - П_{1min} - Б_{1\,min} - K_{1\,min} = 16{,}12 - 10{,}90 - 3{,}84 - 0{,}96 = 0{,}44;$$

$$X_{min} = O_{1\,min} - П_{1\,max} - Б_{1\,max} - K_{1\,max} = 16 - 11 - 4 - 1 = 0.$$

Отсюда $X = 0^{+0{,}44}$, т. е. величина зазора удовлетворяет техническим условиям: $X < 0{,}5$ мм.

Требования техники безопасности. Разрабатывая конструкцию машин и приборов бытовой техники или технологического оборудования, дипломант должен учитывать требования техники безопасности при эксплуатации этих изделий.

Дипломант должен предусмотреть в конструкции:

а) ограждения приводов и передаточных механизмов (ременных, зубчатых и винтовых передач и др.) и всех других движущихся элементов оборудования, могущих быть опасными для рабочего, а также вращающегося инструмента и изделия. Конструкция ограждений не должна мешать рабочему при выполнении операций обработки и обслуживании оборудования;

б) ограждения, препятствующие разбрызгиванию жидкостей,

используемых при работе оборудования и устройства, препятствующие попаданию газов в помещение цеха;

в) обеспечение электробезопасности;

г) снижение уровня шума и вибраций при работе оборудования.

Глава III

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА ИЗДЕЛИЙ

§ 1. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗДЕЛИЯ

В проектах цехов ремонта сложной бытовой техники объектом ремонта является машина (узел, агрегат) или прибор бытового назначения; в проектах цехов ремонта производственного оборудования — станок, обезжиривающая машина, центрифуга, стенд для испытания мотор-компрессоров холодильных агрегатов и др.

Приступая к разработке технологических процессов изготовления или ремонта изделия, дипломант производит анализ его конструкции. Анализ конструкции включает ее описание, четкое определение служебного назначения, условий работы основных агрегатов и узлов, характеристику мощности, производительности, точности, экономичности и других показателей качества. В случае необходимости приводится кинематическая схема машины, прибора, станка.

В связи с этим графическая часть проекта должна содержать чертежи общего вида, узлов машины, рабочие чертежи деталей и др. Изучение конструкции объекта ремонта включает анализ ее технологичности, особенно с точки зрения удобства и экономичности ремонта, рассмотрение кинематических и размерных связей.

Исходными данными для конструкторско-технологической характеристики изделия, выделенного для разработки технологического процесса его изготовления или ремонта, являются:

а) сборочные чертежи изделия и узла, определяющие взаимное расположение деталей и конструктивные зазоры, а также особые требования, касающиеся сборки, и рабочие чертежи деталей. На сборочных чертежах, необходимых для проектирования технологических процессов сборки, и на рабочих чертежах деталей должны быть указаны допуски на линейные и угловые размеры;

б) технические условия на изготовление (сборку);

в) программа выпуска;

г) спецификация поступающих на сборку деталей;

д) условия, в которых будет производиться выпуск изделия (вновь проектируемый или действующий цех, наличное оборудование и др.).

В расчетно-пояснительной записке дипломант описывает служебное назначение изделия, оценивает конструктивные особенно-

сти, требования к точности, качеству поверхности и др. Далее дипломант дает общую оценку технологичности конструкции изделия с точки зрения: а) возможности применения современных, наиболее производительных, технологических процессов обработки деталей или сборки узлов; б) наиболее экономичного обеспечения заданной точности изготовления или сборки; в) возможности применения наиболее рациональных методов и средств контроля; г) возможности использования типовых технологических процессов, оборудования и оснастки.

Оценка конструктивно-технологических особенностей детали, проводимая на основе анализа рабочего чертежа и технических условий на изготовление детали, должна включать рассмотрение следующих вопросов:

а) рациональности выбора материала и термообработки с точки зрения возможности получения экономичной заготовки и облегчения обрабатываемой детали;

б) рациональности выбора формы и назначения размеров допусков и класса чистоты поверхности с точки зрения возможности применения прогрессивных методов получения заготовки и обработки с учетом требований к условиям работы детали в узле.

Технологичность конструкции в значительной степени определяется выбором заготовки. При проверке на технологичность корпусных деталей, изготовляемых из отливок, следует иметь в виду рациональность обработки плоскостей на проход на многошпиндельном фрезерном станке, для чего необходимо проверить, не мешают ли этой обработке бобышки и выступы и возможно ли устранение этих выступов. Далее следует проверить:

позволяют ли расстояния между отверстиями одновременную обработку этих отверстий с направлением инструмента (сверл, зенкеров, разверток) по кондукторным втулкам;

имеется ли нормальный доступ инструментов к обрабатываемым поверхностям;

имеются ли глухие отверстия и есть ли возможность замены их на сквозные.

Дипломант должен внимательно изучить и другие особенности конструкции, затрудняющие рациональную обработку (наличие отверстий, расположенных под углом к поверхности, подлежащих обработке внутренних торцов ступиц и т. д.). Особенное внимание следует обратить на условия базирования корпусных деталей при обработке и в случае недостаточности баз на возможность применения в конструкции технологических базовых приливов.

Оценивая технологичность деталей типа валов, следует выявить возможность обработки поверхности проходным резцом, т. е. наличие выходов для резца и наличие подрезных канавок достаточной ширины. При наличии закрытых шпоночных канавок следует рассмотреть целесообразность замены их открытыми, что позволит применить при обработке вместо концевой фрезы дисковую. Во всех случаях при наличии больших фланцев или буртов рекомендуется рассмотреть возможность уменьшения их диаметров.

Большое влияние на характер обработки оказывает жесткость детали. Для деталей малой жесткости обработку приходится разделять на черновую и чистовую. Малой жесткостью отличаются не только тела вращения относительно большой длины (валы, оси, втулки и др.), но и такие детали, как крышки, планки, рычаги и др. При недостаточной жесткости обрабатываемого вала ($l:d>12—15$) следует рассмотреть вопрос о возможности применения люнета или зажатия вала в патроне по средней шейке. Для гильз малой жесткости следует проверить возможность обточки на оправке и расточки с зажимом в торцы.

В технологичной конструкции степень точности линейных размеров и относительных поворотов поверхностей должна соответствовать служебному назначению детали и техническим условиям на ее изготовление. Поэтому студент при изучении технических условий и чертежа детали должен установить, достаточно ли полно технические условия характеризуют деталь с точки зрения точности ее размерных параметров. К этим параметрам относятся: допуски на линейные размеры, допуски на повороты поверхностей и осей, точность формы поверхностей и шероховатость поверхностей. В чертежах деталей во многих случаях отсутствуют допуски на относительные повороты (положение) одной поверхности или оси относительно другой, вследствие чего точность поворотов при обработке не выдерживается, что приводит к необходимости пригоночных работ при сборке.

После уточнения чертежей и технических условий в отношении величин допусков на все точностные параметры детали следует рассмотреть условия базирования и технологические методы, с помощью которых возможно обеспечение заданной точности линейных размеров, относительных поворотов, а также формы и чистоты поверхности.

Важным, с точки зрения технологичности, является выбор рационального метода термической обработки детали в связи с последующей механической обработкой. Характер термической обработки и требуемая твердость детали указывается на чертежах и в технических условиях. Конструктивно-технологический анализ детали включает оценку влияния термической обработки на точность изготовления.

Во избежание коробления после термической обработки деталь не должна иметь резких переходов в сечениях. Если такие переходы неизбежны, следует ввести в соответствующих местах скругления. Уменьшение коробления может быть достигнуто применением легированных сталей взамен углеродистых; для цементируемых деталей целесообразно применять стали 15Х, 20Х, 18ХГТ.

Для устранения коробления в некоторых случаях после операции термообработки следует вводить операции механической обработки. Для снятия остаточных напряжений, возникающих в процессе обработки детали, во многих случаях перед чистовой обработкой целесообразно вводить термическую операцию нормализации.

Технологичность оценивается также с точки зрения:

а) возможности проведения сборки без пригонки деталей и обеспечения (если это требуется) взаимозаменяемости деталей;

б) обеспечения простоты сборки, доступности мест монтажа;

в) возможности применения высокопроизводительных методов сборки;

г) степени использования нормализованных деталей и элементов деталей.

В результате анализа технологичности изделий дипломант должен дать рекомендации по изменению конструкции изделия, замене материалов, изменению или дополнению технических условий в целях упрощения и удешевления процессов изготовления и ремонта изделий без ухудшения их эксплуатационных качеств.

§ 2. АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА РЕМОНТ БЫТОВЫХ МАШИН И ПРИБОРОВ

Основными причинами выхода из строя электробытовых машин и приборов являются: износ, коррозия, явления старения, а также повреждение деталей, отказы отдельных агрегатов, поломка деталей в результате перегрузок или явлений усталости металла, неисправности электрической системы и др. В большинстве случаев по каждому виду машины или прибора можно выделить основные причины возникновения неисправностей и определить номенклатуру отдельных узлов и деталей, дефекты которых наиболее часто выводят машину из строя.

Определение дефектов поступающих в ремонт машин и приборов производится без разборки или с разборкой и последующим контролем. При этом выясняются причины неполадок и определяются подлежащие замене или восстановлению детали и агрегаты.

От характера неисправностей машины и приборов зависит сложность и трудоемкость необходимого ремонта.

Проведение определенной классификации видов ремонта и трудоемкости в зависимости от характера неисправности машины облегчает планирование ремонта и определение необходимых трудовых затрат, затрат материалов и др. Поэтому для каждого типа бытовой машины (или прибора) целесообразно определять несколько групп в зависимости от ее сложности. Например, ремонт компрессионных домашних холодильников в зависимости от характера их неисправностей можно разделить по степени сложности на три группы.

К первой группе относится ремонт, связанный с устранением таких неисправностей, как утечка фреона через заправочный штуцер, замерзание в трубопроводах, обрыв в электрической проводке, несрабатывание реле, повреждение терморегулятора, поломка пружины мотор-компрессора, поверхностные повреждения в виде вмятин на испарителе, конденсаторе, местные повреждения окраски и другие мелкие, легкоустранимые неисправности.

Ко второй группе относится более сложный ремонт, включающий замену или восстановление конденсатора и испарителя, замену мотор-компрессора, осушительного патрона, фильтра, трубопроводов, перезарядку холодильного агрегата и полную окраску узлов и деталей холодильного агрегата.

К третьей группе относится вскрытие и ремонт мотор-компрессора.

Если при производстве ремонта второй группы сложности одновременно устраняются неисправности, относящиеся к первой группе, то весь ремонт бытовых машин относится ко второй группе сложности.

Качество прошедших ремонт бытовых машин и приборов должно удовлетворять определенным техническим условиям. На отремонтированные электробытовые машины и приборы утверждены республиканские стандарты (РСТ РСФСР).

Стандартами устанавливаются гарантийные сроки безотказной работы отремонтированных бытовых машин и приборов, в течение которых заказчик имеет право на бесплатное устранение неисправностей.

§ 3. АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕМОНТУ ОБОРУДОВАНИЯ

Главной причиной возникновения неисправностей и утраты работоспособности машины является износ их основных деталей и в первую очередь износ подвижных соединений, таких, как подшипники, направляющие поверхности фрикционных муфт и тормозов, зубчатые, червячные и винтовые передачи, цилиндры и др. Поломка деталей в результате перегрузок или явлений усталости металла встречается значительно реже. Например, при ремонте металлорежущего оборудования около 85—90% заменяемых деталей выходят из строя из-за износа и 10—15% из-за поломок.

Проведенные ЭНИИМСом исследования износа станков показали, что причиной нарушения их работоспособности является чаще всего износ сравнительно небольшой номенклатуры деталей (зубчатые колеса, шлицевые валы, втулки, уплотнения и др.). Например, из числа заменяемых при ремонте деталей универсальных металлорежущих станков (токарных, сверлильных, фрезерных) 40—50% составляют зубчатые колеса и 6—10% — шлицевые валы.

Результатом износа деталей является изменение их размеров. Износ протекает под действием сил трения. По относительному перемещению соприкасающихся поверхностей различают трение скольжения и трение качения. Иногда поверхности деталей работают в условиях сочетания этих видов трения, например, при работе зубьев шестерен трение качения между их поверхностями сопровождается трением скольжения.

В зависимости от толщины смазочного слоя и состояния поверхности деталей создаются условия трения. Сухое трение имеет

место при отсутствии смазки и загрязнений между трущимися поверхностями, такие условия трения характерны для дисков фрикционных приводов, для накладок тормозных колодок и шкивов. Граничное трение возникает при наличии между трущимися поверхностями очень тонкого слоя смазки (0,1 мк и менее). Этот слой обладает особыми свойствами, зависящими от свойств смазки, материала и состояния поверхности. Жидкостное трение возникает в случаях, когда трущиеся поверхности разделены слоем жидкости. Полужидкостное трение представляет собой одновременно жидкостное и граничное или жидкостное и сухое трение.

Интенсивность изнашивания контактирующих поверхностей зависит от большого числа факторов: свойств материалов, условий смазки, чистоты поверхности, величины удельных давлений, температуры и др.

Существует ряд классификаций видов изнашивания, предложенных профессорами М. М. Хрущовым, И. В. Крагельским, Б. М. Костецким и др. Различают несколько видов изнашивания в зависимости от причин разрушения поверхности.

Абразивное изнашивание имеет место при наличии между контактирующими поверхностями абразивных частиц, вызывающих разрушение поверхности в результате микрорезания. Усталостное изнашивание возникает вследствие усталости материала выступов контактирующих поверхностей и диспергирования поверхностного слоя. Молекулярное изнашивание (изнашивание при схватывании, адгезионное изнашивание) протекает при возникновении местных металлических связей и отделении частиц или налипании их на поверхность трения. Коррозионно-механическое (окислительное) изнашивание происходит в условиях воздействия окислительных процессов. Кавитационное изнашивание (кавитационная эрозия) вызывается локальными гидравлическими ударами в кавитационной области при протекании потока жидкости. Если деталь работает в потоке горячего газа, происходит газовая эрозия, т. е. размягчение поверхности, ее окисление, отделение частиц поверхности и унос их газовым потоком.

Износ деталей характеризуется рядом показателей: величиной линейного износа, скоростью изнашивания, интенсивностью изнашивания, износостойкостью, износом сопряжения.

Линейный износ V является основной характеристикой при оценке износа. Он определяет изменение размера детали при ее изнашивании в направлении, перпендикулярном к поверхности трения.

Скорость изнашивания γ определяет изменение износа во времени

$$\gamma = \frac{dV}{dt}.$$

Скорость износа зависит от следующих основных факторов: качества поверхности трущихся деталей, внешних механических

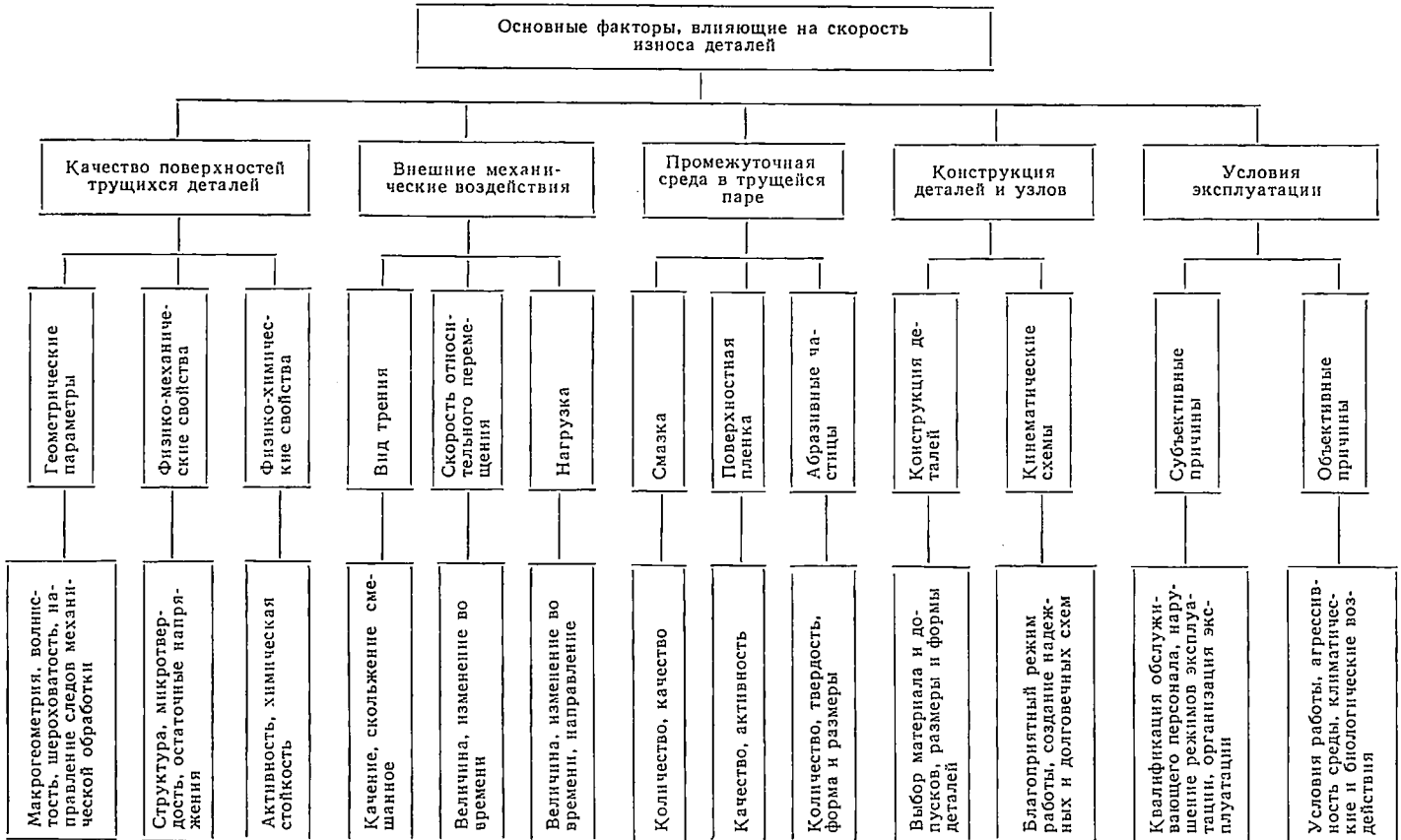


Рис. 8. Классификация факторов, определяющих скорость износа деталей оборудования

воздействий, промежуточной среды в трущейся паре, конструкции деталей и узлов, условий эксплуатации (рис. 8).

Интенсивность изнашивания I характеризует изменение износа по отношению к пути трения

$$I = \frac{dV}{dS}.$$

Износостойкость характеризует сопротивление материала изнашиванию. Это свойство зависит от материала сопрягаемых поверхностей и условий работы сопряжения. Износ сопряжения является показателем взаимного сближения сопряженных деталей при их износе и измеряется геометрическими параметрами, определяющими изменение относительного положения сопряженных деталей в результате износа.

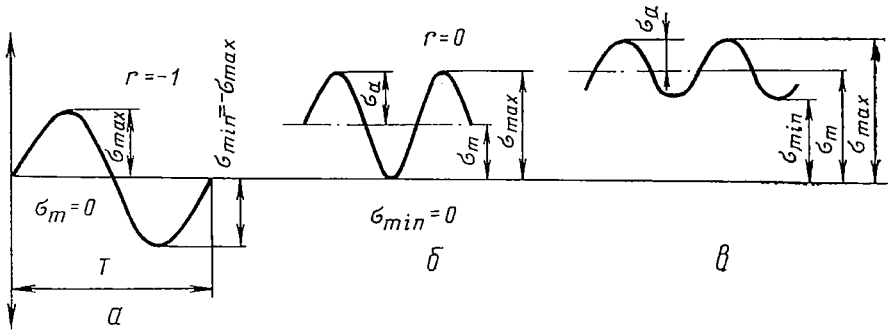


Рис. 9. Характер цикла изменения напряжений:
а — симметричный цикл; *б* — пульсирующий цикл; *в* — асимметричный цикл

Изучение фактических данных износа станков показывает, что изнашивание большинства деталей подчинено нормальному закону распределения. Выход деталей из строя вследствие поломок может быть вызван перегрузками, связанными с нарушением нормальных условий работы оборудования, но чаще всего является результатом усталости металла, работающего в условиях многократно повторяющихся (циклических) нагрузок.

Разрушение при переменных нагрузках происходит вследствие того, что при действии переменных напряжений в металле возникает трещина, постепенно проникающая в глубь изделия. По мере развития трещины усталости поперечное сечение ослабляется все сильнее и, наконец, наступает окончательное разрушение. Разрушение вследствие перегрузок или в результате усталости имеет местный характер и не затрагивает всего материала детали, поэтому во многих случаях деталь может быть восстановлена сваркой, наплавкой или другими методами.

Возможность разрушения детали путем постепенного развития трещины возникает тогда, когда действительные многократно повторяющиеся (переменные) напряжения превышают предел выносливости материала. Пределом выносливости называется наи-

большее напряжение цикла, которое может выдерживать материал при весьма большом числе циклов напряжений N, называемом базой. Для сталей база обычно принимается равной 10 млн. циклов, а для легких сплавов — 50—100 млн. циклов.

Сопротивление усталости при переменных напряжениях зависит от типа напряженного состояния и от характера изменения напряжений во времени. Циклом напряжений называется однократная их смена, соответствующая полному периоду их изменения (рис. 9).

Цикл напряжений характеризуется σ_{max} (или τ_{max}) — наибольшим по алгебраической величине напряжением цикла; σ_{min} (или τ_{min}) — наименьшим по алгебраической величине напряжением цикла и средним напряжением цикла σ_m (или τ_m).

Среднее напряжение цикла равно:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}; \quad \tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2}.$$

Амплитуда цикла σ_a, τ_a равна:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}; \quad \tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2}.$$

Коэффициентом асимметрии цикла r называется отношение наименьшего напряжения цикла к наибольшему (напряжение указывается с соответствующим алгебраическим знаком):

$$r = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \text{ или } r = \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}}.$$

Когда напряжения равны по величине и противоположны по знаку, цикл является симметричным; коэффициент асимметрии симметричного цикла $r = -1$ и величина $\sigma_m = 0$.

При пульсирующем цикле наименьшее напряжение равно нулю, $r = 0$ и среднее напряжение

$$\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma_{max}}{2}.$$

При асимметричном цикле $\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_a$; $\sigma_{min} = \sigma_m - \sigma_a$.

Содержание ремонтов определяется видом повреждения. Допустимые повреждения, возникающие при нормальных условиях эксплуатации в виде износа, усталостных разрушений поверхностных слоев, устраняются в ходе плановых ремонтов. Недопустимые повреждения устраняются в ходе аварийных ремонтов. Основные виды повреждений деталей машин при нормальных условиях эксплуатации возникают в результате взаимодействия поверхностей.

До начала ремонта выявляются дефекты машин. При дефектации, проводимой путем разборки и осмотра, все детали делят на годные и негодные, подлежащие ремонту или замене. К годным относятся детали без значительных изъянов, имеющие допустимый

износ, не препятствующий их нормальной работе. К числу негодных деталей относятся детали, имеющие недопустимый износ или деформацию, повреждения, поломки и другие неисправности. Негодные детали делятся на восстанавливаемые и окончательно отбракованные; окончательно отбраковываются те детали, восстановление которых или невозможно, или экономически нецелесообразно.

Результат дефектации заносится в дефектную ведомость, в которой подробно перечисляются неисправности машины в целом, дефекты по каждому узлу с указанием, какие детали следует заменить и какие восстановить. В дефектной ведомости указывается и метод восстановления детали. Дефектную ведомость составляют мастер по ремонту и представитель ОТК по форме, приведенной в приложении 3.

Предварительная дефектная ведомость на средний и капитальный ремонт составляется за 2—3 месяца до ремонта во время планового осмотра. Окончательная ведомость дефектов составляется при разборке машины перед ремонтом. По окончании ремонта производится сдача-приемка оборудования. В соответствии с Положением о планово-предупредительном ремонте оборудования предприятий бытового обслуживания населения РСФСР прием оборудования после ремонта производится в два этапа: предварительный — на месте ремонта внешним осмотром и опробованием на ходу, и окончательный — после отработки агрегатом определенного срока и проведения испытаний на соответствие основных характеристик агрегата техническим условиям.

Прием оборудования из ремонта производится по приемо-сдаточному акту (приложение 4).

ЭНИМСом разработаны технические условия на ремонт металлорежущего оборудования, включающие следующие общие рекомендации.

Станок перед ремонтом должен пройти осмотр и проверку на точность, результаты осмотра заносятся в акт. При разборке станка его детали распределяются на годные (при отсутствии повреждений и значительного износа); изношенные и с повреждениями, которые могут быть восстановлены; подлежащие замене.

При ремонте не следует вводить в конструкцию станка изменения, снижающие его технические характеристики. Материалы для изготовления деталей и технические условия должны соответствовать чертежам завода-изготовителя. Сборка станка должна обеспечить хорошую работу всех механизмов и отвечать требованиям сборочных чертежей. В объем работ по капитальному (среднему) ремонту станка должен входить ремонт всей электроаппаратуры и станочной электропроводки.

Выпускаемый из ремонта станок должен быть подвергнут приемочным испытаниям: внешнему осмотру, испытаниям на холостом ходу, под нагрузкой и в работе, испытанию на точность. После обкатки на холостом ходу и испытания под нагрузкой проверяется геометрическая точность станка и точность деталей, обработанных

на станке. Испытанию на жесткость подвергают те станки, для которых в ГОСТах установлены нормы жесткости. Результаты испытаний должны соответствовать стандартам и техническим условиям завода-изготовителя.

Модернизацию оборудования рекомендуется совмещать с капитальным или средним ремонтом. Проект модернизации должен быть технико-экономически обоснован и согласован с заказчиком.

§ 4. СИСТЕМА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Поддержание производственного оборудования в работоспособном состоянии проводится по единой системе рациональной эксплуатации и планово-предупредительного ремонта (ППР), отражающей специфику социалистической промышленности и способствующей повышению долговечности оборудования. Практика эксплуатации оборудования подтвердила преимущество системы ППР перед другими системами ремонта: системой послеосмотровых ремонтов, системой стандартных ремонтов и др.

Ремонт оборудования производится через равные заранее планируемые промежутки времени — межремонтные периоды. Эти периодические ремонты составляют основной объем ремонтных работ по восстановлению ремонтоспособности оборудования.

Период времени между двумя капитальными ремонтами или период работы от начала эксплуатации до капитального ремонта является ремонтным циклом данного вида оборудования, так как после капитального ремонта оборудование полностью восстанавливается по своим показателям качества. Величина ремонтного цикла определяется сроком службы тех основных механизмов и деталей, замена или ремонт которых требует полной разборки машины.

Структура ремонтного цикла, т. е. вид, количество и последовательность периодических ремонтов и осмотров в одном цикле, одинакова для различных моделей машины одного типа.

Длительность межремонтного периода является одной из характеристик ремонтного цикла оборудования и зависит от срока службы быстроизнашивающихся деталей, замена или ремонт которых требуют остановки оборудования и не могут быть выполнены при межремонтном обслуживании.

Длительность ремонтных циклов, межремонтных и межосмотровых периодов должна определяться с учетом сменности работы оборудования при семичасовом рабочем дне в зависимости от условий работы.

Межремонтный период должен быть кратным ремонтному циклу. Количество ремонтов в цикле

$$K = \frac{T_{\text{ц}}}{t_{\text{п}}},$$

где $T_{\text{ц}}$ — ремонтный цикл;

$t_{\text{п}}$ — межремонтный период.

На протяжении одного ремонтного цикла оборудование проходит ряд осмотров, малых и средних ремонтов. Малый ремонт производится с целью замены или восстановления сравнительно небольшого числа быстроизнашивающихся деталей и регулирования механизмов. Средний ремонт включает частичную разборку машины, замену и восстановление значительного числа изношенных деталей, устранение отказов, выверку, регулирование и испытание под нагрузкой.

Капитальный ремонт завершает ремонтный цикл и включает комплекс работ, связанных с полной разборкой машины, восстановлением и заменой большого количества деталей (в том числе базовых деталей), регулированием и испытанием под нагрузкой.

При среднем и капитальном ремонте восстанавливаются предусмотренные стандартами или техническими условиями точность, производительность, мощность, долговечность и другие эксплуатационные качества оборудования на срок до следующего среднего или капитального ремонта.

Состав и трудоемкость ремонтных работ в данном плановом ремонте характеризуются числом слесарных и станочных часов. Соотношение между объемами ремонтов данного вида (малый, средний, капитальный) одинаково для всех моделей машин.

Система ППР предусматривает межремонтное обслуживание оборудования. Межремонтное обслуживание обеспечивается систематическим проведением ряда профилактических мероприятий (смазка, уборка, промывка машины) и мелких ремонтов, связанных с заменой быстросменных деталей, устранением мелких повреждений, регулированием механизмов и др. Планируются также осмотры и проверки качества машины для определения состояния оборудования и выявления объема ремонтов.

Важнейшим технико-экономическим показателем системы ППР являются структура (табл. 2) и длительность ремонтного цикла, длительность межремонтных и межосмотровых периодов. Определение структуры ремонтного цикла и средних соотношений объемов работ между данными видами ремонта, а также возможность сравнения трудоемкости отдельных видов оборудования на основе определенных категорий сложности ремонта позволяет планировать ремонты по времени, производить расчеты необходимой рабочей силы, материалов и оборудования.

Комплектность и правила составления эксплуатационных документов на оборудование установлены ГОСТ 2.601—68, а правила составления ремонтных документов — ГОСТ 2.602—68.

При определении структуры ремонтного цикла следует исходить из того, что все детали могут быть разделены на отдельные группы (3—4 группы), близкие по сроку службы. Сроки службы этих групп должны быть кратными, т. е. они могут относиться как 1 : 3 : 6 или 1 : 2 : 4 : 8 или 1 : 3 : 9 и т. д. Если срок службы первой группы деталей составляет 12 месяцев, то при кратности 1 : 3 : 6 детали второй группы будут иметь срок службы 36 месяцев и третьей группы — 72 месяца.

На основе установленной группировки деталей по срокам службы принимается соответствующая структура межремонтных циклов: шестипериодная при кратности 1 : 3 : 6, девятипериодная — при кратности 1 : 3 : 9 и т. д. В соответствии с этим детали первой группы заменяются или восстанавливаются при каждом ремонте, а детали следующих групп в соответствующие сроки, совпадающие со сроками проведения ремонтов.

Таблица 2

Структура ремонтных циклов для технологического оборудования

Оборудование	Число ремонтов		Число осмотров
	средних	малых	
Металлорежущие станки:			
легкие и средние массой до 10 т (выпуск до 1966 г.)	2	6	9
крупные и тяжелые массой 10—100 т	2	6	27
Автоматические линии из металлорежущих станков	2	6	18
Механические прессы	2	6	18
Ковочные пневматические молоты	2	3	12
Бегуны, формовочные машины, галтовочные барабаны	—	3	12

На основе опыта эксплуатации и технико-экономической оценки различных структур межремонтного цикла для металлорежущих станков установлена как наиболее надежная и экономичная девятипериодная система. По девятипериодной структуре для легких и средних металлорежущих станков длительность межосмотровых периодов принята 5 мес., межремонтных периодов — 10 мес. и межремонтного цикла — 90 мес.

В соответствии с разработанной ЭНИМСом типовой системой ППР девятипериодная система для этих станков предусматривает проведение девяти технических осмотров, шести малых ремонтов, двух средних и одного капитального. В данном случае структура цикла — М — М — С — М — М — С — М — М — К (М — малый ремонт, С — средний, К — капитальный). Для легких и средних станков, выпускаемых с 1967 года, предусмотрен цикл М — М — С — М — М — К.

Ремонтные особенности отдельных видов и моделей технологического оборудования, их сложность и ремонтопригодность характеризуются категориями сложности ремонта оборудования (R). Она определяется величиной затрат труда на ремонт оборудования. Введение категорий сложности ремонта облегчает планирование ремонтных работ, проведение технико-экономических расчетов, связанных с ремонтом, определение необходимого количества рабочих, количества запасных частей и материалов и т. д. Категория сложности ремонта зависит от вида конструкции, ее

сложности и технологичности. Чем сложнее машина, тем выше категория сложности ремонта.

Существует понятие «Ремонтная единица» *r*. Трудоемкость ремонта одной ремонтной единицы соответствует трудоемкости одной категории ремонтной сложности. Например, трудоемкость ремонта токарного станка 1К62 (принятого за эталон ремонтосложности) равна трудоемкости ремонта 11 ремонтных единиц, для универсальной швейной машины 22 кл. категория ремонтной сложности $R=1$.

Планово-предупредительный ремонт оборудования на предприятиях бытового обслуживания населения проводится в соответствии с положением, утвержденным приказом министра бытового обслуживания населения РСФСР от 11 сентября 1970 г. № 186.

За условную единицу трудоемкости первой группы ремонтной сложности технологического оборудования предприятий бытового обслуживания населения принимаются затраты времени на капитальный ремонт рабочим третьего разряда в размере 37 ч, из которых слесарные работы составляют 27 ч, станочные — 9 ч и прочие (окрасочные, сантехнические, сварочные и др.) — 1 ч.

Зная категорию ремонтной сложности, можно определить затраты времени на ремонт оборудования. Все технологическое оборудование предприятий бытового обслуживания населения, с точки зрения его ремонта, оценивается по трудоемкости ремонта (категория или группа ремонтной сложности) и продолжительности ремонтного цикла.

На каждом предприятии бытового обслуживания должны быть определены категория ремонтной сложности и структура ремонтных циклов для каждого вида оборудования.

Детали металлорежущих станков по срокам службы можно разделить на заменяемые при межремонтном обслуживании (втулки, уплотнения, кулачки, шпильки и др.), заменяемые при

Таблица 3

Доля заменяемых, восстанавливаемых и ремонтируемых деталей в % к общему количеству изношенных деталей

Станки	Заменяемые детали					Ремонтируемые детали	Восстанавливаемые детали
	Валы и оси	Зубчатые колеса	Втулки и фланцы	Кронштейны и вилки	Всего		
Токарные	8	16	11	2	84	14	2
Карусельные	4	7	13	3	87	13	—
Расточные	7	13	19	2	83	17	—
Продольно-строгальные	5	9	13	2	82	16	2
Продольно-фрезерные	4	12	19	3	76	22	2
Зуборезные	2	9	12	2	85	13	2
Радиально-сверлильные	7	23	7	4	81	16	3

малом и среднем ремонтах (зубчатые колеса, шлицевые валы, рукоятки переключения, оси, втулки др.) и заменяемые при капитальном ремонте (ходовые винты, шлицевые валы, ходовые рейки, пиноль и детали, выполняющие свое назначение в течение всего срока службы). Доля заменяемых, восстанавливаемых и ремонтируемых деталей в процентах к общему количеству изношенных деталей указана в табл. 3.

§ 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА

В дипломных проектах цехов и участков по ремонту электробытовых машин и приборов или по ремонту технологического оборудования на объект ремонта разрабатывается ремонтная документация в соответствии с требованиями ЕСКД ГОСТ 2.602—68.

Ремонтные документы составляют на изделия серийного и массового производства с учетом экономической целесообразности и технических возможностей ремонтных предприятий. В общем случае они должны разрабатываться на основе рабочей конструкторской документации, эксплуатационной документации, технологической документации, анализа ремонтопригодности изделия и его составных частей, материалов по исследованию и изучению неисправностей, возникающих при эксплуатации изделий и др.

Текстовые ремонтные документы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105—68; формы ремонтных документов выполняют по ГОСТ 2.106—68.

В соответствии с ГОСТ 2.602—68 при проведении среднего и капитального ремонта (для изделий серийного и массового производства) обязательными ремонтными документами являются: руководство по ремонту, нормы расхода запасных частей, нормы расхода материалов и ведомость документов для ремонта (когда имеется несколько ремонтных документов). Необходимость выпуска других ремонтных документов: общих технических условий на ремонт, технических условий на капитальный ремонт, каталога деталей и сборочных единиц — устанавливается по согласованию с заказчиком.

Руководства по среднему и капитальному ремонту состоят из разделов, располагаемых в следующем порядке:

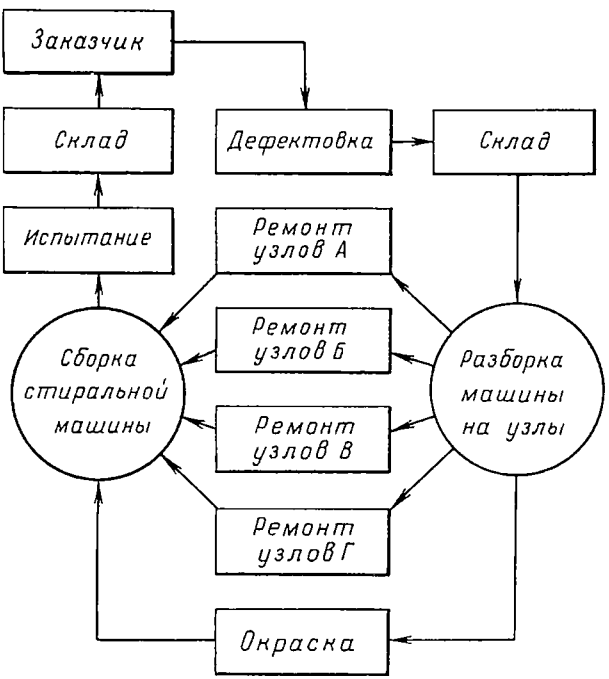
по среднему ремонту:

1) введение;
2) указание мер безопасности;
3) демонтаж с объекта;
4) дефектация изделия в собранном виде;
5) замена составных частей;
6) ремонт составных частей;
7) модернизация;
8) проверка, регулирование и испытание после ремонта;

9) монтаж и испытания на объекте;
10) приложение;

по капитальному ремонту:

1) введение;
2) организация ремонта;
3) прием в ремонт и хранение ремонтного фонда;
4) демонтаж с объекта и последующая разборка;
5) подготовка к дефектации и ремонту;
6) технические требования на дефектацию и ремонт;
7) ремонт деталей и неразъемных составных частей;
8) сборка составных частей;
9) модернизация;
10) сборка, регулирование и настройка изделия;



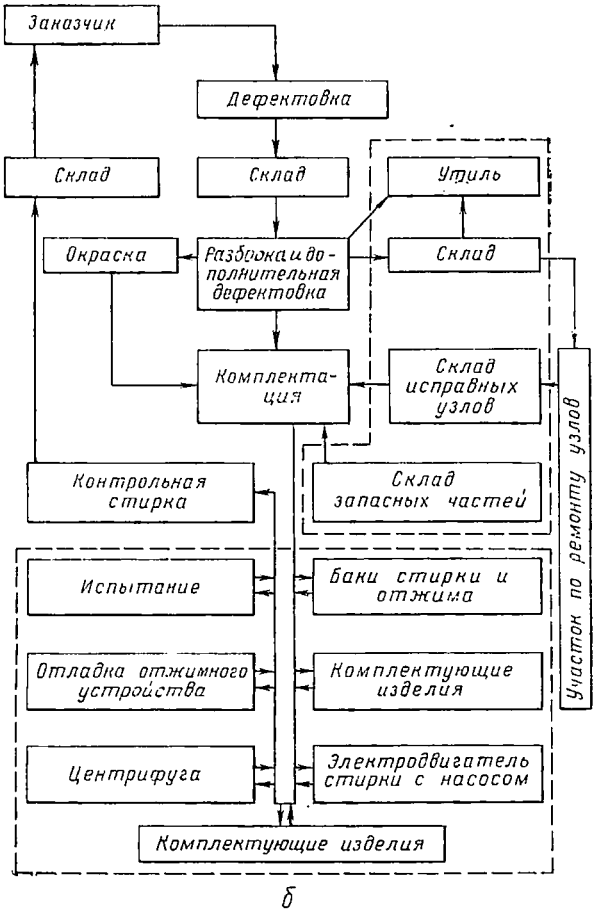
а

Рис. 10. Схемы технологического процесса поточного ре-
вательным (*б*) расположением мест сборки узлов: *А* —
ром и гидросистемой; *В* — электропривод и электро

11) испытания, проверка и приемка после ремонта;
12) монтаж и испытания на объекте;
13) покрытия, смазка и консервация;
14) маркировка, упаковка, транспортировка и хранение;
15) приложение.

В зависимости от особенностей изделия как объекта ремонта отдельные разделы допускается объединить или исключить, а также вводить новые разделы.

При ремонте, как правило, необходимо сохранять взаимозаменяемость деталей и составных частей, предусмотренную в рабочей конструкторской документации, и подбирать такие способы ремонта, которые позволили бы в максимальной степени (с учетом



б

монта стиральных машин с параллельным (*а*) и последо-
узел корпуса машины; *Б* — стиральный бак с активато-
схема; *Г* — отжимное устройство

экономической целесообразности, технических возможностей ремонтного предприятия и вида ремонта) восстанавливать размеры деталей и других составных частей изделия до первоначальных.

В дипломных проектах по ремонту бытовой техники обычно разрабатываются проекты цехов и участков специализированного

производства. В качестве примера на рис. 10 приведены схемы поточного ремонта бытовых стиральных машин.

Ремонт технологического оборудования в зависимости от организации ремонта узлов и деталей может производиться индивидуальным или агрегатным методами.

При индивидуальном методе оборудование ставится в ремонт целиком, независимо от того, сколько узлов и деталей требуют ремонта. При этом агрегаты оборудования не обезличиваются, т. е. на него ставятся те же агрегаты, которые были с него сняты для ремонта.

Сущность агрегатного метода ремонта состоит в том, что вместо сложного процесса ремонта всего оборудования производится замена отдельных неисправных агрегатов и узлов, требующих ремонта, исправными (новыми или заранее отремонтированными). С этой целью создается оборотный (обменный) фонд, представляющий собой комплект исправных агрегатов, узлов и деталей установленной номенклатуры и определенного количества, находящийся в распоряжении предприятий.

Агрегатный метод ремонта предусматривает замену агрегатов и узлов непосредственно на месте эксплуатации оборудования. При этом снятые агрегаты и узлы направляют для ремонта в специализированные цехи, обслуживающие ряд производственных предприятий. Используя агрегаты и узлы, отремонтированные и собранные в специализированных ремонтных цехах или предприятиях, можно резко улучшить качество ремонта и снизить трудоемкость.

Применение агрегатного метода ремонта целесообразно при наличии ряда условий: межремонтный срок агрегатов и узлов должен быть достаточно длительным; агрегаты и узлы должны быть транспортабельными; конструкция самого оборудования должна обеспечивать возможность быстрой установки на место отдельных агрегатов и узлов без большой и трудоемкой разборки всего оборудования; предприятие должно иметь значительный по количеству парк однотипного оборудования, иначе потребуется большой оборотный фонд.

Ремонт оборудования (агрегатов) по форме организации производства может быть непоточным (тупиковым) или поточным.

При тупиковом ремонте за объектом ремонта закрепляется постоянное место и весь объем работ по ремонту (разборка, сборка, регулировка и др.) с начала и до конца производится на одном рабочем месте. Все новые или отремонтированные детали поступают на это рабочее место.

Тупиковый ремонт может выполняться без расчленения (принцип концентрации) и с расчленением (принцип дифференциации) ремонтных работ. Ремонт без расчленения работ практически должен осуществлять один рабочий высокой квалификации. Цикл ремонта оборудования при значительной трудоемкости производственного процесса в этом случае чрезвычайно продолжителен. Ремонт без расчленения обычно применяют для простого оборудования, когда весь процесс ремонта состоит из небольшого коли-

чества несложных операций. В этом случае ремонтные операции выполняются последовательно и простой оборудования в ремонте определяется временем, необходимым для восстановления неисправных агрегатов и узлов. Широкого практического значения такая организация ремонта не имеет.

Разновидностью ремонта без расчленения процесса является бригадный метод, когда ремонт оборудования выполняет бригада рабочих, но бригадный метод уже является первым шагом на пути расчленения производственного процесса ремонта, ибо внутри бригады имеет место дифференциация работ: одни рабочие специализируются на одной группе ремонтных операций, другие — на другой.

Тупиковый ремонт с расчленением работ предполагает деление процесса на ремонт основных узлов и общий ремонт оборудования. При этом ремонт узлов и оборудования в целом выполняют в одно и то же время несколько рабочих. Бригады обычно состоят из слесарей-ремонтников, электромонтеров, слесарей-монтажников, станочников и др.

При поточном ремонте ремонтируемый объект последовательно перемещается по рабочим местам, на каждом из которых выполняется определенная операция. Посты оснащаются приспособлениями и инструментами, необходимыми для выполнения данной операции. Новые и отремонтированные детали поступают на соответствующие посты. Переход на поточный ремонт позволяет увеличить выпуск продукции, сокращает брак, снижает стоимость ремонта, сокращает длительность производственного цикла, увеличивает производительность труда, способствует соблюдению технологической дисциплины и т. д.

При выборе формы организации ремонта необходимо учитывать конструктивные особенности оборудования, масштабы производства, число одновременно ремонтируемых марок и типов оборудования и т. п.

По принципу организации ремонт оборудования внутри предприятия, эксплуатирующего оборудование, может быть централизованным, децентрализованным и смешанным.

При централизованной системе ремонт оборудования всего предприятия выполняет ремонтная бригада (ремонтно-механический цех). В этом случае отдел главного механика не только планирует все виды ремонта, но и выполняет его силами подчиненного ему ремонтно-механического цеха. Централизация создает условия для организации индустриального ремонта, а следовательно, и для применения наиболее прогрессивных технологических и организационных решений.

Децентрализация ремонта предусматривает выполнение всех видов ремонта силами ремонтных ячеек цехов. Для этого в каждом цехе имеется своя ремонтная служба во главе с механиком (мастером) цеха. Отдел главного механика в этом случае осуществляет планирование и учет всех видов ремонта, составление заявок на материалы и покупные изделия для нужд ремонта и т. д.

При смешанной системе ремонта капитальный ремонт сложного оборудования выполняется силами ремонтной службы предприятия (ремонтно-механический цех); остальные виды ремонта выполняет ремонтная служба цеха.

На предприятиях, эксплуатирующих оборудование, ремонт целесообразно производить на базе запасных частей (новых и восстановленных) и оборотного фонда узлов и агрегатов.

Восстановление изношенных деталей часто является трудоемким процессом, не вполне доступным для некоторых предприятий. Для восстановления изношенных деталей необходимо иметь специальное оборудование, которое может быть рационально использовано лишь на крупных ремонтных предприятиях или в специализированных цехах, оснащенных необходимыми материально-техническими средствами и наиболее полной технической документацией (чертежами деталей, картами технологических процессов восстановления, техническими условиями и т. д.).

В связи с этим на большинстве предприятий, эксплуатирующих оборудование, ремонт сводится к разборочно-сборочным и регулировочным работам с заменой изношенных деталей. Лишь отдельные работы, такие, как ремонт деталей простейшей формы, заделка трещин и пробоин и другие, целесообразно выполнять во время ремонта оборудования. При такой форме предприятия должны иметь устройства для демонтажно-монтажных и испытательных работ, а обслуживающий персонал должен располагать обоснованными техническими условиями на выбраковку деталей, проверку правильности сборки, регулировку и испытание отремонтированного оборудования.

Предпосылкой к такой организации должно являться достаточное производство запасных частей и широкое восстановление изношенных деталей в специализированных цехах или на ремонтных предприятиях. Поэтому целесообразно создание специализированных ремонтных предприятий или цехов на производственных объединениях ремонта бытовой техники. На этих предприятиях представляется возможным организовать на высоком техническом уровне механизированные участки для разборки поступающего в ремонт оборудования (агрегатов), очистки деталей в многокамерных высокопроизводительных моечных машинах и определения их состояния с целью своевременного их отбора для повторного использования, восстановления или для выбраковки. В цехах специализированных ремонтных предприятий должны быть созданы участки восстановления изношенных металлоемких и трудоемких деталей на основе применения прогрессивных технологических процессов (механизированная наплавка, электролитические покрытия и др.), с учетом конструктивных особенностей деталей и конкретных неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации. Слесарно-сборочные цехи специализированных предприятий должны быть оснащены различным слесарно-монтажным и измерительным инструментом, а также стендами для приработки и испытания узлов.

На предприятиях централизованного ремонта оборудования целесообразно создать оборотный фонд. В этом случае у заказчика резко сократятся простои оборудования в ремонте.

Между числом единиц оборудования оборотного фонда и количеством оборудования, поступающего в ремонт, имеет место следующая связь:

$$n = K\frac{mt}{300},$$

где n — число единиц оборудования оборотного фонда;

K — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления оборудования в ремонт ($K=0{,}8—0{,}9$);

m — количество оборудования, поступающего в ремонт в течение года;

t — время простаивания оборудования в ремонте, дни.

Обычно оборотный фонд должен приниматься равным примерно 2—4% численности ежегодно ремонтируемого оборудования. Применение оборотного фонда оправдано, если

$$mt_э > nF \quad \text{или} \quad \frac{mt_э}{nF} > 1,$$

где $t_э$ — время работы оборудования, сэкономленное в результате сокращения простоя из-за ремонта, благодаря использованию оборотного фонда;

F — годовой фонд работы оборудования.

Общий технологический процесс ремонта электробытовых машин и приборов или технологический процесс ремонта технологического оборудования (станков, контрольных и испытательных стендов и др.) может включать ряд технологических процессов. К ним относятся:

разборка узла и изделия, чистка и промывка деталей;
восстановление изношенных деталей и узлов;
изготовление новых деталей взамен негодных;
сборка узлов и агрегатов с пригонкой и регулировкой;
общая сборка;
регулировка и выверка машины;
испытание и сдача отремонтированной машины.

Общая схема технологического процесса капитального ремонта оборудования представлена на рис. 11.

При разработке технологического процесса ремонта исходными данными для технолога являются рабочие и сборочные чертежи объекта ремонта, технические условия или республиканские стандарты на отремонтированную машину, типовые технологические процессы на ремонт данного вида машин, дефектная ведомость, условия производства (тип производства, метод организации, наличие оборудования и др.).

Работу над технологическим процессом ремонта следует начать с анализа существующих технологических процессов ремонта, с которыми студент знакомится на производстве в период преддиплом-

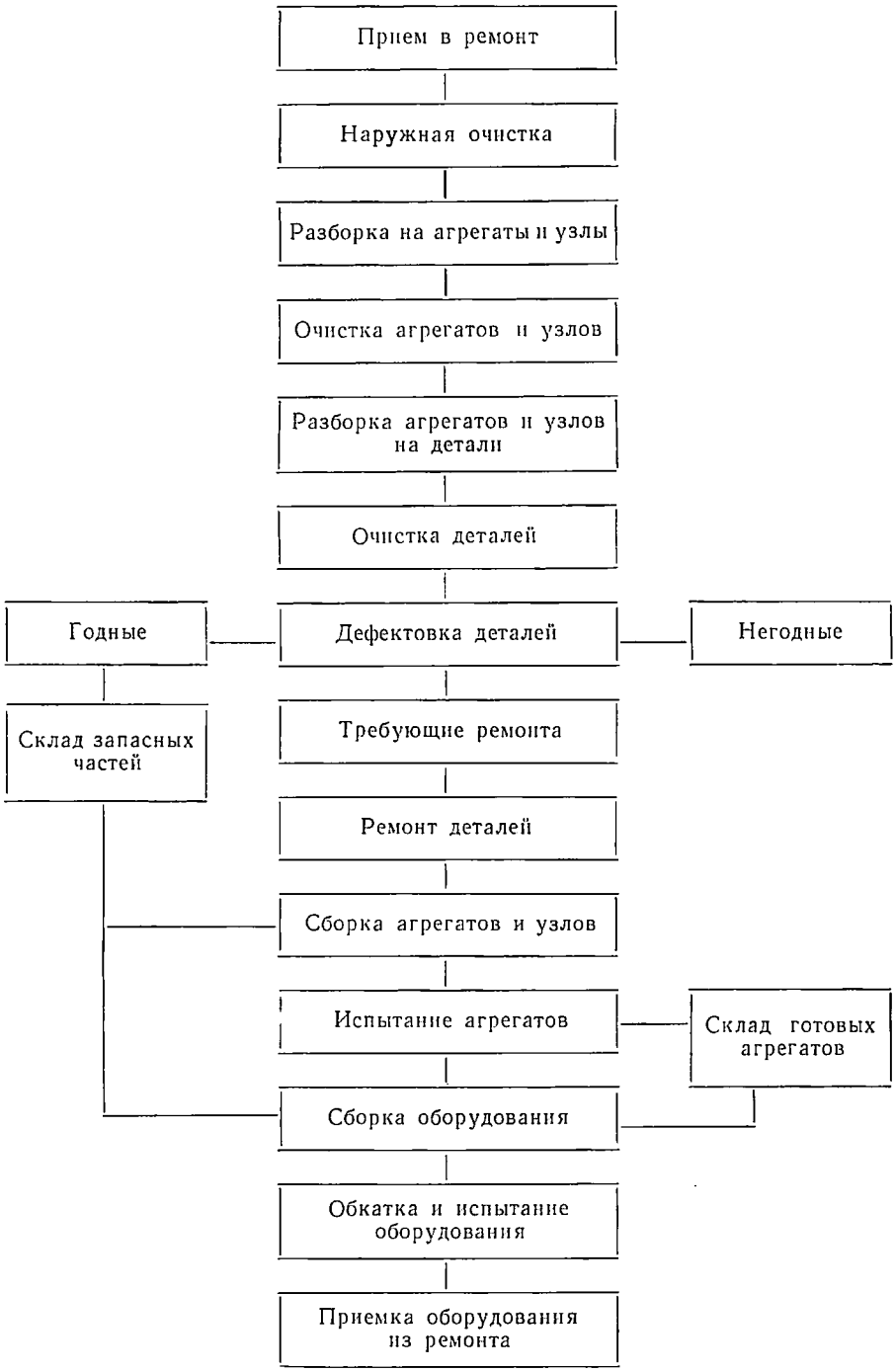


Рис. 11. Схема технологического процесса капитального ремонта

ной практики. В объяснительную записку к дипломному проекту вносится краткое описание существующего технологического процесса. В результате анализа технологического процесса дается его оценка с точки зрения производительности, точности, надежности и экономичности и приводится обоснование целесообразности изменения существующего или создания принципиально нового технологического процесса ремонта.

В соответствии с заданием на дипломное проектирование студент подробно разрабатывает или технологический процесс ремонта машины в целом, или технологические процессы изготовления деталей, их восстановления, сборки узлов и агрегатов, или общей сборки и испытания машин.

При разработке нового технологического процесса необходимо использовать типовой технологический процесс на изготовление данного вида деталей или ремонт данного изделия. В типовом технологическом процессе (регламентирующем проведение основных операций для данного типа изделий) не могут быть полностью учтены все особенности изготовления конкретной детали или ремонта машины, поэтому типовой технологический процесс служит лишь основой для разработки технологического процесса на заданный объект производства; в большой степени это относится к технологическим процессам ремонта, где особенности ремонта зависят от характера конкретных неисправностей.

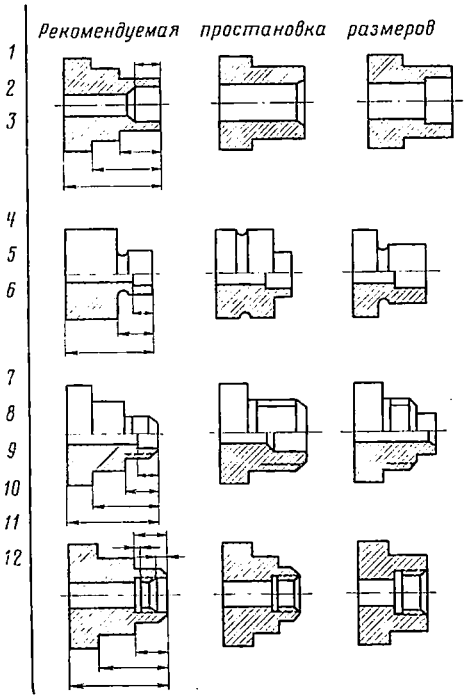


Рис. 12. Группа деталей, обрабатываемых по групповой технологии

При ремонте разномодельного оборудования часто практически не представляется возможным составлять технологические процессы на ремонт каждого отдельного станка (стенда, прибора и др.). В этом случае целесообразно в дополнение к типовому техпроцессу на данный тип оборудования прилагать несколько дополнительных технологических карт, излагающих особенности ремонта деталей или узлов данного объекта ремонта.

При проектировании технологических процессов для серийного выпуска изготовляемых или восстанавливаемых деталей необходимо рассмотреть возможность применения групповой обработки.

Завод	Технологическая карта на комплексную деталь	Шифр групповой операции	Шифр оборудования	Модель станка	Цех	Лист / Всего листов	

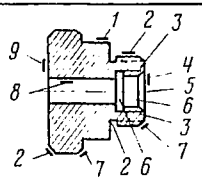
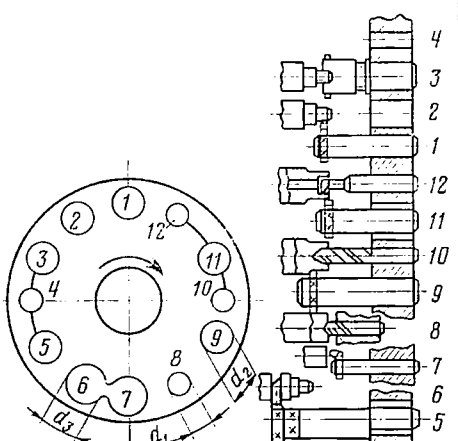


Схема наладки
Характеристика револьверной головки
Всего гнезд 12; из них:
ϕ 15мм – d_1 – 4 гнезда
ϕ 30мм – d_2 – 6 гнезд
ϕ 35мм – d_3 – 2 гнезда

Приспособления				
Номер перехода	Номер обрабатываемой поверхности	Номер гнезда	Инструмент	
			режущий	вспомогательный
1	4	7	Резец подрезной	Втулка
2	5	8	Сверло центр.	
3	8	10	Сверло	Переходная втулка
4	1	9	Резец проходной	Державка
	7	11	Резец сменный	Державка
	6	12	Резец расточный	Державка
5	2	1	Резец сменный	Державка
6	3	3	Плашка	Плашкодержатель
7	9	5	Резец отрезной	Державка



Поверхности 2,3,7 обрабатываются сменным инструментом (гнезда № 1,3,11)

Рис. 13. Технологическая карта на комплексную деталь

Групповая обработка возможна при наличии групп деталей, для обработки которых можно использовать один и тот же тип оборудования, единую технологическую оснастку и общую настройку оборудования.

Группой называется совокупность деталей, характеризуемая при обработке общностью оборудования, оснастки, наладки и технологического процесса (операционного).

При создании групп деталей учитывается необходимая однородность их по ряду признаков:

1) геометрической форме;
2) общности поверхностей, подлежащих обработке;
3) требуемой точности и чистоты поверхности;
4) однородности материала и вида заготовки;
5) серийности;
6) экономичности процесса.

Для создания технологического процесса групповой обработки выбирается характерная деталь данной группы, называемая комплексной. Комплексная деталь может быть реальной или условной, содержащей в своей конструкции все основные элементы (поверхности), характерные для деталей данной группы.

На основе групповой технологии создается групповая наладка станка, обеспечивающая обработку всех деталей данной группы с применением небольших поднастроек.

На рис. 12 представлена группа из 12 деталей, обрабатываемых по групповой технологии на револьверном станке с горизонтальной осью револьверной головки. Настройка станка производится по комплексной детали, представляющей данную группу. Технологическая карта на комплексную деталь показана на рис. 13.

§ 6. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗБОРКИ, ОЧИСТКИ И ПРОМЫВКИ

Операции подготовки машин и приборов к ремонту: разборка, очистка и промывка — отличаются значительной трудоемкостью, вследствие чего следует уделять большое внимание их механизации.

Качество ремонта машин и приборов в значительной мере зависит от технологии разборки и правильной оценки износа деталей и узлов. Разборку машин следует вести в определенной последовательности, в строгом соответствии с технологическим процессом, разработанным для данного изделия. Соблюдение строгой технологической последовательности при разборке исключает ненужные повороты и кантовку машин на рабочем месте, экономит время и облегчает труд рабочего.

Для разработки технологического процесса разборки какой-либо машины составляют, как правило, укрупненную схему (рис. 14). Ее строят в направлении слева направо и начинают с условного обозначения оборудования (изделия). Условные обозначения отдельных деталей располагают слева, а узлов (групп) —

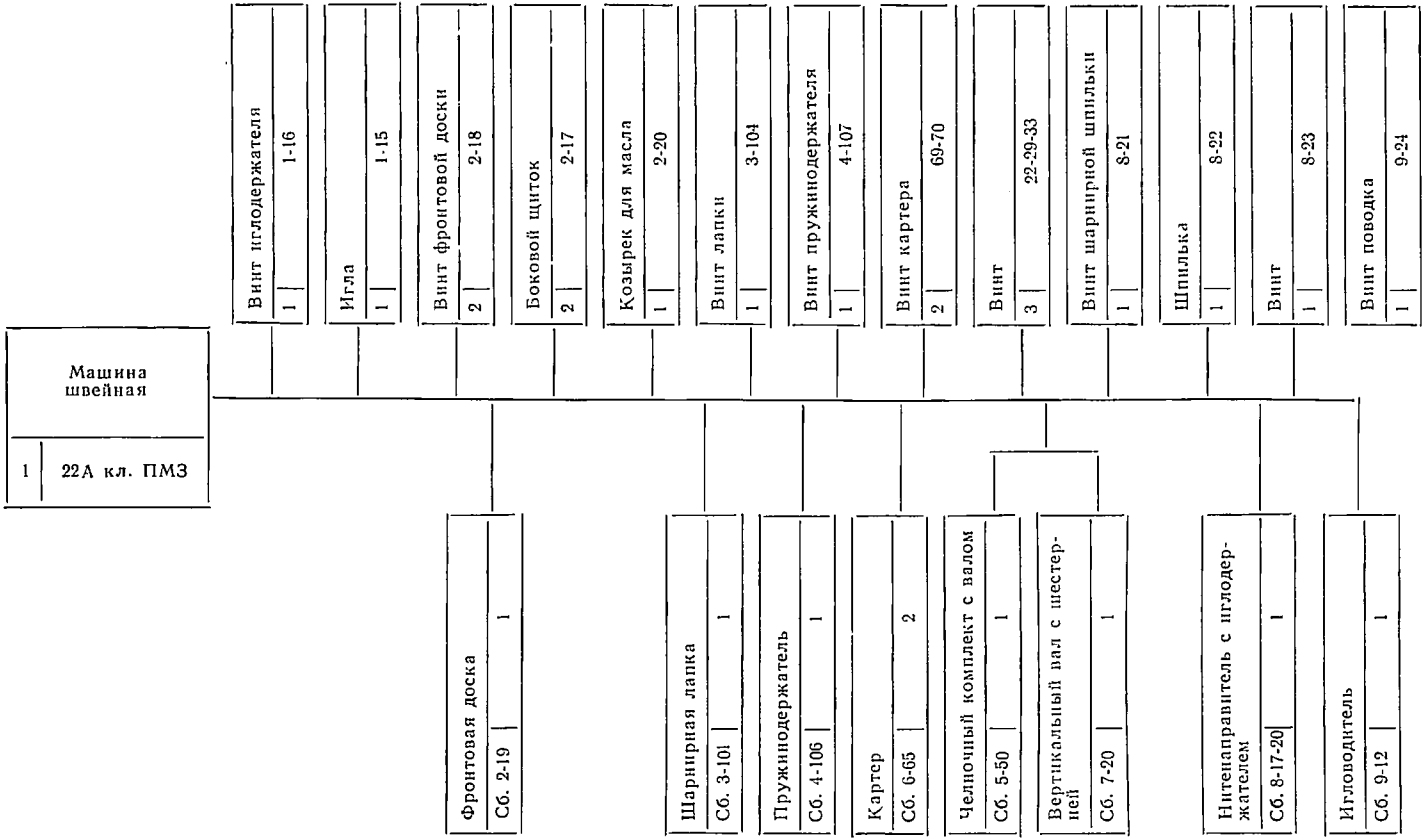


Рис. 14.

Схема разборки швейной машины 22А кл. ПМЗ (часть схемы, обозначение номера группы и деталей приняты условно)

справа по направлению схемы разборки в последовательности снятия их с оборудования. Порядок выполнения отдельных операций, требования к сохранению комплектности деталей соответствующих сопряжений дают в виде пояснений и дополнительных указаний под схемой.

Технологические карты разборки разрабатывают для каждого конкретного узла или механизма. В них отмечают перечень и последовательность операций, инструменты и проспособления, технические указания на разборку, эскиз узла и трудоемкость выполнения операций разборки. Сначала следует снимать детали ограждений, щитков и других устройств, затрудняющие доступ к деталям и узлам машины или мешающие процессу разборки, а также детали, которые после снятия ограждений и щитков могут выпасть из мест их установки. Затем машину расчленяют на основные конструктивные узлы, представляющие собой группу деталей, укрепленных на одном основании.

При текущем и среднем ремонте разбирают только узлы или отдельные механизмы машин, требующие замены или восстановления деталей. Последовательность узловой разборки машины должна назначаться из соображений экономии времени, удобства разборки и последующей сборки. После снятия узлов производится их разборка. При разборке необходимо соблюдать правила, облегчающие обеспечение точности при сборке машины после ремонта; в необходимых случаях на деталях (кулачках, эксцентриках и др.) наносятся риски для восстановления первоначального их положения, отмечаются также и детали, работающие попарно. Следует избегать снятия без необходимости деталей, положение которых зафиксировано шпильками.

В технологических процессах на разборку машин необходимо указывать соответствующие стенды, вращающиеся столы и приспособления, облегчающие процесс разборки, а также нормальные ключи, бородки, выколотки, киянки, отвертки или специальные инструменты.

Таблица 4

Растворы для очистки деталей

Компоненты	Содержание компонентов в растворе, %							
	для деталей из чугуна и сталей					для деталей из алюминиевого сплава		
Каустическая сода . . .	10	—	0,5	2	2,5	—	—	—
Кальцинированная сода	—	3—5	1,3	—	3,1	0,4	1,0	2,0
Тринатрийфосфат . . .	—	—	0,25	5	—	—	—	—
Жидкое стекло	—	—	—	3	1,0	0,15	—	0,8
Хозяйственное мыло . .	—	0,5—1,0	0,5	—	0,8	—	1,0	1,0
Хромпик	0,5	—	—	—	0,5	—	0,5	0,5
Эмульсол	—	—	—	—	—	3,5	—	—
Вода	89,5	94—96,5	97,45	90	92,1	95,95	97,5	95,7

После разборки машины ее узлы и детали проходят очистку, промывку и сушку. Очистка деталей от масла и различных загрязнений производится скребками, металлическими щетками и протиркой ветошью, смоченной керосином или бензином.

Промывка деталей производится вручную или в моечных камерах и машинах. Ручная промывка производится в органических растворителях (керосин, бензин) в небольших ваннах или противнях. Затем детали очищают щетками и протирают.

В качестве моющих жидкостей в камерах и машинах применяются растворы, приведенные в табл. 4.

В настоящее время все большее распространение получают машины вибрационного типа, в которых детали, помещенные в ванну, приводятся в колебательное движение. Возникающие при движении деталей турбулентные потоки жидкости хорошо омывают все поверхности детали, обеспечивая ее равномерную очистку.

Для удаления с поверхности деталей коррозии употребляется абразивная лента или паста ГОИ, растертая в индустриальном масле, а также раствор, состоящий из серной кислоты (0,3—0,4%), хромового ангидрида (10—15%) и воды и нагретый до 60—80° С. После обработки в растворе детали промываются в холодной и горячей воде и затем просушиваются и протираются.

Если же деталь имеет сложную форму с труднодоступными местами, узкими щелями и полостями, ее хорошо очистить практически невозможно. Эту трудную задачу позволяет решить ультразвук. Детали, очищенные ультразвуком, отличаются высоким качеством, которого нельзя достигнуть другими методами очистки. Особое же преимущество ультразвуковой очистки заключается в ее высокой производительности при малой затрате физического труда. Длительность процесса очистки зависит от характера загрязнений, природы растворителя, мощности и частоты подводимых колебаний, температуры среды и ряда других факторов и в большинстве случаев колеблется от 20 с до нескольких минут.

Оборудование ультразвуковой очистки состоит из следующих узлов: ванны с растворителем для основной очистки, источника ультразвука с устройством для подвода колебаний в рабочую зону, ванны или душевого устройства для ополаскивания деталей.

Из ультразвуковых агрегатов, выпускаемых отечественной промышленностью для очистки деталей, для ремонтного производства можно рекомендовать агрегаты УЗА-6, УЗА-16 и УЗА-10М.

Узлы и детали после промывки и просушки тщательно осматриваются и замеряются для определения степени их износа и назначения ремонта. Детали разделяют на три группы: с незначительным износом, пригодные к использованию без дополнительной обработки; подлежащие восстановлению; подлежащие замене новыми (негодные).

Обнаруженные дефекты узлов и деталей заносятся в дефектную ведомость. В тех случаях, когда восстановление вышедших из строя деталей производится по маршрутным технологическим процессам, составленным для определенных сочетаний дефектов каждого наи-

менования деталей, к дефектации деталей предъявляются особые требования. Организация восстановления деталей по маршрутной технологии требует квалифицированной работы дефектовочного отделения, где дефектовщик должен четко установить дефекты каждой детали и точно указать номер маршрута, по которому деталь будет восстанавливаться.

При дефектовке детали маркируют: а) на негодных, не подлежащих восстановлению, деталях отмечают красной краской места дефектов, по которым деталь отбраковывается; эти детали отправляют на склад металлолома; б) на деталях, подлежащих восстановлению, другой краской отмечают места дефектов и в установленном месте указывают номер маршрута, по которому деталь будет направлена на восстановление. Подлежащие восстановлению детали направляют на склад деталей, ожидающих восстановления (ДОВ), и размещают на стеллажах и полках по номерам маршрутов, указанных на деталях.

На складе ДОВ детали комплектуют в партии по маршрутам. На каждую партию деталей одного маршрута выписывают маршрутный лист, который сопровождает партию по всем участкам обработки до сдачи восстановленных деталей на склад. Маршрутный лист является основным документом, по которому производится учет деталей, учет затрат и оплата труда.

§ 7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ

При разработке технологических процессов ремонта деталей необходимо определить способ восстановления и выбрать наиболее рациональный.

Ремонт изношенных деталей может осуществляться путем обработки под ремонтные размеры и восстановления до номинальных размеров. Ремонтные размеры, полученные, например, механической обработкой, будут меньше номинальных для наружных поверхностей деталей формы тел вращения и больше номинальных для отверстий. Ремонтные размеры устанавливаются специально для каждого сопряжения деталей конкретного типа машин. Допуски на размеры обычно оставляются прежними. Преимущество этого метода — доступность его выполнения в условиях любой ремонтной мастерской. Однако из-за уменьшения сечения деталей при таком методе ремонта межремонтный срок эксплуатации деталей сокращается.

Восстановление деталей до номинального размера путем наращивания слоя металла на поверхности износа является более прогрессивным методом, позволяющим полностью восстанавливать прочность детали и неоднократно повторять процесс восстановления.

Применяются следующие способы ремонта изношенных деталей: механическая и слесарная обработка, сварка, наплавка, электролитическое наращивание (хромирование, осталивание и др.), заливка (баббитом, бронзой), склеивание, пластическая деформация, использование добавочных деталей (втулок, накладок, колец и др.).

Выбор того или иного способа восстановления зависит от большого числа факторов, основными из которых являются: конструктивные особенности и условия работы сопряжения, материал, программа выпуска восстановленных деталей, наличие необходимого оборудования и др. Критерием оптимальности выбранного варианта является получение требуемых качеств восстановленной детали (сопряжения) при минимальной стоимости обработки, причем стоимость восстановления должна быть ниже стоимости изготовления новой детали.

Технологический процесс разрабатывают, исходя из условий получения наиболее экономичного способа ремонта детали и его качества, в соответствии с рабочим чертежом и техническими требованиями. Основное требование, которое необходимо выдержать при разборке технологического процесса, сводится к тому, чтобы этот процесс осуществлялся с наиболее полным использованием всех технических возможностей оборудования, приспособлений и инструментов, при наивыгоднейших режимах обработки, допускаемых данным оборудованием.

Разработку технологического процесса ремонта детали ведут в такой последовательности:

определяют характер неисправностей и способы их устранения;

устанавливают последовательность производственных операций и составляют схему технологического процесса ремонта;

определяют размеры, допуски и чистоту поверхности ремонтируемой детали;

рассчитывают режимы обработки и нормы времени;

выбирают оборудование, приспособления и инструмент.

При разработке технологии восстановления деталей необходимо особое внимание уделять выбору способа базирования детали при обработке в связи с возможным изменением основной установочной базы изношенной детали. В этих случаях следует ввести операцию *восстановления* установочных баз (например, центровых отверстий, шеек и др.) или использовать вспомогательные базы.

Каждая подлежащая восстановлению деталь из группы деталей одного наименования может иметь различные дефекты, встречающиеся в различных сочетаниях. Поэтому на многих предприятиях, осуществляющих ремонт оборудования, восстановление деталей производится по маршрутной технологии, составленной на каждую деталь, или с использованием так называемой «подефектной» технологии, предусматривающей способы устранения того или иного определенного дефекта без связи его с другими дефектами детали. Применение подефектной технологии целесообразно при ремонте деталей оборудования или деталей электробытовых машин и приборов лишь в условиях небольших ремонтных предприятий.

В целях приближения процессов восстановления деталей к условиям серийного производства целесообразно подлежащие восстановлению детали компоновать в партии. Партии деталей комплектуются перед началом каждой операции по устранению дефектов

по принципу общности технологии устранения дефектов. Обработка такой партии деталей ведется по подефектной технологии. При этом можно применять групповой метод обработки путем объединения в одну группу нескольких деталей, схожих по конструктивным признакам. Это потребует лишь некоторой переналадки оборудования с одной партии (внутри группы) на другую.

В последнее время на специализированных ремонтных предприятиях некоторых отраслей промышленности начинает применяться более прогрессивный метод восстановления изношенных деталей на основе разработки технологических процессов, предусматривающих устранение определенных сочетаний дефектов в деталях.

Для применения этого метода необходимо комплектовать партии деталей с одинаковыми или однотипными дефектами, и разрабатываемая для данного сочетания технология должна предусматривать устранение всех дефектов деталей партии. Такая технология называется «маршрутной». Характер сочетания дефектов деталей, обрабатываемых в одной партии, определяет не только последовательность операций, но и выбор способов восстановления.

Изучение дефектов большого количества деталей показывает, что большинство этих дефектов повторяется в определенных сочетаниях.

Количество маршрутов для каждого вида деталей должно быть минимальным. Поэтому каждые варианты сочетаний дефектов, устраняемых одинаковым технологическим методом и с приблизительно одинаковой трудоемкостью, следует объединять. Количество маршрутов может быть уменьшено также путем объединения вариантов сочетаний, отличающихся между собой наличием или отсутствием незначительных по трудоемкости дефектов.

Учитывая, что по каждому виду восстанавливаемой детали может быть в среднем 5—6 различных сочетаний дефектов, разработка подробной операционной маршрутной технологии для каждого сочетания является громоздкой. Поэтому маршрутную технологию для каждого сочетания дефектов целесообразно составлять в виде маршрутной карты, в которой указывается только наименование операций в определенной последовательности.

В маршрутных картах по каждой операции указывается лишь индекс технологической карты, в которой содержатся все данные, относящиеся к выполнению конкретной операции по данному номеру маршрута.

На первом (вводном) листе технологической карты помещается эскиз детали с указанием мест расположения возможных дефектов и места для нанесения номера маршрута. Первый лист содержит в заголовке наименование детали и ее характеристику, а в таблице перечень возможных дефектов; указание номинальных и допустимых без ремонта размеров рабочих поверхностей детали; перечень сочетаний дефектов по каждому маршруту; номера маршрутов и количество листов, входящих в каждый маршрутный технологический процесс.

Таблица 5

Примерные коэффициенты долговечности деталей при различных способах их восстановления

Деталь, вид сопряжения и характер работы	Материал сопряженных деталей	Способ восстановления					
		хромированием	осталиванием	металлизацией	вибродуговой наплавкой	наплавкой под флюсом	ручной электродуговой наплавкой
Вал — подшипник скольжения при статической нагрузке	Баббит, бронза	1,5 0,95	0,75 0,83	0,9 0,85	0,95 0,95	0,85—0,90 —	— —
Вал — подшипник скольжения при знакопеременной нагрузке	То же	1,25 1,0	0,85 0,80	0,6—1,0 —	0,8 —	0,85 —	— —
Валы и оси	Бронза	—	—	—	1,0	0,8—0,9	0,7—0,75
Цилиндрический стержень с возвратно-поступательным перемещением — направляющие	Серый чугун	2,5	0,83	—	—	—	—
Цилиндрические поверхности деталей, сопряженные с внутренними кольцами подшипников качения:	Сталь шарикоподшипниковая	1,3—1,4	0,70—0,74	—	0,87—1,0	—	—
по посадкам с гарантированным натягом							
по переходным посадкам	То же	1,58	0,54	0,73	0,94	—	—
по подвижным посадкам	»	—	—	0,74	1,0	1,0	0,9
Шлицевые поверхности	Сталь легированная	—	—	—	—	0,8—1,0	0,64—0,75
Наружные резьбы на валах	Сталь углеродистая	—	—	—	0,85—1,0	0,9—1,0	0,8—0,9

В технологической карте на конкретный маршрут восстановления детали указываются: марка изделия, наименование детали и ее номер по каталогу, номер маршрута, количество листов, входящих в данный маршрутный технологический процесс, порядковый номер данного листа. В графах технологической карты указывается вид обработки, содержание операции и переходов, оборудование, приспособления и инструмент, режим обработки; технические условия на каждую операцию и переход; норма времени и разряд работы. Характер основных вопросов, решаемых при разработке маршрутной технологической карты, аналогичен, за небольшим исключением, вопросам, решаемым при проектировании операционной технологии изготовления новых деталей.

Величина комплектуемых партий по каждому наименованию детали зависит от программы ремонтного предприятия и условий производства и должна обеспечивать наименьшую величину подготовительно-заключительного времени и необходимый запас восстановленных деталей на складе.

Эксплуатационные свойства восстановленной детали можно численно выразить через коэффициент долговечности. Но поскольку рациональность применения того или иного способа зависит не только от коэффициента долговечности, но и от стоимости восстановления детали, то оценку способов восстановления необходимо вести при помощи технико-экономического критерия, определяемого следующим выражением:

$$S_в \leqslant KS_н,$$

где $S_в$ — стоимость восстановления детали;
K — коэффициент долговечности;
$S_н$ — стоимость соответствующей новой детали по прейскуранту.

Таким образом, численное значение технико-экономического показателя сводится к расчету стоимости восстановления детали и определения коэффициентов долговечности. Некоторые ориентировочные значения коэффициентов долговечности приведены в табл. 5.

Стоимость восстановления детали может быть определена из следующего выражения:

$$S_в = \left[L\left(1+\frac{H_1+H_2}{100}+M\right]\cdot\left(1+\frac{П}{100}\right)\right),$$

где L — основная заработная плата рабочих, руб.;
H_1 — цеховые расходы, % к основной заработной плате;
H_2 — общезаводские расходы, % к основной заработной плате;
M — стоимость материалов по нанесению покрытий, руб.;
$П$ — прибыль, планируемая ремонтным предприятием, %.

§ 8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

При проектировании технологического процесса механической обработки деталей решаются следующие основные вопросы:

1) устанавливается тип производства;

2) определяется величина партии деталей, запускаемых одновременно в производство (при серийном производстве), или величина такта выпуска деталей (для поточного производства);
3) выбирается вид заготовки и определяются ее размеры;
4) устанавливается план и методы механической обработки;
5) определяется тип станков, режущего и измерительного инструмента и приспособлений;
6) определяются размеры обрабатываемых поверхностей на основе расчета припусков на обработку;
7) рассчитываются режимы обработки на каждой операции;
8) рассчитываются нормы времени;
9) определяется квалификация рабочих на каждой операции.

Тип производства

Прежде чем приступить к разработке технологического процесса изготовления детали дипломант должен определить тип производства, для которого проектируется технологический процесс. Тип производства (единичный, серийный, массовый) устанавливается в зависимости от программы выпуска изделий и трудоемкости изготовления деталей и во многом определяет особенности технологического процесса, выбор оборудования и технологической оснастки.

Определение величины партии деталей в серийном производстве

Величина партии деталей, запускаемых в производство одновременно, зависит от ряда факторов: от разнообразия номенклатуры изделия и программы их выпуска, от сроков заказов, длительности обработки деталей и сборки, запаса материалов и др. Обычно размер партии диктуется пропускной способностью сборочного цеха. Нормальным можно считать запас на складе на 2—3 дня для крупных деталей и на 5—10 дней — для мелких. Количество деталей в партии определяют по формуле

$$n = \frac{Дt}{Ф},$$

где $Д$ — годовая программа деталей с учетом запасных частей;
t — число дней, на которое необходимо иметь запас деталей на складе;
$Ф$ — число рабочих дней в году.

Чем лучше организовано производство, тем меньше запас деталей на складе.

Выбор заготовки

Вид заготовки во многом определяет характер технологического процесса и существенно влияет на экономичность изготовления. При выборе заготовки обычно сравниваются 2—3 варианта спосо-

бов ее изготовления и предпочтение отдается наиболее экономичному, при котором обеспечивается наименьшая себестоимость готового изделия.

Окончательный выбор того или иного вида заготовки производится на основе сравнительной экономической оценки сопоставляемых вариантов. При сравнении учитываются затраты на заготовку $S_{заг}$ и механическую обработку $S_{мех}$ одной детали

$$S_{дет} = S_{заг} + S_{мех},$$

где $S_{дет}$ — суммарная стоимость заготовки и ее последующей механической обработки.

Для упрощения расчета затрат на механическую обработку сопоставляемых видов заготовки можно учитывать только зарплату производственных рабочих.

В качестве заготовки для изготовления машиностроительных деталей используются: 1) прутки из горячекатаного проката обычной или повышенной точности или из калиброванного проката или отрезки прутков, подаваемых из заготовительных цехов, с подрезанными и зацентрованными торцами; 2) кованые или штампованные поковки; 3) отливки; 4) сварные заготовки из листового материала и литейно-сварные заготовки; 5) штампо-сварные заготовки; 6) прессованные заготовки из пластмасс.

Выбор заготовки зависит: а) от назначения детали, ее материала и технических условий на изготовление; б) от программы и серийности выпуска; в) от размеров детали; г) от наличия оборудования для производства заготовок.

Одним из основных условий рационального выбора вида заготовки является максимальное приближение ее размеров к размерам готовой детали.

Наибольшее применение в машиностроении в качестве заготовок имеют прокат, штамповка и отливка.

Для изготовления деталей на автоматах с зажимом в цанговом патроне применяется калиброванная холоднотянутая сталь (размеры и допуски по ГОСТ 7417—57). При обработке на револьверных станках с зажимом в кулачках применяется также горячекатаный прокат (ГОСТ 2590—57). При получении заготовок из проката для ряда деталей применяется разрезка прутков на куски определенной длины с последующей подрезкой и зацентровкой торцов. Для изготовления зубчатых колес, фланцев втулок заготовками служат отрезаемые от прутка диски. Горячекатаная сталь повышенной точности применяется также для изготовления штамповок на горизонтально-ковочных машинах.

Основными методами изготовления поковок являются: а) свободная ковка; б) штамповка на молотах и фрикционных прессах в подкладных штампах; в) штамповка на штамповочных молотах в закрепленных штампах; г) штамповка на вертикальных горячештамповочных прессах; д) штамповка на горизонтально-ковочных машинах.

Выбор того или иного метода изготовления поковок зависит от масштаба выпуска и конструкции детали и должен обосновываться технико-экономическим расчетом.

Выбор оптимального метода изготовления заготовки определяется, в первую очередь, стоимостью заготовки. Однако при этом надо учитывать и изменение стоимости последующей механической обработки.

Зависимость точности заготовки от методов изготовления характеризуется данными табл. 6.

Таблица 6

Точность заготовки в зависимости от метода изготовления

Метод изготовления	Поверхность заготовки	Отклонение заготовки от заданных размеров, мм
Свободная ковка	Очень грубая	2,0—10,0
Штамповка на ковочном молоте в подкладных штампах	Грубая	1,5—3,5
Штамповка на штамповочном молоте в закрепленных штампах	»	0,5—3,0
Штамповка на вертикальном штамповочном механическом прессе	Менее грубая	0,4—2,0
Штамповка на горизонтально-ковочной машине	» »	0,4—2,5
Горячая калибровка на прессе	Гладкая	0,1—0,4
Чеканка на чеканочном прессе	Очень гладкая	0,05—0,1

Штамповка в подкладных штампах применяется в мелкосерийном производстве для получения заготовок деталей средних размеров: зубчатых колес, фланцев, колец, втулок, шестерен-валиков и др. Штамповка деталей этого типа производится на ковочных молотах, фрикционных или механических прессах и в условиях мелкосерийного производства при повторяющихся заказах может быть более рентабельной, чем свободная ковка.

Заготовки для деталей типа плоских дисков (зубчатых колес, фланцев, ступиц и др.), а также для ступенчатых и коленчатых валов, рычагов, шатунов и других деталей в условиях крупносерийного и массового производств изготовляются методом штамповки в закрепленных штампах, что обеспечивает большее приближение заготовки к размерам готовой детали.

Основным оборудованием для штамповки в закрепленных штампах служат штамповочные молоты, вертикальные горячештамповочные прессы и горизонтально-ковочные машины. Типаж деталей, штампуемых на молотах и горячештамповочных прессах, с разбивкой их на классификационные группы представлен на рис. 15.

Поковки классифицируются на четыре группы по технологическому принципу их изготовления и особенностям конфигурации.

Первая группа включает плоские (штампуемые в торец) поковки зубчатых колес *а* и *б*, крестовин с круглой ступицей *в*,

фланцев со ступицами или стержнями небольшой длины *г* и *д* или без ступиц *е*.

Штамповка деталей первой группы производится в открытых штампах с образованием заусенцев или в закрытых — без заусенцев.

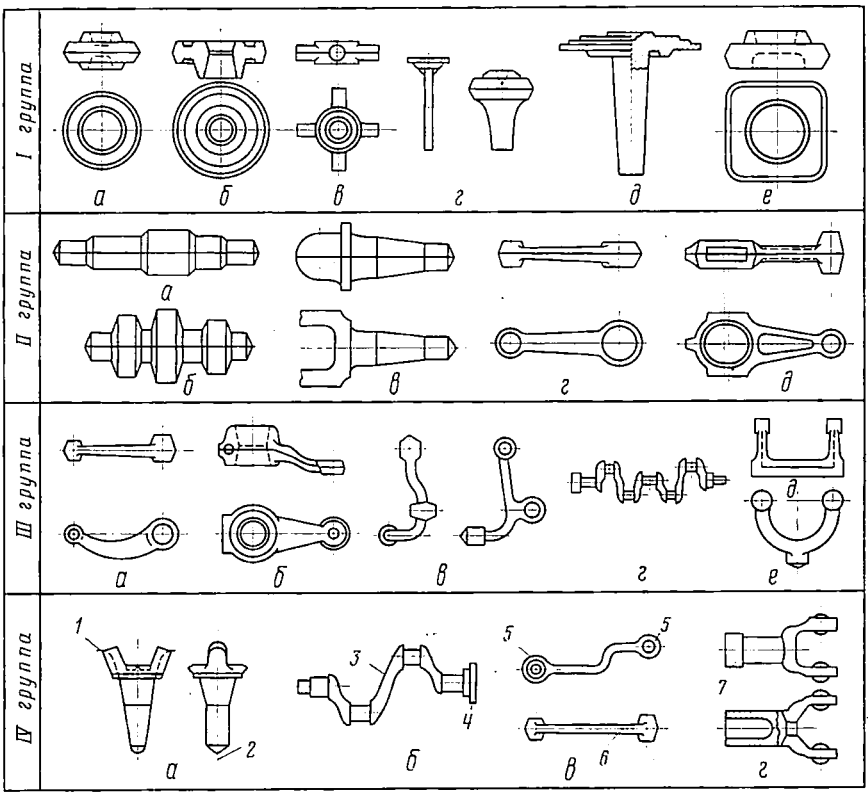


Рис. 15. Классификация поковок, штампуемых на молотах и горячештамповочных прессах:

1 — разъем на прессе; *2* — разъем на молоте; *3* — штамповка на прессе; *4* — фланец штампуется на горизонтально-ковочной машине; *5* — головки после штамповки на горизонтально-ковочной машине штампованы на прессе; *6* — стержень согнут на горизонтально-гибочной машине; *7* — штамповка на молоте или прессе, высадка на горизонтально-ковочной машине

Вторая группа включает поковки с удлиненной осью, штампуемые с разъемом по плоскости, проходящей через ось детали: ступенчатые валы *а*, валы — зубчатые колеса *б*, поворотные кулаки *в*, рычаги *г*, шатуны *д* и другие детали.

При значительной разнице в поперечных размерах заготовки штамповка производится в три перехода (пережим, предварительная штамповка, окончательная штамповка), а если эта разница невелика — в два перехода (предварительная и окончательная штамповки).

Третья группа включает поковки с изогнутой осью (изогнутые рычаги *а*, *б* и *в*, коленчатые валы *г*, вилки *д* и *е* и др.), для изготовления которых необходим гибочный ручей.

Штамповка производится за два-три перехода в штампе, имеющем заготовительный, гибочный и штамповочный ручьи.

Четвертая группа включает поковки, изготовляемые методами комбинированной штамповки.

Поковки типа *а* изготовляются на прессе и молоте, типа *б* — на прессе и горизонтально-ковочной машине, типа *в* — на горизонтально-ковочной и горизонтально-гибочной машинах, типа *г* — на прессе и горизонтально-ковочной машине.

Возможность штамповки двумя разъемами (вдоль оси с помощью бокового ползуна и перпендикулярно оси между пуансоном и матрицей) позволяет изготовлять на горизонтально-ковочных машинах заготовки сложной формы с значительным приближением по размерам к готовой детали.

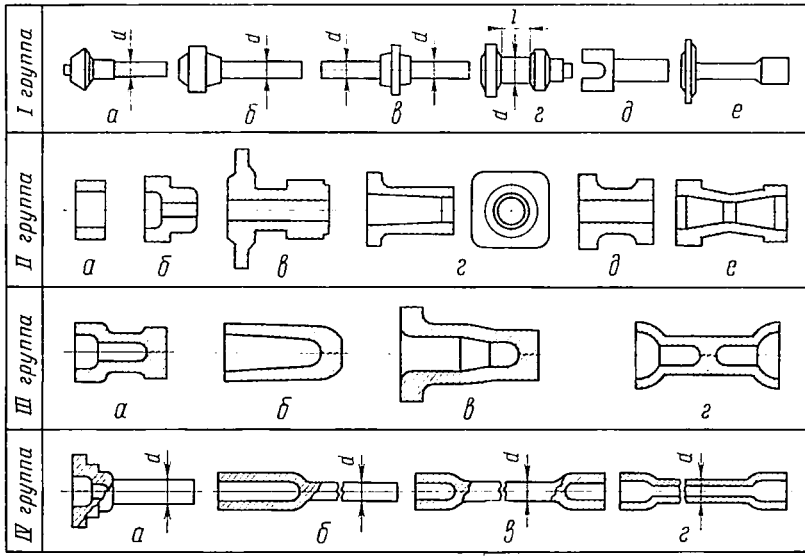


Рис. 16. Классификация поковок, штампуемых на горизонтально-ковочной машине

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах применяется в крупносерийном и массовом производстве заготовок различных деталей со стержнями, сквозными отверстиями, утолщениями и фланцами. На рис. 16 приведена укрупненная классификация деталей, изготовляемых на горизонтально-ковочных машинах, с разбивкой на четыре группы.

I группа включает поковки типа стержней (диаметр стержня равен диаметру исходной заготовки) с утолщением. Сюда отно-

сятся поковки конической шестерни с валом *а*, цилиндрической шестерни с валом *б*, для аналогичных деталей с одним утолщением в средней части *в*, с утолщением на концах короткие *г* и длинные *е*.

II группа включает поковки нестержневого типа с наличием сквозного отверстия. В эту группу входят поковки для кольца *а*, втулки или шестерни *б*, шестерни с фланцем *в*, втулки с квадратным фланцем *г*, двухвенцовой шестерни *д*, двусторонней втулки *е* и др.

III группа включает поковки, аналогичные по форме поковкам II группы, но с глухими отверстиями с одной стороны *а*, *б*, *в* или с двух сторон *г*.

IV группа включает поковки типа стержней с утолщением на одном *а*, *б* или обоих концах *в*, *г* и глухим отверстием (или отверстиями).

Исходной заготовкой для таких поковок является пруток *а*, *б*, *в* или труба *г* диаметром *d*.

Изготовление литых заготовок деталей машин производится двумя основными способами: литьем в разовые формы и литьем в постоянные формы. Литье в разовые формы включает литье в песчаные формы, в оболочковые формы и по выплавляемым моделям.

К литью в постоянные формы относятся литье в кокиль и литье под давлением.

Литье в песчаные формы применяется для изготовления отливок преимущественно из чугуна и стали и в некоторых случаях из цветных сплавов. Точность отливок в песчаные формы и припуски на обработку установлены для чугунных деталей ГОСТ 1855—55, а для остальных деталей — ГОСТ 2009—55.

По точности отливки делятся на три класса: первый класс точности устанавливается для отливок массового производства (при выпуске более 10000 заготовок в год) и требует машинной формовки по металлическим моделям. Изготовление крупных и мелких стержней производится на машинах с проверкой их в кондукторах перед сборкой.

Второй класс точности устанавливается для отливки при серийном и крупносерийном выпуске деталей (1000—10000 в год) при машинной формовке по металлическим моделям. Мелкие стержни изготовляются ручной формовкой.

Третий класс точности обеспечивается при мелкосерийном и индивидуальном производстве (при выпуске до 1000 деталей в год) при формовке по деревянным моделям на машинах или вручную. Изготовление стержней производится вручную.

Литье в оболочковые формы применяется в массовом и серийном производстве для изготовления отливок малых и средних размеров (отливка для корпусных деталей, крышек, планок рычагов и др.).

Оболочковые формы получаются методом покрытия металлической модели, прогретой до 200—250° С, смесью из 94% кварцевого песка и 6% термореактивной смолы. Расплавляясь, смесь

покрывает модель ровным слоем толщиной 6—8 мм и после остывания снимается с модели в виде двух половинок (полуформ). Применение механизации процессов изготовления форм и достижение высокой точности получаемых отливок обеспечили широкое применение литья в оболочковые формы в машиностроении.

Литье по выплавляемым моделям применяется в условиях серийного и массового производства для изготовления стальных деталей сложной формы и небольших размеров (рычажки ребристые, кронштейны, вилки, вентили, форсунки, зубчатые секторы и др.). Эти детали, как правило, не имеют внутренних полостей. Литье по выплавляемым моделям обеспечивает высокую точность и чистоту поверхности и позволяет отливать детали с небольшой толщиной стенки. Толщина стенки зависит от массы заготовки.

Масса отливки, г	Толщина стенки, мм	Масса отливки, г	Толщина стенки, мм
До 50	0,3	1500—3000	1,0—1,5
50—100	0,5	3000—5000	1,5—3,0
150—500	0,7	5000—10000	3—5
500—1500	1,0		

Большая степень приближения формы заготовки к форме готовой детали и высокая точность размеров позволяет свести к минимуму отход металла в стружку (масса заготовки на 12—15% больше массы готовой детали).

Литье в металлические формы (кокили) применяется в массовом и серийном производстве для изготовления разнообразных деталей из цветных сплавов (преимущественно из алюминиевых). Внутренние полости отливок получаются с помощью стержней. При литье в металлические формы обеспечивается точность отливок в соответствии с ГОСТ 2689—54.

Литье в металлические формы под давлением применяется в крупносерийном и массовом производстве для получения различных деталей из цветных сплавов (рукава швейных машин, пакеты статоров вместе с корпусом для электродвигателей малых размеров, корпуса приборов, крышки и др.). Детали, отливаемые под давлением, могут быть армированы другими деталями. Метод литья под давлением обеспечивает высокую точность отливок и позволяет оставлять небольшие припуски под дальнейшую обработку: 0,5—0,8 мм для деталей из алюминиевых сплавов и 0,2—0,5 мм для деталей из цинковых сплавов.

Шероховатость поверхности алюминиевых деталей, отлитых под давлением, соответствует 5—8-му классу по ГОСТ 2789—59. Толщина стенок для деталей из алюминиевых сплавов может быть получена в пределах 1,5—4 мм.

Правила и положение о порядке разработки и оформления технологической документации, распространяющиеся и на технологические процессы изготовления заготовок, изложены в комплексе государственных стандартов Единой системы технологической документации. Виды и комплектность технологических документов и их номенклатура в зависимости от стадии разработки регламентированы ГОСТ 3.1102—70 и приведены в § 12.

Правила оформления документации на процессы раскроя и нарезания заготовок приведены в ГОСТ 3.1402—71, на процессы изготовления отливок — в ГОСТ 3.1401—71 и на процессы ковки и штамповки — в ГОСТ 3.1403—71.

Установление плана и методов обработки

В соответствии с установленным видом производства и выбранной заготовки разрабатывается последовательность операций и выбираются методы обработки на каждой операции.

В единичном и мелкосерийном производствах применяется уплотненный технологический процесс, когда производится обработка максимального количества поверхностей на каждом станке (рабочем месте).

Для серийного производства характерен дифференцированный технологический процесс с закреплением операций за определенными станками.

В крупносерийном и массовом производствах технологический процесс разрабатывается по одному из двух принципов: с дифференциацией или концентрацией операций. Более высокую технико-экономическую эффективность обычно обеспечивает обработка по принципу концентрации операций.

При определении последовательности обработки учитывается следующее:

а) сначала обрабатываются базовые поверхности;

б) после обработки основных базовых поверхностей, обрабатываются поверхности, с которых снимается наибольший слой металла;

в) затем производятся операции, на которых возможно получение брака из-за дефектов материала или сложности обработки;

г) далее следуют операции, связанные с достижением точности детали, с учетом возможности возникновения деформации в результате перераспределения внутренних остаточных напряжений после термической обработки, и обработка резанием;

д) последними обрабатываются поверхности с наибольшей точностью и чистотой.

Выбор типа станка, приспособления, режущего и измерительного инструмента

При выборе станка и определения его технических характеристик в первую очередь следует учитывать необходимость обеспечения: а) требуемой точности и чистоты поверхности изделия; б) требуемой производительности станка; в) требуемых габаритов и мощности станка; г) минимального времени на обработку; д) минимальной себестоимости обработки; е) минимальной стоимости станка.

При выборе станочного оборудования желательно прежде всего использовать уже имеющиеся на предприятии станки. Однако окончательный выбор оборудования должен быть основан на технико-экономической оценке различных вариантов.

Выбор типов приспособлений зависит от программы выпуска и конструкции изделий, вида станка и метода обработки. В единичном и мекосерийном производствах применяются универсальные приспособления: универсальные тиски, делительные головки, поворотные столы и другие; изделия могут крепиться и непосредственно на столе станка с помощью прижимных планок, прихватов и т. д. В серийном производстве наряду с универсальными приспособлениями применяются и специальные; в крупносерийном и массовом производствах применяются в основном специальные приспособления.

Применение того или иного вида режущего инструмента (нормального или специального) зависит от вида станка, метода обработки, вида производства, материала, формы и размеров детали, точности и чистоты поверхности, требуемой производительности.

Во всех случаях следует рассмотреть целесообразность применения высокопроизводительного инструмента, режущая часть которого может быть изготовлена из твердых сплавов, быстрорежущей стали типа Р18, Р9Ф5, алмазов, металлокерамических сплавов и др.

Для контроля точности изготовления в единичном и мелкосерийном производствах применяется универсальный измерительный инструмент: штангенциркули, микрометры, кронциркули, глубиномеры, линейки и др. В серийном производстве применяются как универсальные, так и специальные измерительные приборы и устройства, нормальные и специальные калибры. В крупносерийном и массовом производствах широко применяются специальный измерительный инструмент, специальные приборы и устройства для автоматического контроля размеров и подналадки оборудования в процессе работы.

Определение размеров поверхностей и припусков на обработку

Расчет припусков на обработку и технологических допусков производится для всех переходов операций механической обработки.

Припуски, снимаемые при выполнении технологического перехода (переходный припуск), зависят от величины общего (суммарного) припуска, учитываемого в размерах заготовки.

Общий припуск Z_0 представляет слой металла, снимаемого с поверхности при выполнении всех переходов, т. е. равен сумме переходных или операционных припусков $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$

$$Z_0 = Z_1 + Z_2 + \ldots + Z_n = \sum_{i=1}^{n} Z_i,$$

где n — число технологических переходов.

Различают двустороннее и одностороннее расположение припусков. Односторонний припуск отсчитывается «на сторону», двусторонний — на обе стороны — «на диаметр» или «на толщину».

Величины припусков определяются по ГОСТам или расчетно-аналитическим методом.

В дипломном проекте припуски для конкретной операции рассчитываются для одной из основных поверхностей аналитически по методике В. М. Кована. При определении припусков для остальных операций следует пользоваться справочными данными.

Припуски и допуски для различных видов заготовок определяются по следующим ГОСТам:

1) по ГОСТ 7829—55 — для поковок из углеродистой и легированной стали, изготовляемых свободной ковкой;

2) по ГОСТ 7062—54 — для поковок из углеродистой и легированной стали, изготовляемых ковкой на прессах;

3) по ГОСТ 7505—55 — для деталей, изготовляемых горячей объемной штамповкой из черных металлов;

4) по ГОСТ 2009—55 — для стальных фасонных отливок (допускаемые отклонения по размерам и весу и припуски на механическую обработку);

5) по ГОСТ 1855—55 — на отливки из серого чугуна (допускаемые отклонения по размерам и весу и припуски на механическую обработку).

В некоторых случаях заводы и НИИ разрабатывают свои нормативные таблицы припусков на основе опыта своего производства.

При расчетно-аналитическом определении величин операционных и общего припуска следует учитывать влияние следующих факторов: а) материала заготовки, б) конфигурации и размеров заготовки, в) вида заготовки и методов ее получения, г) требований в отношении механической обработки, д) класса чистоты поверхности и точности размеров детали.

Существует ряд методов расчета припусков. По методу, предложенному В. М. Кованом, промежуточный симметричный припуск на наружный или внутренний диаметр изделия равен

$$2Z_{b\,\min} = 2\left[(H_a + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}\right],$$

где $Z_{b\,\min}$ — минимальный припуск на выполняемый переход (на сторону);

H_a — высота микронеровностей после предшествующей обработки;

T_a — толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося от предшествующей обработки;

ρ_a — суммарное значение пространственных отклонений;

ε_b — погрешность установки заготовок при выполняемой операции.

Максимальное значение операционного припуска определяется по формуле

$$2Z_{b\,\max} = 2Z_{b\,\min} + \delta_a + \delta_b,$$

где δ_a — допуск на диаметр обрабатываемой детали на предшествующем переходе;

δ_b — допуск на диаметр обрабатываемой детали на данном переходе.

Симметричный припуск на обе противолежащие параллельные плоские поверхности равен

$$2Z_{b\,\min} = 2\,[(H_a + T_a) + (\rho_a + \varepsilon_b)].$$

Асимметричный припуск на одну из противолежащих параллельных плоских поверхностей равен

$$Z_{b\,\min} = (H_a + T_a) + (\rho_a + \varepsilon_b).$$

Допуски на межпереходные размеры назначаются с учетом экономической точности данного вида обработки. По мере приближения к размеру готовой детали допуски на межпереходные размеры ужесточаются. Необходимые данные для расчета приведены в «Справочнике технолога-машиностроителя», ч. I, гл. 3, М., 1972.

Пример. Рассчитать припуски на обработку ступенчатого вала на поверхности $A\varnothing 60C$ с чистотой поверхности ▽ 7. Заготовка получена ковкой на ГКМ, материал заготовки Ст 40Х. Ступени вала имеют диаметры $80C_5$, 60С и $50C_4$ и длины соответственно 80, 360 и 100 мм.

Для определения припусков составляется таблица расчетных величин в последовательности проведения обработки (табл. 7).

Таблица 7

Расчет припусков и операционных размеров

№ операции	Название операции	Величины определяющие припуск на обработку, мм						
		H_a	T_a	ρ_a	ε_b	$Z_{b\,\min}$	δ_a	D_δ
1	Центрование с торца малого диаметра . .	—	—	—	—	—	—	—
2	Обточка шеек под люнеты	—	—	1,5	—	—	—	—
3	» фланца	—	—	0,3	—	—	—	—
4	Черновая обточка на многорезцовом станке	0,1	0,3	1,53	0,25	1,95	0,40	$628^{0}_{-0,4}$
5	Предварительная обработка отверстия со стороны фланца	—	—	—	—	—	—	—
6	Термообработка	—	—	—	—	—	—	—
7	Шлифовка шеек под люнет	—	—	1,0	0,15	—	—	—
8	Чистовая обработка отверстия со стороны фланца	—	—	—	—	—	—	—
9	Чистовая обработка наружной поверхности на копировальном станке . . .	0,05	0,18	1,0	0,15	1,2	0,06	$60^{0}_{-0,06}$

Рассмотрим исследуемые величины на каждой операции. До операции 1 никакой обработке заготовка не подвергалась. В операции 2 на припуске по диаметру вала скажутся пространственные отклонения после обработки на операции 1 (ρ_{a1}). Эти пространственные отклонения (смещение оси центрового отверстия от оси заготовки) являются результатом погрешности формы и смещения поперечных сечений заготовки, возникших при обработке на ГКМ и в процессе остывания заготовки. На основании фактических заводских данных величину пространственного отклонения принимаем равной 1,5 мм.

При выполнении операции 3 величина припуска по диаметру вала будет зависеть от пространственных отклонений в виде смещения оси шеек относительно оси заготовки, полученных при операции 2. Наибольшая величина этого смещения будет определяться или смещением центрового отверстия ($\rho_{a1} = 1{,}5$ мм), или смещением фланца при установке в трехкулачковом патроне. Учитывая значительную величину смещения центрового отверстия, можно считать это смещение преобладающим и учитывать только его влияние.

На операции 4 должно учитываться кроме величины $\rho_{a1}=1{,}5$ мм также пространственное отклонение (эксцентриситет) фланца и шеек, полученное на операциях 3, т. е. смещение относительно базовых шеек (ρ_{a2}). Практически этот эксцентриситет максимально может достигать 0,3 мм.

Таким образом, на операции 4 при черновой обточке поверхности A суммарное значение пространственного отклонения будет равняться сумме смещений ρ_{a1} и ρ_{a2}.

Определяя суммарное смещение векторным сложением, получаем

$$\rho_a = \sqrt{\rho_{a1}^2+\rho_{a2}^2} = \sqrt{1{,}5^2+0{,}3^2} = 1{,}53 \text{ мм}.$$

По данным В. М. Кована, определяем величину $H_a=0{,}1$ мм, величину $T_a=0{,}3$ мм и значение величины $\varepsilon_b=0{,}25$ мм (смещение при установке в трехкулачковом патроне по обработанной поверхности).

Получим величину припуска (на диаметр) под черновую обточку поверхности A

$$2Z_{b\,\min} = 2\left[(H_a+T_a)+\sqrt{\rho_a^2+\varepsilon_b^2}\right] =$$

$$= 2\left[(0{,}1+0{,}3)+\sqrt{1{,}53^2+0{,}25^2}\right] = 3{,}9 \text{ мм}.$$

Аналогично рассчитывается припуск для вторичной (в техпроцессе № 9) обработки поверхности A (на размер $60C_3$).

На величине припуска на операции 9 скажется пространственное отклонение после операции 4: $\rho_{a1}=0{,}25$ мм. Операция 5 на припуске не скажется. На операции термообработки (операция 6) в результате коробления вала стрела прогиба может достигнуть 1,0 мм, т. е. $\rho_{a2}=1{,}0$ мм. Поэтому на операцию шлифовки шеек вал поступит с суммарным пространственным отклонением поверхности A, равным

$$\rho_{a3} = \sqrt{\rho_{a1}^2+\rho_{a2}^2} = \sqrt{0{,}25^2+1{,}0^2} \approx 1{,}0 \text{ мм}.$$

На операции шлифовки шеек (операция 7) возникает погрешность установки $\varepsilon_b=0{,}15$ мм, сохраняющая влияние на операции 9. Операция 8 влияния на припуск по наружному диаметру не оказывает.

Определяя величину припуска на операцию окончательной обработки поверхности A (на размер $60C_3$), устанавливаем значение величины H_a (высота микронеровностей) для поверхности, прошедшей черновую обточку.

Эта величина, по данным В. М. Кована, равна $H_a=0{,}05$ мм. Глубина дефектного слоя, полученная на операции термообработки, практически равна $T_a=0{,}18$ мм.

В соответствии с указанным величина припуска на операцию 9, т. е. на чистовую обточку поверхности A, равна

$$2Z_{b\,\min} = 2\left[(0{,}05+0{,}18)+\sqrt{1^2+0{,}15^2}\right] = 2{,}4 \text{ мм}.$$

Определяем исполнительные операционные размеры вала по поверхности A.

На операции 9 необходимо получить окончательный размер $Д_A=60C_3=60-0{,}060$ мм.

На операции 4 после черновой обточки диаметр вала по поверхности A должен быть равен

$$Д'_A = Д_A + 2Z_{b\,\min} + \delta_a = 60+2{,}4+0{,}40 = 62{,}4-0{,}40,$$

где $2Z_{b\min}=2{,}4$ мм — припуск на чистовую обточку;

$\delta_a=0{,}40$ мм — допуск на предшествовавшую черновую обточку (допуск принят по 5-му классу точности).

Припуск на диаметр заготовки по поверхности A под черновую обточку нами получен $2Z_{b\min}=3{,}9$ мм.

Допуск берем по 7-му классу точности $\delta_a = 0{,}74$.
Отсюда диаметр заготовки по поверхности A равен

$$Д_{заг} = Д'_A + 2Z_{b\,min} + \delta_a = 62{,}80 + 3{,}9 + 0{,}74 = 67{,}44 - 0{,}74.$$

В итоге имеем диаметр заготовки $Д_{заг} = 67{,}44 - 0{,}74$ мм; диаметр после черновой обточки $Д'_A = 62{,}80 - 0{,}40$ мм; диаметр после чистовой обточки $Д_A = 60 - 0{,}06$ мм.

Расчет режимов резания

Исходными данными для расчета режимов резания служат: а) рабочий чертеж и технические условия на изготовление изделия, в которых указываются материал изделия, размеры и допуски, точность, формы и чистота поверхности; б) вид заготовки; в) паспорт станка.

Для каждой операции или перехода элементы режима резания рассчитываются в такой последовательности: глубина резания и число проходов, подача, период стойкости инструмента, скорость резания, усилие резания и крутящий момент, необходимая мощность станка.

Глубина резания зависит от припуска на данную операцию (переход), вида режущего инструмента и жесткости системы СПИД.

Число проходов равно

$$i = \frac{Z}{t},$$

где Z — припуск на сторону, мм;
t — глубина резания, мм.

Подача (в мм) равна

$$s = \frac{q}{t},$$

где q — сечение стружки, мм^2.

В зависимости от характера обработки подача берется на один оборот изделия (мм/об), на 1 зуб (мм/зуб) или в минуту (мм/мин). Величина подачи выбирается по справочнику режимов резания с учетом требуемой чистоты поверхности.

При обработке одним инструментом на универсальных станках, когда смена инструмента непродолжительна, стойкость инструмента T в соответствии с нормативными данными принимается в 30—90 мин. При многоинструментальных наладках и вследствие этого большой продолжительности переналадки стойкость инструментов принимается такой, чтобы число переналадок не превышало 2—3 за смену. Увеличенный период стойкости назначается также для сложного в заточке и дорогостоящего инструмента (протяжки, долбяки, модульные фрезы и др.).

Скорость резания при выбранном периоде стойкости режущего инструмента равна

$$v_T = \frac{C_v}{t^{x_v} s^{y_v}},$$

где v_T — скорость резания при стойкости режущего инструмента T;

C_v — постоянная величина, зависящая от материала инструмента, обрабатываемого материала, вида обработки, характера обработки (черновая, чистовая), вида охлаждения и др.;

t — глубина резания, мм;

s — подача, мм/об;

x_v и y_v — показатели степени при глубине и подаче.

При другой стойкости T_1

$$v_{T_1} = v_T \left(\frac{T}{T_1}\right)^m,$$

где m — показатель степени, зависящий от материала инструмента и изделия, типа инструмента и условий работы (при точении $m = 0{,}1 \div 0{,}3$).

Скорость резания v при заданных диаметре детали d (в мм) и частоте вращения n равна

$$v = \frac{\pi d n}{100} \text{ м/мин.}$$

Отсюда

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi d}.$$

Определенные расчетом или по справочнику режимы резания сравниваются с данными станка по глубине резания и числам оборотов. После этого частота вращения корректируется по ближайшим оборотам шпинделя станка.

Усилие резания P_z определяется расчетом или берется по таблицам режимов резания.

Вертикальная составляющая усилия резания равна

$$P_z = C_p t^{x_{pz}} s^{y_{pz}} \text{ кгс (Н).}$$

Крутящий момент на шпинделе равен

$$M_{кр} = P_z \frac{d}{2} \text{ кгс·мм (Н·м),}$$

где d — диаметр обрабатываемой детали, мм.

Эффективная мощность на резце равна

$$N_e = \frac{P_z v}{60 \cdot 75 \cdot 1{,}36} \text{ кВт,}$$

где P_z — вертикальное усилие резания на наиболее нагруженном переходе.

Необходимая мощность на приводе станка равна

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{е}}}{\eta} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102 \eta},$$

где η — коэффициент полезного действия.

Коэффициент использования станка по мощности равен

$$\eta_{\text{м}} = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{ст}}},$$

где $N_{\text{ст}}$ — мощность электродвигателя станка.

Параметры режимов резания следует выбирать по справочникам в зависимости от видов обработок: точение, фрезерование, сверление и т. п.

При расчете режимов резания соответствующие показатели степени при t и S берутся по нормативам резания ЦБПНТ (Центральное бюро промышленных нормативов по труду при НИИ труда).

Определение штучного времени

Технически обоснованной нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в условиях, наиболее благоприятных для данного производства. Это время может быть определено: а) техническим расчетом по нормативам; б) изучением затрат рабочего времени наблюдением; в) расчетом по укрупненным типовым нормам.

Норма штучного времени определяется по формуле

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} + t_{\text{т}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{отд}},$$

где $t_{\text{о}}$ — основное (технологическое или машинное) время;
$t_{\text{в}}$ — вспомогательное время;
$t_{\text{т}}$ — время технического обслуживания;
$t_{\text{орг}}$ — время организационного обслуживания;
$t_{\text{отд}}$ — время перерывов на отдых и личные надобности.

Основное время при механической обработке представляет то время, которое затрачивается на изменение формы, размеров или качества поверхности обрабатываемой детали.

При станочной обработке основное время определяется для каждого перехода

$$t_{\text{о}} = \frac{Li}{S_{\text{м}}},$$

где L — расчетная длина обработки (в мм), включающая основную длину обработки и длину пути врезания и выхода режущего инструмента;
i — число проходов;
$S_{\text{м}}$ — минутная подача.

При слесарной обработке и сборке $t_о$ определяется по соответствующим нормативам времени.

Вспомогательное время включает время на установку, закрепление и снятие обрабатываемой детали или собираемого узла, на измерение детали, на управление оборудованием и т. д. Величина вспомогательного времени определяется путем суммирования элементов времени на выполнение перечисленных действий или принимается укрупненно из справочников по нормированию в зависимости от типа станка, веса и типа детали и числа проходов.

Время технического обслуживания, затрачиваемое на смену и заправку инструмента, на подналадку оборудования и регулировку инструмента, а также время организационного обслуживания, затрачиваемое на подготовку рабочего места к работе, на уборку станка после работы, смазку и чистку его и другие аналогичные работы, берется из справочников по нормированию. Время технического обслуживания находится в процентах от основного времени $t_о$. Время организационного обслуживания определяется в процентах от оперативного времени ($t_{оп}=t_о+t_в$) в пределах 0,6—7,1% для станочных и 2—8% для слесарно-сборочных работ.

Время перерывов берется по нормативам в процентах от оперативного времени. При обработке деталей партиями определяется подготовительно-заключительное время $t_{п\text{-}з}$ на партию деталей, затрачиваемое рабочим на ознакомление с чертежом, на наладку станка, приспособлений, инструментов, на сдачу приспособлений и инструментов, а также на сдачу выполненной работы.

Общая норма времени на обработку всей партии деталей из n штук равна

$$t_{парт}=t_{п\text{-}з}+t_{шт}n.$$

Это время, отнесенное к одной детали, называется штучно-калькуляционным.

Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса

Для выбора оптимального варианта технологического процесса изготовления деталей необходимо произвести технико-экономическую оценку каждого из рассматриваемых вариантов.

Основными технико-экономическими показателями (на данной стадии проектирования) являются:

1) полная себестоимость изготовления детали;
2) норма штучного и штучно-калькуляционного времени;
3) основное (технологическое) время;
4) коэффициент использования станка по основному (технологическому) времени;
5) коэффициент загрузки оборудования по времени;
6) коэффициент, характеризующий степень автоматизации производства.

Для оценки технико-экономической эффективности технологических процессов используются и другие показатели, например

выпуск продукции на одного производственного рабочего или на единицу оборудования.

Результаты расчетов основных технико-экономических показателей при различных вариантах технологического процесса анализируются и сравниваются. Выбирается вариант, который удовлетворяя техническим требованиям к готовому изделию, является в то же время наиболее экономичным.

Некоторые нормативные данные, связанные с расчетом экономичности технологических процессов изготовления и ремонта изделий, приведены в приложениях 5—20.

§ 9. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

Технологическая часть дипломного проекта может включать разработку технологического процесса общей сборки изделия или одного из его узлов. Разработке технологического процесса сборки предшествует изучение конструкции машины и ее узлов, конструктивных и технологических связей, технических условий, установление методов и средств достижения требуемой точности на основе размерного анализа машины.

Необходимо рассмотреть и оценить технологичность конструкции в связи со сборкой, особенно с точки зрения возможности проведения параллельной и независимой сборки, контроля и испытания узлов, возможности обеспечения сборки без пригонок, взаимозаменяемости деталей и узлов. Технологичность конструкции в связи со сборкой требует обеспечения простоты сборки, доступности мест монтажа и возможности высокопроизводительных методов сборки.

Технологический процесс сборки, методы и средства сборки зависят от вида производства. Для единичного производства характерна сборка по принципу максимальной концентрации операций без специальной оснастки. Сборка ведется слесарями высокой квалификации.

Для единичного и мелкосерийного производства присуща стационарная сборка, когда все сборочные операции выполняются на постоянном рабочем месте, к которому подаются все детали машины.

По мере увеличения программы выпуска процесс сборки все более расчленяется, и при серийном производстве сборка машин ведется уже по принципу дифференцирования: из общей сборки выделяется сборка узлов. Сложные операции делятся на более простые, находят все большее применение специальная оснастка и средства механизации. В серийном производстве сборка по принципу дифференцирования операций расчленяется на узловую и общую, причем узловая сборка производится параллельно на отдельных рабочих местах.

Для крупносерийного и массового производства характерна подвижная сборка с перемещением собираемой машины от одного рабочего места к другому. В тех случаях, когда подвижная сборка

осуществляется с определенным тактом с периодическим или непрерывным принудительным движением, она называется поточной.

Исходными данными для разработки технологического процесса сборки являются:

1) сборочные чертежи узлов и общие виды машины;
2) спецификации деталей, входящих в узлы;
3) технические условия на приемку машины;
4) размер программного задания;
5) срок выполнения задания.

При наличии образца собираемого изделия или узла составление технологических схем сборки значительно упрощается и последовательность сборки может быть проверена в процессе пробной разборки и сборки образца.

Схемы сборки машин составляются в соответствии с классификацией составных частей изделий, принятой ГОСТ 5290—60. Составными частями изделия являются детали, узлы и группы.

Разработка технологического процесса сборки производится в указанной ниже последовательности:

1) выбирается метод и организационная форма сборки;
2) определяется последовательность операций сборки и разрабатываются схемы сборки узлов и узловой сборки машины;
3) разрабатывается операционная технология на сборку узлов и узловую сборку машины, производится нормирование операций сборки и распределение сборочных работ для каждого рабочего места в соответствии с темпом выпуска;
4) разрабатываются технические условия на сборку узлов и общую сборку, производится выделение контрольных и испытательных станций;
5) разрабатываются карты технического контроля сборки;
6) разрабатывается циклограмма сборки.

Для единичного и мелкосерийного производства разрабатывают укрупненный маршрутный технологический процесс сборки или к сборочному чертежу прилагается только схема сборки. Для серийного и массового производства разрабатывают подробный операционный технологический процесс с расчленением операций на переходы и приемы и составляют схему и циклограмму сборки.

Выбор методов и организационных форм сборки

Для получения необходимой точности сопряжения деталей при сборке применяются следующие основные методы обеспечения требуемой точности замыкающего звена:

1) метод полной взаимозаменяемости;
2) метод неполной (частичной) взаимозаменяемости;
3) метод групповой взаимозаменяемости;
4) метод пригонки;
5) метод регулировки.

Метод полной взаимозаменяемости позволяет необходимую точность замыкающего звена получать без какой-либо

пригонки или изменения размеров составляющих звеньев. Допуск замыкающего звена δ_Δ плоской размерной цепи с параллельно расположенными звеньями равен сумме абсолютных значений величин допусков δ_i составляющих звеньев

$$\delta_\Delta = \sum_{i=1}^{m-1} |\delta_i|.$$

Этот метод применяется при ремонте изделия путем замены взаимозаменяемых деталей, узлов и агрегатов и обеспечивает простоту и удобство сборки. Метод полной взаимозаменяемости позволяет использовать рабочих невысокой квалификации, облегчает нормирование операций ремонта и создает условия для кооперирования производства.

Однако при многозвенных размерных цепях этот метод обеспечения точности замыкающего звена требует высокой точности изготовления деталей (высокой точности составляющих звеньев).

Метод неполной (частичной) взаимозаменяемости позволяет, по сравнению с методом полной взаимозаменяемости, устанавливать бо́льшие по величине допуски на все составляющие звенья размерной цепи, однако при этом возникает риск получения некоторого, относительно небольшого, процента размерных цепей, у которых допуск замыкающего звена выйдет за пределы установленной величины. Преимущество этого метода возрастает при увеличении точности замыкающего звена и количества звеньев размерной цепи.

Расчет величин допусков составляющих звеньев основан на правиле теории вероятностей о квадратичном сложении средних квадратических отклонений независимых случайных величин.

Применяя известную методику расчета величин допусков при использовании метода неполной взаимозаменяемости, получаем приближенное соотношение допуска замыкающего звена и допусков составляющих звеньев:

$$\frac{\delta_\Delta^2}{t_\Delta^2} = \sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i' \delta_i^2,$$

где δ_Δ — допуск замыкающего звена;

t_Δ — коэффициент риска $\left(t_\Delta = \frac{x}{\delta}\right)$, характеризующий процент выхода значений замыкающего звена за пределы установленного для него допуска δ_Δ;

δ_i — допуск составляющего i-го звена;

λ_i' — коэффициент, характеризующий выбираемый теоретический закон рассеяния i-го составляющего звена

$$\lambda_i' = \frac{1}{t_i^2};$$

m — число звеньев размерной цепи.

Исходя из указанного и полагая, что

$$\delta_i = \delta_{ср} \text{ и } \lambda_i' = \lambda_{ср}',$$

определяем среднюю величину допуска на составляющие звенья

$$\delta_{ср} = \frac{\delta_\Delta}{t_\Delta \sqrt{\lambda_{ср}' (m-1)}}.$$

Зная значения величин δ_Δ и m и задаваясь величиной риска $P = 100\,[1 - \Phi(X)]$ (значения интеграла $\Phi(X) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2}t^2}\,dt$ приводятся в курсе теории вероятностей), определяют коэффициент риска t_Δ. Коэффициент риска может быть определен по кривой зависимости величины t от выбранного процента риска или из приведенных ниже числовых значений:

Процент риска P	Отношение $t = \frac{x}{\sigma}$	Процент риска P	Отношение $t = \frac{x}{\sigma}$
32,0	1,00	0,27	3,00
10,0	1,65	0,10	3,29
4,5	2,00	0,01	3,89
1,0	2,57		

Для расчета $\delta_{ср}$ можно приближенно принять следующие значения λ_i':

$^1/_9$ — для закона рассеяния, близкого к закону Гаусса;

$^1/_6$ — для закона рассеяния, близкого к треугольнику (закон Симпсона);

$^1/_3$ — для закона равной вероятности или когда о законе рассеяния нет определенных предположений.

Метод групповой взаимозаменяемости, или метод подбора, находит применение при ремонте машин и приборов в тех случаях, когда необходима высокая точность сборки. При этом методе детали, размеры которых входят в размерную цепь, сортируются по размерам на несколько групп. Сборка деталей из соответствующих групп позволяет обеспечить требуемую точность замыкающего звена. Например, метод подбора деталей с успехом применяется при ремонте компрессионного агрегата домашних холодильников, а также при ремонте оборудования предприятий службы быта.

Сборку технологического оборудования на ремонтных предприятиях службы быта осуществляют из деталей трех различных групп:

частично изношенных или деформированных, но способных прослужить межремонтный период;

отремонтированных — с восстановленными и ремонтными размерами;

новых, полученных ремонтными предприятиями в качестве запасных частей.

Отклонения размерных параметров у деталей первой группы вследствие износа и деформации всегда больше, чем у новых. Достигнуть на ремонтных предприятиях полного восстановления деталей второй группы не представляется возможным, так как их установочные базовые поверхности в процессе эксплуатации значительно износились или деформировались. Следовательно, такие детали даже после ремонта поступают на сборку с большими погрешностями. Эти изменения допусков нарушают размерную цепь, в результате чего ряд расположенных по замкнутому контуру размеров оказывается неувязанным и механизм работает с ускоренным износом. Поэтому сборка технологического оборудования при ремонте является процессом более сложным и трудоемким, чем при изготовлении.

Во время сборки узлов оборудования детали предварительно комплектуют, т. е. детали данного узла подбирают по однородности их размеров и по сопряжению. При сборке оборудования полная взаимозаменяемость сохраняется в основном для деталей с номинальными размерами. Для деталей ремонтных размеров взаимозаменяемость сохраняется только в пределах данного ремонтного размера. Детали же с допустимым износом большинства сопряжений утрачивают взаимозаменяемость, так как не обеспечивают допускаемых техническими условиями посадок сопряжений. При подборе ориентируются на базовые отремонтированные детали, например по восстановленному зеву рычага-вилки швейной машины 22А кл. ПМЗ подбирают ролик, по эксцентрику машины — манжетку, по шпуледержателю — корпус шпульного колпачка и т. д.

На ремонтных предприятиях применяют методы группового и попарного подбора деталей. Величину допустимого износа можно рассматривать как расширение допуска на изготовление деталей. В этом случае, казалось бы, целесообразно подбирать эти детали селективным методом. Однако для большинства сопряжений рекомендовать этот метод не приходится, так как в этом случае необходимо иметь большое количество деталей одинаковой размерности, не говоря уже о том, что трудоемкость работы при этом резко возрастает.

Для обеспечения точности сборки ремонтируемого оборудования требуется определить замыкающее звено размерной цепи для каждого определенного сочетания измененных размеров деталей и их допусков.

Метод пригонки заключается в том, что необходимая точность замыкающего звена достигается в результате изменения размера определенного звена размерной цепи путем снятия с него слоя металла. В качестве такого звена обычно выбираются прокладочные кольца и другие детали, позволяющие наиболее удобно и экономично изменять их размер. Эти детали называются компенсаторами. В качестве компенсаторов не следует выбирать звенья, принадлежащие одновременно нескольким параллельно связанным размерным цепям, так как изменение размера данного

звена скажется на точности других взаимосвязанных размерных цепей.

При этом методе на составляющие звенья размерной цепи устанавливаются экономично достижимые в данных производственных условиях допуски, но допуск замыкающего звена окажется несколько расширенным. Пригоночные работы включают следующие операции:

1) определение погрешностей расстояний и относительных поворотов, которые нужно компенсировать изменением размера компенсирующего звена, т. е. определение величины компенсации;

2) снятие слоя металла с компенсирующего звена.

Для выполнения пригоночных работ требуются рабочие достаточно высокой квалификации. В целях сокращения времени на пригонку необходима возможно большая механизация пригоночных работ с применением специальных приспособлений и контрольно-измерительных инструментов.

Метод регулировки аналогичен методу пригонки, но точность замыкающего звена обеспечивается изменением размера одного определенного звена (неподвижного или подвижного компенсатора) без снятия с него стружки.

Величина компенсации определяется по формуле

$$\delta_к = \sum_{i=1}^{m-1} \delta_i - \delta_\Delta,$$

где $\delta_i = \delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_{m-1}$ — величины допусков составляющих звеньев;

δ_Δ — допуск замыкающего звена;

m — число звеньев размерной цепи, включая замыкающее звено.

Необходимое изменение размера компенсирующего звена производится изменением положения одной из деталей на величину излишней погрешности замыкающего звена или введением в размерную цепь специальной детали (например, прокладки или набора прокладок). В качестве регулируемых компенсаторов применяются регулируемые опоры, детали в виде клина, резьбовые пары и др.

Для любого изделия могут быть применены все методы сборки, но для каждого конкретного случая следует выбрать, на основе анализа размерных цепей и условий производства, оптимальный метод, отвечающий технико-экономическим требованиям к сборке.

В зависимости от вида производства и особенностей изделий применяются следующие организационные формы сборки:

1) поточная, организуемая в цехах серийного и массового производства на основе технологического процесса сборка с дифференциацией операций и широким использованием средств механизации и автоматизации;

2) непоточная, организуемая в цехах единичного и мелкосерийного производства.

Как поточная, так и непоточная сборка может быть стационарной или подвижной. Стационарная сборка производится без перемещения изделия, на одном рабочем месте. При стационарной сборке изделие собирается от начала до конца одним рабочим (или бригадой сборщиков) или несколькими сборщиками (или бригадами сборщиков), каждый из которых выполняет только одну определенную операцию. В последнем случае рабочий (или бригада) переходит от одного рабочего места к другому, выполняя на каждом рабочем месте одну и ту же операцию.

Поточная сборка при неподвижном изделии производится на расположенных в линию неподвижных стендах. Такой вид сборки особенно целесообразен для тяжелых машин, перемещение которых затруднительно.

Подвижная сборка производится с перемещением собираемого изделия следующими способами:

1) от одного рабочего места к другому вручную (по верстаку, по рольгангу, на тележках);

2) от одного рабочего места к другому посредством механических транспортирующих устройств (межоперационное перемещение);

3) на конвейере с периодическим перемещением; сборка производится в периоды остановки конвейера;

4) на непрерывно движущемся конвейере; скорость конвейера должна давать возможность проведения операций на каждом рабочем месте.

Принятые методы и организационная форма сборки определяют характер оборудования для проведения сборочных операций и особенно транспортного оборудования для поточной сборки.

Определение последовательности операций сборки и разработка схемы сборки узлов и общей сборки машины

При определении последовательности операций сборки следует учитывать следующее: а) общую сборку машины следует начинать с установки на сборочном стенде или конвейере основной базирующей детали; б) предшествующие операции сборки не должны затруднять проведения последующих операций; в) в первую очередь следует монтировать сборочные единицы и детали, выполняющие наиболее ответственные функции в работе машины; г) при наличии параллельно связанных размерных цепей в машине сборку следует начинать с установки тех сборочных единиц и деталей, размеры или относительные повороты поверхностей которых являются общими звеньями и принадлежат большому количеству размерных цепей; д) при поточно-массовой сборке время на выполнение каждой операции должно быть равно или кратно темпу сборки; е) после операций, связанных с возможностью получения брака, и после операций сборки методом регулировки необходимо проводить обязательный контроль сборки.

Составление схемы сборки машины и ее частей производится на основе изучения конструкции машины, рассмотрения конструк-

тивных и технологических связей между ее частями и расчленения машины на составные сборочные единицы.

Составлению технологического процесса сборки машины или прибора должен предшествовать размерный анализ конструкции. Размерный анализ позволяет установить взаимосвязь между сборочными единицами и деталями машины и определить методы достижения требуемой точности по каждой размерной цепи. При размерном анализе проверяется правильность указанных в чертежах размеров и допусков и в случае необходимости вносятся необходимые поправки.

Проведение размерного анализа позволяет определить последовательность сборки узлов и машины в целом.

Ниже (рис. 17) показана развертка механизмов швейной машины и схема ее размерных цепей. Каждая из размерных цепей машины обеспечивает определенное значение величины замыкающих звеньев и взаимное положение деталей.

Индекс размерной цепи	Параметры, точность которых обеспечивается размерной цепью
А	Величина зазора между носиком челнока и образующей иглы
Б	Соосность лезвия иглы и отверстия в игольной пластине
В	Правильность положения гребенки двигателя ткани относительно пазов игольной пластины
Г	Величина зазора между торцом камня соединительной втулки двигателя ткани и дном паза корпуса регулятора строчки
Д	Совпадение оси симметрии вилки качающегося вала и камня кривошипа
Е	Величина зазора между торцом дышла и приливом качающегося вала
Ж	Совпадение осей симметрии зева соединительной вилки двигателя ткани и рабочей поверхности эксцентрика

Размерные цепи выражают связи деталей и сборочных единиц, непосредственно определяющих точность указанных выше параметров.

Анализ размерной цепи включает проверку правильности простановки номиналов размеров составляющих звеньев и величин допусков на эти размеры, суммирование номиналов, полей допусков и координат середин полей допусков всех звеньев, составляющих размерную цепь, и правильности установленного чертежом номинально размера и допуска замыкающего звена.

При определении допуска замыкающего звена при сборке партии изделий необходимо учитывать, что поле рассеяния размеров замыкающего звена связано с полями рассеяния размеров всех составляющих звеньев. Схема характеристик явления рассеяния размеров для партии изделий показана на рис. 18.

Основными характеристиками явления рассеяния партии изделий являются: а) величина поля рассеяния ω; б) положение

поля рассеяния ω относительно номинальной величины $A_{ном}$, определяемое координатой Δ_ω середины поля рассеяния; в) величина среднего значения (координата центра группирования) $M(x)$ отклонений от номинальной величины; г) параметры, характеризующие практическую кривую рассеяния: среднеквадратическое отклонение σ и коэффициент относительной асимметрии α, служащий для характеристики асимметричности рассеяния отклонений и смещения центра их группирования относительно координаты середины поля рассеяния

$$\alpha = \frac{M_x - \Delta_\omega}{\frac{\omega}{2}}.$$

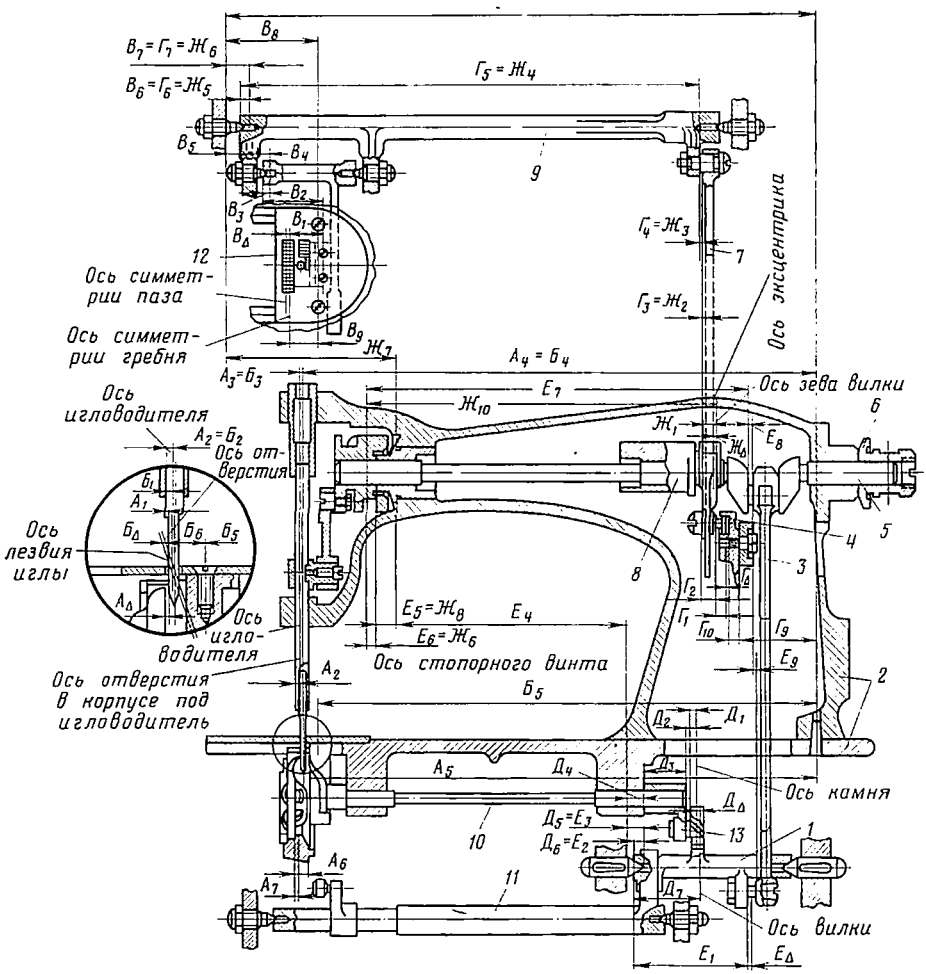


Рис. 17. Развертка механизмов швейной машины и схема ее размерных цепей

Величина замыкающего звена A_Δ является функцией нескольких независимых переменных величин, представляющих составляющие звенья, т. е. $A_\Delta = f(A_1; A_2; \ldots; A_{m-1})$

Поле рассеяния замыкающего звена определяется по формуле

$$\omega_\Delta = \sum_{i=1}^{m-1} \left| \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_i} \right| \omega_i,$$

где A_i — составляющее i-е звено;

ω — поле рассеяния i-го составляющего звена;

m — общее количество звеньев в размерной цепи;

$\frac{\partial A_\Delta}{\partial A_i} = \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_1}, \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_2}, \ldots, \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_{m-1}}$ — численные выражения частных производных, показывающие влияние величины поля рассеяния каждого из составляющих звеньев на величину поля рассеяния замыкающего звена.

Для плоских размерных цепей с параллельно расположенными звеньями величина каждой из частных производных равна единице и формула получает вид

$$\omega_\Delta = \omega_1 + \omega_2 + \ldots + \omega_{m-1} = \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i,$$

т. е. при изготовлении партии деталей или сборке партии изделий поле рассеяния замыкающего звена плоской размерной цепи с параллельно расположенными звеньями равно сумме абсолютных значений величин полей рассеяния всех составляющих звеньев.

Так как координаты середин полей рассеяния составляющих звеньев имеют не только величину, но и знак, то координата середины поля рассеяния Δ_{ω_Δ} замыкающего звена плоской размерной цепи с параллельными звеньями равна алгебраической сумме координат середины полей рассеивания всех составляющих звеньев

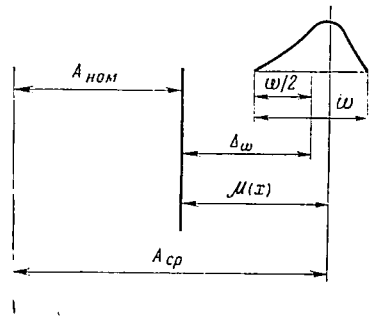


Рис. 18. Схема характеристик явления рассеяния размеров для партии изделий

$$\Delta_{\omega_\Delta} = \sum_{i=1}^{n} \vec{\Delta}_{\omega_i} - \sum_{i=n+1}^{m-1} \overleftarrow{\Delta}_{\omega_i},$$

где Δ_{ω_i} — координата середины поля рассеяния i-го звена;

n — количество увеличивающих звеньев;

m — общее количество звеньев размерной цепи.

Таблица 8

Последовательность сборки швейной машины (см. рис. 17)

Этап сборки	Звенья размерных цепей, устанавливаемые в результате завершения этапа сборки	Обоснование последовательности сборки
Соединение рукава с платформой в комплект *2* (сборка корпуса машины)	B_8, $Г_8$, $Г_9$, $Д_4$, $Е_4$, $Ж_7$	Очевидно без особых обоснований
Установка корпуса в приспособление (платформой вниз) для удобства монтажа вала рукава	—	—
Монтаж вала рукава *5* и флансированной втулки *6*	$E_5=Ж_8$, $E_6=Ж_9$, E_7, $Ж_{10}$	Наиболее ответственный узел, сообщающий движение всем механизмам машины
Установка регулятора строчки *4*	$Г_{10}$	Более поздняя установка будет затруднена
Монтаж дышла *3*	E_8, E_9	То же
Поворот корпуса машины платформой вверх	—	Создается возможность монтажа валов в платформу
Установка вала *9* двигателя ткани и рычага	B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, $Г_5=Ж_4$, $B_6=Ж_5$, $B_7=Г_7=Ж_6$	Среди других валов платформы этот вал должен быть поставлен первым, так как в противном случае его установка будет затруднена
Присоединение соединительной вилки *7* двигателя ткани	$Г_1$, $Г_2$, $Г_3=Ж_2$ $Г_4=Ж_3$, $Г_Δ$, $Ж_1$, $Ж_Δ$	Замыкаются размерные цепи $Г$ и $Ж$
Регулирование положения вала *9* двигателя ткани в центрах	—	Обеспечивается требуемая величина зазора $Г_Δ$
Установка челночного вала *10* и кривошипа *13*	$Д_1$, $Д_2$, $Д_3$	Создается возможность постановки качающегося вала и вала подъема двигателя ткани *11*
Установка качающегося вала *1*	E_1, $Д_5=E_3$, $Д_6=E_2$, $Д_7$, $Д_Δ$	Создается возможность замыкания размерных цепей $Д$ и E
Регулирование положения качающегося вала в центрах и присоединение к нему дышла	$E_Δ$	Обеспечивается передача движения с главного вала на качающийся и челночный валы
Поворот корпуса машины платформой вниз	—	Создается возможность регулировки положения эксцентрика *8* и постановки игольной пластины *12*
Регулирование осевого положения эксцентрика главного вала *8*	—	Обеспечивается привод вала двигателя ткани *9* и требуемая точность звена $Ж_Δ$
Установка игольной пластины *12*	B_9, $B_Δ$	Завершается сборка по размерной линии B

Продолжение табл. 8

Этап сборки	Звенья размерных цепей, устанавливаемые в результате завершения этапа сборки	Обоснование последовательности сборки
Поворот корпуса платформой вверх	—	Создается удобство регулировки положения рычага двигателя ткани
Регулирование осевого положения рычага двигателя ткани в центрах	—	Обеспечивается требуемая величина B_Δ

Величина отклонения среднего значения замыкающего звена размерной цепи от номинала равна

$$M(x)=\Delta_{\omega_\Delta}+\alpha_\Delta\frac{\omega_\Delta}{2}=\sum_{i=1}^{n}\left(\vec{\Delta}_{\omega_i}+\alpha_1\frac{\vec{\omega_i}}{2}\right)-\sum_{n+1}^{m-1}\left(\overleftarrow{\Delta}_{\omega_i}+\alpha_i\frac{\overleftarrow{\omega_i}}{2}\right).$$

Если кривые рассеяния у всех составляющих звеньев являются симметричными, т. е. $\alpha=0$, то

$$M(x)=\Delta_{\omega_\Delta}=\sum_{i=1}^{n}\vec{\Delta}_{\omega_i}-\sum_{n+1}^{m-1}\overleftarrow{\Delta}_{\omega_i}.$$

Анализ размерных цепей позволяет определить, какой из методов достижения требуемой точности замыкающего звена заложен в конструкции машины для каждой размерной цепи и приемлем ли этот метод для данного масштаба выпуска собираемых изделий. В противном случае необходимо проанализировать возможность частичных конструктивных изменений, способствующих применению оптимальных методов достижения требуемой точности.

После проведения размерного анализа дипломант разрабатывает последовательность сборки узлов и машины в целом. Например, для сборки звеньев швейной машины, связанных размерными цепями *В*, *Г*, *Д*, *Е* и *Ж*, целесообразно установить последовательность, указанную в табл. 8.

Схема сборки машины представляет графически оформленный план, на котором показан состав и порядок комплектования и сборки изделия (рис. 19).

На схеме сборки все составляющие части изделия изображаются прямоугольниками, расположенными в последовательности проведения сборки. Построение схемы сборки начинают с базовой детали или с базового узла, к которым присоединяются другие детали или узлы.

Схема сборки дает возможность видеть наименование и номера комплектующих деталей, последовательность сборки из этих деталей узла, подгруппы или группы, а также количество деталей в изделии. Она является одним из основных документов, фиксирующих технологический процесс, и необходима для научной организации сборочных работ.

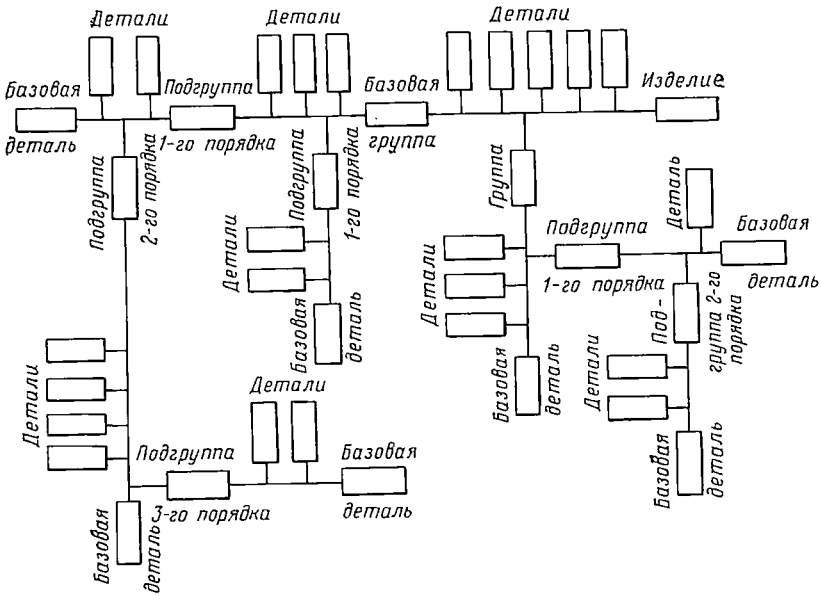


Рис. 19. Схема сборки изделия

Построение схемы технологического процесса сборки оборудования целесообразно осуществлять поэтапно в такой последовательности:

построение схемы сборочных групп;

построение развернутой схемы сборки каждой сборочной группы;

построение развернутой схемы сборки изделия.

Элементы изделия обозначают на схеме сборки прямоугольником, разделенным на три части. В верхней части указывают наименование детали (рис. 20) по каталогу или сборочной группы, в левой нижней части — индекс, номер детали по каталогу или номер сборочной группы (подгруппы) по порядку включения в сборку; в правой нижней части — количество деталей (групп, подгрупп), включаемых в сборку при выполнении данной операции. Такие изделия, как подшипники, сальники и т. п., являются продукцией смежных предприятий. Их поставляют в собранном виде и изображают на схемах как сборочные единицы без расчленения на отдельные детали. Контрольные операции условно обозначают на

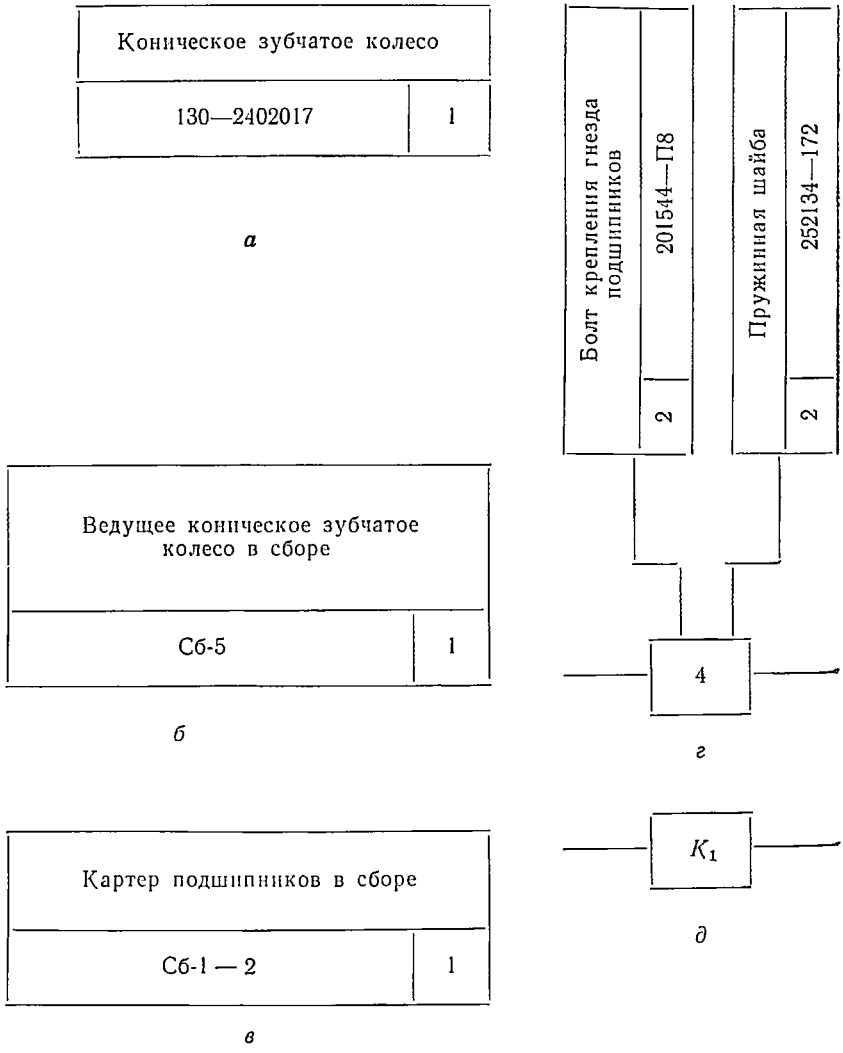


Рис. 20. Условные обозначения на схеме сборки: *а* — деталь; *б* — сборочная группа; *в* — сборочная подгруппа 1-го порядка, 2-го, по последовательности включения в сборку; *г* — одновременное включение в сборку двух деталей; *в* — контрольная операция

схеме буквой K и соответствующим индексом, обозначающим порядковый номер контрольной операции.

Схема сборочных групп представляет собой условное изображение последовательности включения сборочных групп в сборку без подгрупп и деталей, без дополнительных указаний на выполнение операций (рис. 21). Схему начинают с условного изображения базисной группы или детали и составляют в направлении

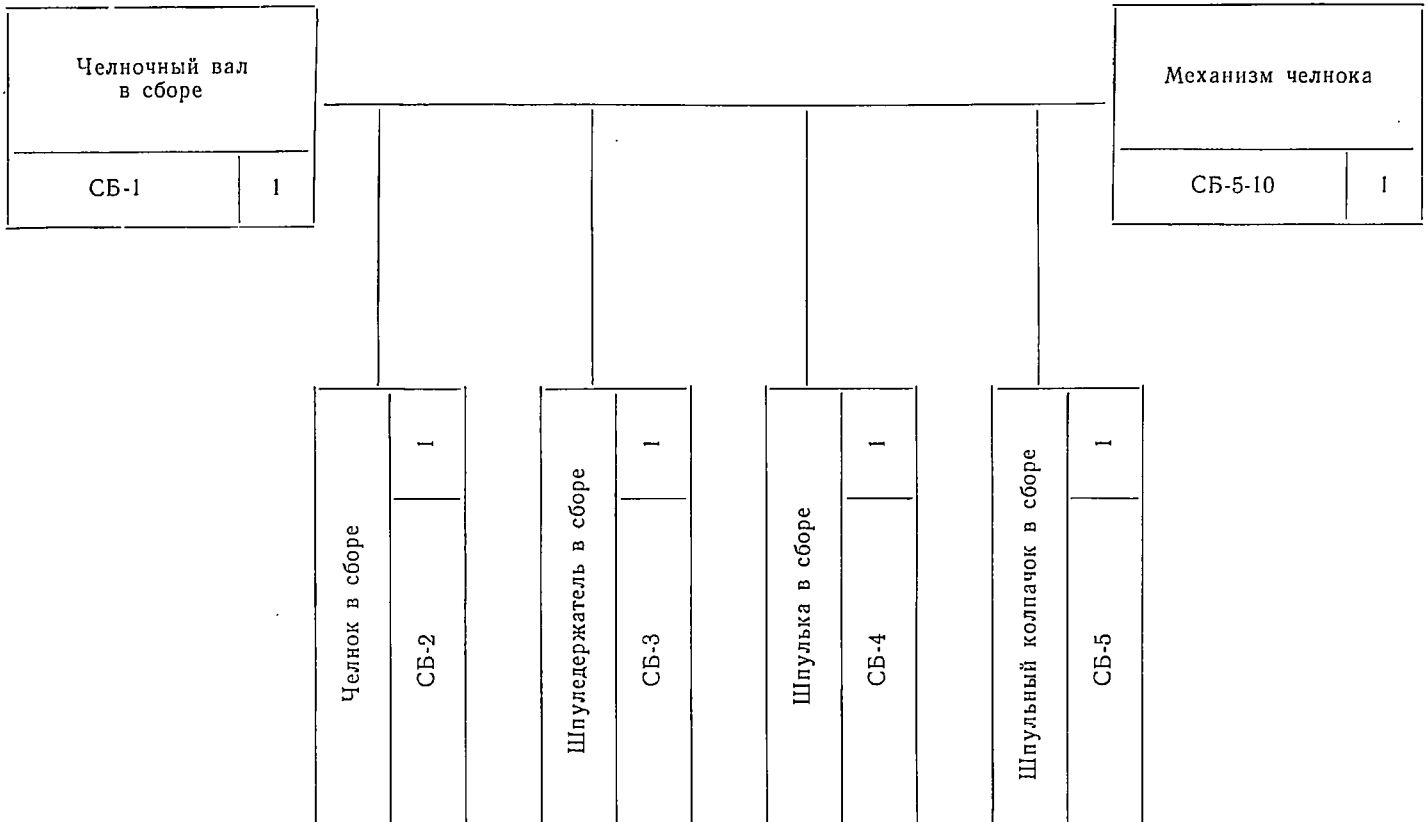


Рис. 21. Схема сборочной группы механизма челнока (обозначение номера группы принято условно)

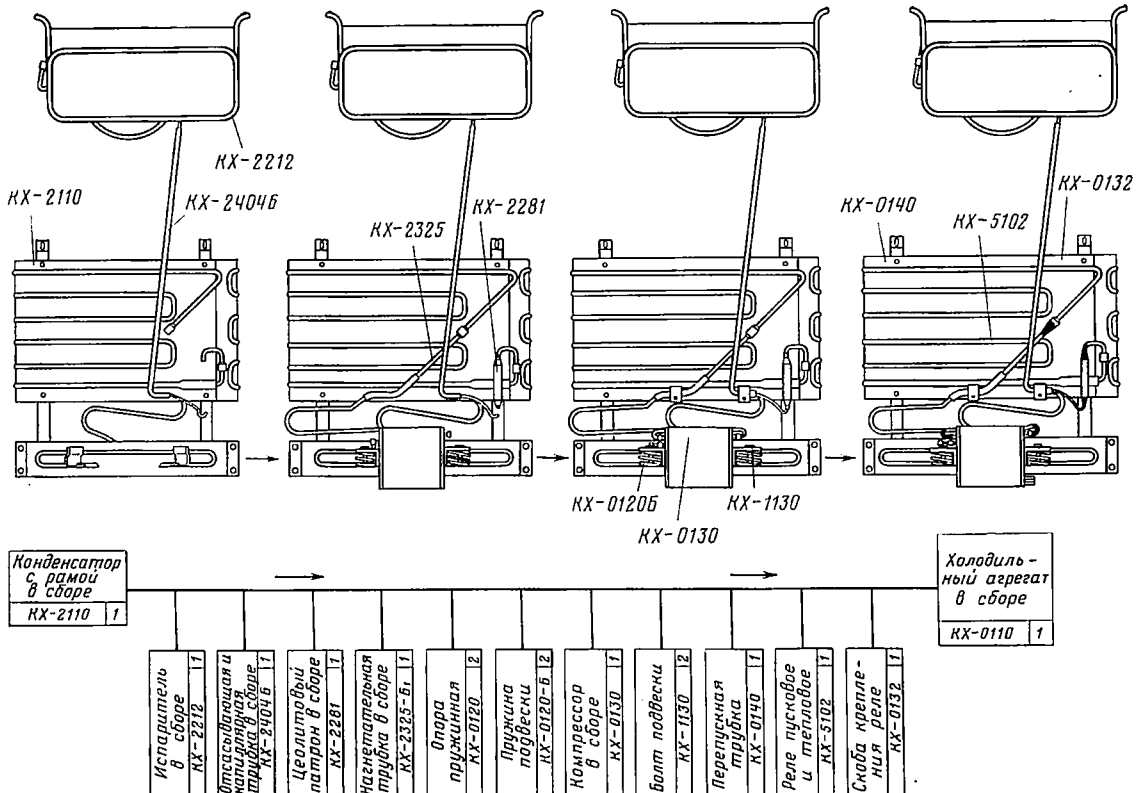


Рис. 22. Схема сборки холодильного агрегата холодильника ЗИЛ

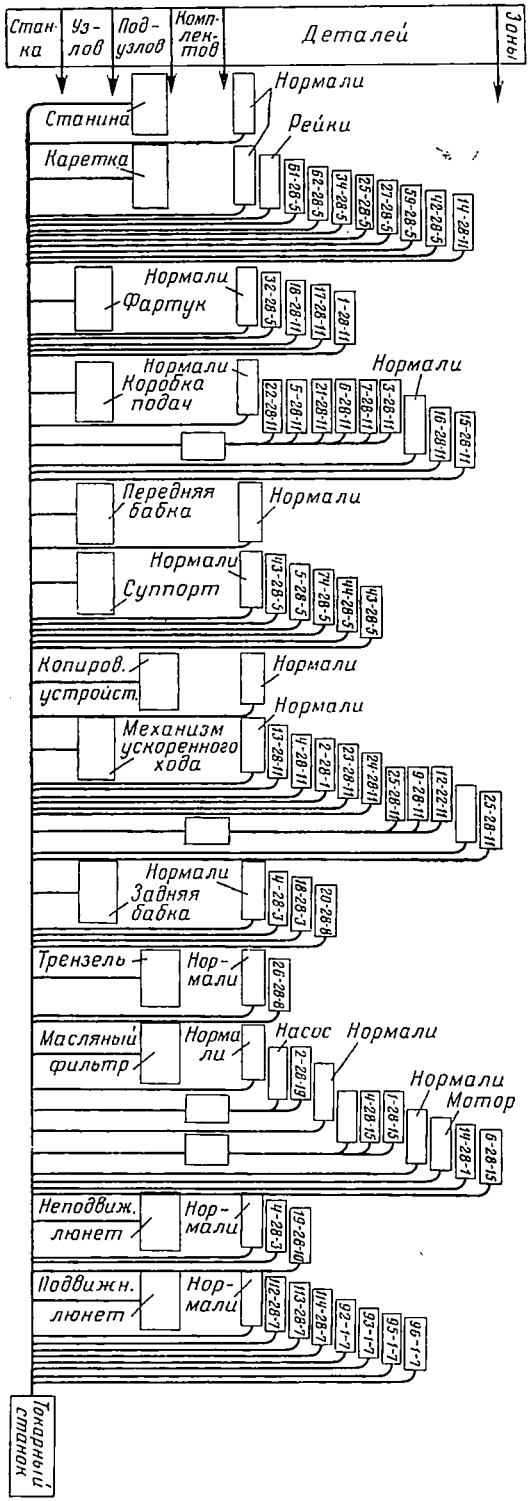


Рис. 23. Схема общей сборки токарного станка

слева направо. Сборочные группы располагают снизу в порядке их включения в общую сборку изделия.

Развернутую схему технологического процесса сборки каждой сборочной группы в отдельности строят на основе изучения конструкции и назначения отдельных узлов, технических условий на их сборку и выявления сборочных подгрупп. Схему технологического процесса сборки начинают составлять с условного изображения базисной детали или подгруппы и последовательного включения в сборку деталей и сборочных подгрупп в направлении сборки слева направо. При построении схемы условные обозначения отдельных деталей следует располагать слева, сборочные группы — справа по направлению сборки. Это облегчает чтение схемы и четко выделяет сборочные группы, сборку которых можно организовать независимо от общей сборки изделия. На схемах сборки показывают лишь те контрольные операции, которые предусмотрены техническими условиями. Текущий контроль, выполняемый самим исполнителем, на схемах не показывают.

На рис. 22 представлена схема сборки холодильного агрегата домашнего холодильника ЗИЛ, иллюстрированная эскизами собираемых подузлов.

Для сложных машин составляется: а) общая (укрупненная) схема сборки, где указываются лишь группы и детали, входящие в общую сборку (рис. 23); б) узловые и подузловые (подробные) схемы сборки.

Разработка операционной технологии на сборку узлов и общую сборку машины

Операционная технология на сборку узлов и общую сборку машины разрабатывается в соответствии с принятой схемой сборки и последовательностью сборочных операций.

Степень расчленения (дифференциация) процесса сборки зависит от типа производства. При поточной сборке процесс сборки узла или изделия расчленяют на технологические неделимые элементы и определяют оперативное время для выполнения каждого элемента. Элементы соединяют в операции последовательно так, чтобы сумма оперативного времени элементов была приблизительно равна действительному такту сборки (с учетом времени передвижения изделия).

Технологические процессы сборки составляются для каждого узла с тщательной разработкой каждой сборочной операции.

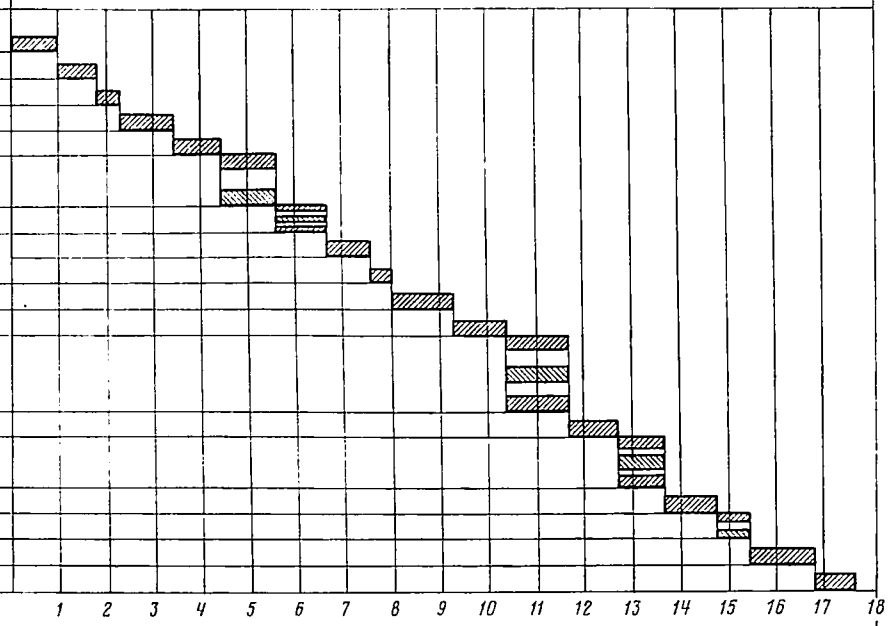
При мелкосерийном производстве составляется укрупненный технологический процесс сборки — маршрутная технология с перечислением основных операций, при единичном выпуске изделий ограничиваются лишь перечнем сборочных операций, прилагаемым к сборочным чертежам.

После сборки узлы поступают на общую сборку машины. В технологическом процессе общей сборки машины, определяющем последовательность операций установки узлов и деталей и

Цикловой график сборки токарного станка

Таблица 9

№ п/п	Операции	Трудоемкость, мин	Количество рабочих	Текущее время, ч
1	Сборка станины	84	1	
2	Установка реек	45		
3	Установка каретки	23	1	
4	Сборка на каретке планок	67	1	
5	Установка коробки подач	61	1	
6	Сборка фартука, ходового винта и вала	126	2	
7	Установка передней бабки	195	3	
8	Установка сменных зубчатых колес	42	1	
9	Установка электродвигателя	27		
10	Установка верхнего суппорта	68	1	
11	Установка вала переключения	67	1	
12	Подготовка станка к испытанию	37	3	
13	Испытание на холостом ходу	37		
14	Испытание на мощность	68		
15	Установка задней бабки	70	1	
16	Проверка на точность	44	3	
17	Испытание на точность	155		
18	Установка охлаждения	35	1	
19	Отделка станка	112	2	
20	Окраска станка	90	1	
21	Упаковка	60	1	



содержание работ по каждой операции, следует вводить необходимые проверки точности сборки: прямолинейности и правильности плоскостей, их взаимной параллельности или перпендикулярности, соосности узлов и др. Для этих операций следует предусмотреть необходимые приспособления и инструмент. Сборка машин начинается с установки базовой детали, на которой затем устанавливаются в определенной последовательности детали, узлы и механизмы. После сборки, проведения предусмотренных ГОСТами или техническими условиями испытаний и исправления отмеченных при испытаниях дефектов машины проходят внешнюю отделку (грунтовку, окраску и др.). Разработка технического процесса сборки завершается оформлением карт технического контроля сборки и составлением циклограммы сборки (табл. 9).

Виды и комплектность технологических документов и их номенклатура в зависимости от стадии разработки указаны в ГОСТ 3.1102—70. Правила оформления документации на процессы сборочных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ указаны в ГОСТ 3.1407—71.

Нормирование сборочных операций

После расчленения процесса сборки на операции в соответствии с действительным тактом сборки устанавливают нормы времени на выполнение каждой операции и соответствующий разряд работы.

Штучное время $t_{шт}$, необходимое для выполнения сборочной операции, складывается (как и при изготовлении изделий) из основного технологического времени $t_о$, вспомогательного времени $t_в$, времени обслуживания рабочего места $t_{об}$ и времени перерывов на отдых и естественные надобности $t_п$:

$$t_{шт} = t_о + t_в + t_{об} + t_п.$$

Основное время $t_о$ может быть как ручным, так и машинным. Если сборка производится с помощью имеющегося оборудования, $t_о$ может быть рассчитано в соответствии с режимами работы оборудования, однако в других случаях учет влияния большого количества факторов на продолжительность выполнения процесса сборки крайне затруднителен. Обычно при проектировании технологического процесса сборки нормирование основного технологического времени производится по таблицам, составленным на основе изучения и обобщения опыта передовых предприятий. По этим же таблицам определяется и вспомогательное время.

Основное $t_о$ и вспомогательное $t_в$ время определяется по каждому переходу сборочного процесса. Сумма $t_о$ и $t_в$ всех переходов составляет соответственно $t_о$ и $t_в$ операции.

Время обслуживания рабочего места составляет в зависимости от вида сборки 2—6% от оперативного времени ($t_{оп} = t_о + t_в$). Время на перерывы $t_п$ устанавливается в размере 4—6% от опера-

тивного времени. При конвейерной сборке рекомендуются перерывы на 10 мин после каждого 1 ч 50 мин работы.

При сборке изделий партиями в общую трудоемкость операции t_i включается и доля подготовительно-заключительного времени $t_{\text{п-з}}$, приходящегося на одно изделие:

$$t_i = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п-з}}}{n},$$

где n — число изделий в партии.

Трудоемкость сборки всего изделия в этом случае равна

$$T_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^{m} t_i,$$

где m — число операций при сборке изделия.

Такт сборки машины равен

$$R_{\text{вып}} = \frac{F}{N}\eta,$$

где F — календарный фонд времени, ч;

η — коэффициент использования календарного фонда времени;

N — программа выпуска изделий в календарное время.

Количество рабочих мест или позиций определяется по формуле

$$q = \frac{T_{\text{общ}} - T_{\text{с}}}{\left(t - t_{\text{п}}'\right)\gamma},$$

где $T_{\text{с}}$ — расчетная трудоемкость переходов, совмещенных по времени с выполнением других переходов;

$t_{\text{п}}'$ — расчетное время на перемещение собираемого изделия с одного рабочего места на другое или время перехода рабочего (бригады) от одного собираемого изделия к другому, или время на возвращение рабочего к месту начала операции при движущемся конвейере;

γ — количество параллельных потоков, необходимых для сборки определенных изделий.

Время на перемещение собираемого изделия или на переход рабочих равно

$$t_{\text{п}}' = \frac{l}{v},$$

где l — длина рабочего места, м;

v — скорость перемещения, м/мин.

Скорость перемещения v принимается равной:

а) 10—15 м/мин — при переходе рабочих и ручном перемещении изделия;

б) до 20 м/мин — при передвижении изделия по рольгангу;

в) 30—40 м/мин — для механических транспортирующих устройств;

г) 15—20 м/мин — для сборочного конвейера периодического действия;
д) 3—5 м/мин — для длинных конвейеров с большим общим весом;
е) 0,25—3,5 м/мин — для непрерывно движущегося конвейера.

Контроль качества сборки и испытание собранных изделий

Технические условия на сборку узлов и общую сборку основываются на анализе служебного назначения машины и технических условиях на ее изготовление и должны представлять развитие и уточнение этих условий в отношении сборки отдельных узлов и общей сборки. В технических условиях на сборку на основе анализа конструкции (расчет размерных цепей, выявления зазоров и т. д.) конкретизируются требования к параметрам, обеспечивающим точность, производительность, специальные качества соединений (плавность, величина максимальных крутящих моментов, уровень шума) отдельных узлов с тем, чтобы показатели качества собранного изделия соответствовали заданным чертежным данным. В ряде случаев в технических условиях могут быть предусмотрены обязательная последовательность сборки отдельных элементов и метод достижения требуемой точности замыкающего звена.

В принципе контроль сборки следует предусматривать для каждой сборочной операции. После сложных операций контроль качества сборки является обязательным. Контролю качества сборки узлов и машины, в зависимости от сложности изделия и программы выпуска, можно подвергать все изделия или выборочно в определенном количестве.

Основными видами контроля качества сборки являются внешний осмотр и оценка качества на основе субъективных ощущений, контроль точности машин или узлов, а также специальные их испытания.

Каждый собранный узел помимо контроля точности сборки должен, по возможности, испытываться до общей сборки отремонтированного агрегата и проходить необходимую регулировку. Окончательно собранная после среднего и капитального ремонта машина, также как и вновь собираемая машина, должна отвечать по всем качественным показателям требованиям действующих ГОСТов или ТУ.

Последовательность и методы испытания зависят от назначения и типа машины и проводятся после сборки на специальных стендах или после монтажа на месте эксплуатации.

Целью испытаний является проверка работы машины в условиях, близких к эксплуатационным, в частности, проверка на балансировку вращающихся частей и отсутствие вибраций, легкость и бесшумность при работе, на величину зазоров и мертвых ходов, на нагрев подшипников; проверка работы электрооборудования и заземлений.

Для станков испытания проводятся как на холостом ходу, так и под нагрузкой, а после испытаний составляется акт на приемку-сдачу оборудования в эксплуатацию.

Швейные машины после ремонта подвергаются обкатке с целью притирки деталей и обеспечения легкости хода. Для примера приводим технические требования, предъявляемые к отремонтированным швейным машинам:

1) машина должна быть испытана в ремонтной мастерской по ТУ;

2) все крепежные винты и гайки (кроме регулировочных) должны быть туго затянуты;

3) машина должна иметь легкий, плавный ход и обеспечивать правильную прямолинейную строчку с обеих сторон стачиваемых тканей с переплетением верхней и нижней ниток внутри тканей, без пропусков стежков и обрывов нити;

4) пусковой крутящий момент машины на холостом ходу при верхнем положении рычага нитепритягивателя и поднятой нажимной лапке не должен превышать 0,02 кгс·м. Практически легкость хода проверяется подвешиванием груза в 600 г на ремне, переброшенном через шкив махового колеса, механизм машины при этом должен повернуться;

5) шаг стежка, натяжение верхней и нижней ниток, сила прижима ткани нажимной лапкой, число оборотов главного вала, изменение направления хода транспортера ткани и натяжение приводного ремня должны легко регулироваться;

6) поверхности деталей, соприкасающиеся во время работы с нитками, должны быть гладкими, полированными, края и углы их притупленными;

7) наматывание ниток на шпульку должно осуществляться моталкой с автоматическим выключением;

8) под нажимной лапкой каждой отремонтированной машины должен находиться прошитый образец светлой ткани (в два слоя) размером 80×20 мм с длиной строчки не менее 200 мм с неотрезанной нижней ниткой.

Испытание швейных машин после ремонта заключается в стачивании ткани в два слоя длиной не менее 0,5 м: а) хлопчатобумажной ткани типа отбеленной бязи — ниткой № 50, иглой № 90 при длине стежка 1—2 мм; б) шерстяной или суконной ткани средней толщины — ниткой № 30, иглой № 100 при длине стежка 3—4 мм; в) шелковой или хлопчатобумажной ткани типа батиста — ниткой № 80, иглой № 75 при длине стежка 1—2 мм.

§ 10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

Для технико-экономической оценки и выбора оптимального варианта технологического процесса сборки служит ряд показателей, основными из которых являются следующие:

а) эффективность выполнения сборочной операции, характеризующаяся производительностью рабочего места в минуту или в час

$$N_м = \frac{1}{t_{сб}}; \quad N_ч = \frac{60}{t_{сб}},$$

где $N_м$ и $N_ч$ — количество узлов или изделий, собираемых соответственно в минуту или в час;

$t_{сб}$ — норма времени на выполнение сборочной операции, мин;

б) трудоемкость одной операции сборки, определяющаяся штучным временем на выполнение этой операции

$$t_{шт} = t_о + t_в + t_{об} + t_п;$$

в) затраты $s_о$ на выполнение одной сборочной операции, слагающиеся из основной зарплаты $L_{оп}$ производственных рабочих (сборщиков) и цеховых накладных расходов α, состоящих из отчислений на амортизацию оборудования, приспособлений и инструмента, отнесенных к одной операции, и других цеховых накладных расходов, также отнесенных к одной операции, т. е.

$$s_о = L_{оп} + \alpha;$$

г) общая сумма затрат на выполнение процесса сборки узла или изделия

$$S_{сб} = \sum_{i=1}^{m} s_о,$$

где m — число сборочных операций;

д) общая трудоемкость сборочного процесса узла или изделия

$$T_{шт} = \sum_{i=1}^{m} t_{шт};$$

е) коэффициент загрузки рабочего места

$$\eta_{р.м} = \frac{P_р}{P_{пр}},$$

где $P_р$ — расчетное количество сборщиков;

$P_{пр}$ — принятое количество сборщиков.

Для стационарной сборки узлов и машин

$$P_р = \frac{\Sigma T_к M}{F_{д.р}},$$

где $T_к$ — штучно-кулькуляционное время на сборку узла или машин, ч;

M — количество узлов или машин, собираемых в год;

$F_{д.р}$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени рабочего, ч.

Для поточной сборки при непрерывно движущемся конвейере

$$P_{\text{р}} = \frac{t_{\text{шт}}}{R_{\text{вып}}},$$

при периодически движущемся конвейере

$$P_{\text{р}} = \frac{t_{\text{шт}}}{R_{\text{р}}},$$

где $R_{\text{вып}}$ — такт выпуска собранной машины с поточной линии, мин;

$R_{\text{р}}$ — такт работы, мин.

При непрерывно движущемся конвейере $R_{\text{вып}} = R_{\text{р}}$;

ж) средний коэффициент загрузки рабочих мест сборочной поточной линии

$$\eta_{\text{ср. п}} = \frac{\sum P_{\text{р}}}{\sum P_{\text{пр}}}; \quad \eta_{\text{ср. п}} \geqslant 0{,}95;$$

з) коэффициент трудоемкости сборочного процесса

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{сб}}}{T_{\text{изг}}},$$

где $T_{\text{сб}}$ — время, затрачиваемое на сборку узла или изделия;

$T_{\text{изг}}$ — время, затрачиваемое на изготовление узла или изделия (по всем видам обработки, начиная с заготовки).

Приемлемая величина $\eta_{\text{тр}} \leqslant 0{,}2$.

Анализ и сравнение технико-экономических показателей по отдельным вариантам технологического процесса сборки позволяет выбрать оптимальный вариант, который, удовлетворяя техническим требованиям сборки, являлся бы в то же время наиболее экономичным.

§ 11. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

При разработке технологических процессов ремонта машин и приборов, изготовления и восстановления деталей, сборки узлов и общей сборки необходимо рассмотреть вопросы механизации и автоматизации производства с целью сокращения или исключения тяжелых и трудоемких ручных работ, повышения производительности труда; совершенствования средств транспортировки изделий и материалов.

Возможность механизации и автоматизации должна быть рассмотрена в первую очередь применительно к наиболее тяжелым и трудоемким работам. Большой эффект может дать механизация и автоматизация операций очистки и мойки, полирования и притирки, применение универсальных и специальных приспособлений с пневматическим, гидравлическим и пневмогидравлическим приводом, механизация и автоматизация методов контроля и испытаний готовых изделий. Для операций механической обработки

сварки, сборки, контроля и испытаний должны быть широко использованы средства малой механизации и автоматизации: зажимные устройства с силовыми приводами, полуавтоматические установки для сварочных работ, специальные кантователи и стенды для операций сборки, контроля и испытаний.

На слесарно-сборочных операциях следует применять механизированный инструмент, электрические и пневматические дрели, гайковерты и шпильковерты, механизированные шаберы, шлифовальные машинки и др.

При разработке технологических процессов восстановления изношенных и изготовления новых деталей повышение уровня механизации и автоматизации работ может быть достигнуто за счет внедрения групповых методов обработки, увеличивающих серийность изделий и создающих условия для внедрения механизированной оснастки и наладок для станков с автоматизированным рабочим циклом.

Необходимо рассмотреть возможность автоматизации контроля деталей в процессе их восстановления или изготовления, а также контроля и испытаний отремонтированных узлов и машин.

В производстве предприятий по ремонту бытовой техники следует рассмотреть вопрос о целесообразности применения конвейеров, подвесных линий.

В условиях производства специализированных ремонтных предприятий со значительной программой выпуска изделий следует стремиться к комплексной механизации, охватывающей все процессы ремонта — от подготовительных операций (разборка, мойка, дефектовка) до операций сборки, контроля, испытаний и окраски, включая связанную с технологией ремонта транспортировку изделий.

В условиях производства специализированных ремонтных предприятий может определяться целесообразность применения полуавтоматических и автоматических станков и автоматических линий, позволяющих переналадку при переходе от одного вида изделий к другому.

Направление и объем разработок, связанных с автоматизацией процессов, должны соответствовать заданию по технологической части дипломного проекта и найти отражение в объяснительной записке и графической части дипломного проекта.

В объяснительной записке должна быть обоснована технико-экономическая эффективность предлагаемых мероприятий по механизации и автоматизации разрабатываемых технологических процессов.

Эффективность предлагаемого дипломантом технологического процесса может характеризоваться коэффициентом непрерывности работы станка K, представляющим отношение технологического времени $T_т$ к сумме технологического $T_т$ и вспомогательного времени $T_в$

$$K = \frac{T_т}{T_т + T_в}.$$

Степень автоматизации станка при обработке однородных заготовок можно оценить коэффициентом автоматизации

$$\eta_{\text{а}} = \frac{C_{\text{ст}} - T}{C_{\text{ст}}},$$

где $C_{\text{ст}}$ — станкоемкость, ст.-ч;
T — трудоемкость операции, чел.-ч.

Оптимальную степень автоматизации технологического процесса следует установить путем сравнения себестоимости обработки до и после автоматизации и расчета времени окупаемости капитальных вложений, необходимых для проведения автоматизации.

Период окупаемости капитальных вложений можно определить по формуле

$$T_{\text{ок}} = \frac{S_{\text{к}}}{S_{\text{сн}} M},$$

где $S_{\text{к}}$ — сумма капитальных затрат на автоматизацию, коп.;
$S_{\text{сн}}$ — величина снижения технологической себестоимости обработки в результате автоматизации процессов, коп.;
M — программа выпуска изделий, шт.

Период окупаемости дополнительных автоматизирующих устройств и приспособлений к металлорежущим станкам должен быть не более 6—8 месяцев.

Уровень механизации и автоматизации производственных процессов на участке или в цехе характеризуется следующими тремя основными показателями:

1) степенью охвата рабочих механизированным трудом

$$У_{\text{м}} = \frac{P_{\text{м}}}{P_{\text{м}} + P_{\text{р}}} \cdot 100,$$

где $P_{\text{м}}$ — число рабочих, труд которых механизирован;
$P_{\text{р}}$ — число рабочих, выполняющих работу ручным способом;

2) уровнем механизированного труда в общих трудовых затратах

$$У_{\text{м. т}} = \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{м}} + T_{\text{р}}},$$

где $T_{\text{м}}$ — время механизированного труда;
$T_{\text{р}}$ — время ручного труда.

Для всего производственного участка уровень механизированного труда в общих трудовых затратах определится по формуле

$$У_{\text{м. т}} = \frac{\sum P_{\text{м.м}} K}{P_{\text{м. ц}} + P_{\text{р}}} \cdot 100,$$

где $P_{\text{м. м}}$ — число рабочих (во всех сменах) на данном рабочем месте, выполняющих работу механизированным способом;

K — коэффициент, характеризующий отношение времени механизированного труда к общим затратам времени на данном оборудовании или рабочем месте;

$P_{м.у}$ — число рабочих (во всех сменах) на участке (в цехе), выполняющих работу механизированным способом;

$P_р$ — число рабочих (во всех сменах) на участке (в цехе), выполняющих работу ручным способом.

3) уровнем механизации и автоматизации производственных процессов

$$У_п = \frac{\sum P_{м.м} K_м K K_п}{P'},$$

где $K_м$ — коэффициент многостаночного обслуживания;

$K_п$ — коэффициент производительности.

$$K_п = \frac{T_0}{T_1},$$

где T_0 — трудоемкость изготовления детали на универсальном оборудовании с наинизшей производительностью;

T_1 — трудоемкость изготовления детали на действующем оборудовании;

P' — приведенное число рабочих.

$$P' = P_{м.м} K_м K K_п + (P_{м.у} + P_р)\left(1 - \frac{У_{м.т}}{100}\right).$$

Коэффициент $K_п$ определяется для каждого вида оборудования и рабочего места.

§ 12. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Правила и положения о порядке разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой в производстве всеми машиностроительными и приборостроительными предприятиями, установлены Единой системой технологической документации (ЕСТД). В соответствии с ГОСТ 3.1001—71 эти правила и положения распространяются на виды технологических документов, установленных ГОСТ 3.1102—70 и, кроме того, на научно-техническую и учебную литературу.

В соответствии с ГОСТ 3.1102—70 (ЕСТД. Виды и комплектность технологических документов) к технологическим документам относятся графические и текстовые документы, которые в совокупности или в отдельности определяют технологический процесс изготовления изделия и содержат необходимые данные для организации производства.

Маршрутная карта содержит описание технологического процесса изготовления изделия по всем операциям в технологической последовательности с указанием соответствующих данных по оборудованию, оснастке, материальным, трудовым и другим нормативам.

Операционная карта содержит описание операций технологического процесса изготовления изделий с расчленением операций по переходам и с указанием режимов работы, расчетных норм и трудовых нормативов.

Карта эскизов и схем содержит графическую иллюстрацию технологического процесса изготовления изделия и отдельных его элементов.

Спецификация технологических документов содержит перечень всех технологических документов, выпущенных на изделие, предназначенное для самостоятельной поставки, и на его составные части.

Технологическая инструкция содержит описание специфических приемов работы или описание методики контроля технологического процесса, правил пользования оборудованием, а также описание физико-химических явлений, происходящих при отдельных операциях технологического процесса.

Материальная ведомость содержит предварительные данные для подготовки производства.

Ведомость оснастки содержит перечень специальных и стандартных приспособлений и инструментов, необходимых для оснащения технологического процесса.

ГОСТ 3.1107—70 устанавливает следующие стадии разработки технологической документации:

1) предварительный проект, предназначенный для проверки технологичности конструкции на стадиях эскизного и технического проектов конструкторской документации и для подготовки и разработки рабочей документации;

2) разработка рабочей технологической документации: опытного образца (опытной партии); установочной серии; установившегося серийного или массового производства.

Рабочая документация представляет собой совокупность технологических документов (ведомостей, инструкций), содержащих все данные, необходимые для изготовления и контроля изделия. Номенклатура технологических документов, разрабатываемых на изделие, приведена в табл. 10.

Стадия разработки технологической документации в дипломном проекте указывается в задании на дипломное проектирование. Пример построения полного комплекта технологических документов приведен на рис. 24.

Основные надписи, общие требования к технологическим документам и правила оформления документации общего назначения (маршрутные карты, карты эскизов и схем, технологические инструкции) регламентированы ГОСТ 3.1103—70, 3.1104—71 и 3.1105—71. Правила оформления документации на процессы

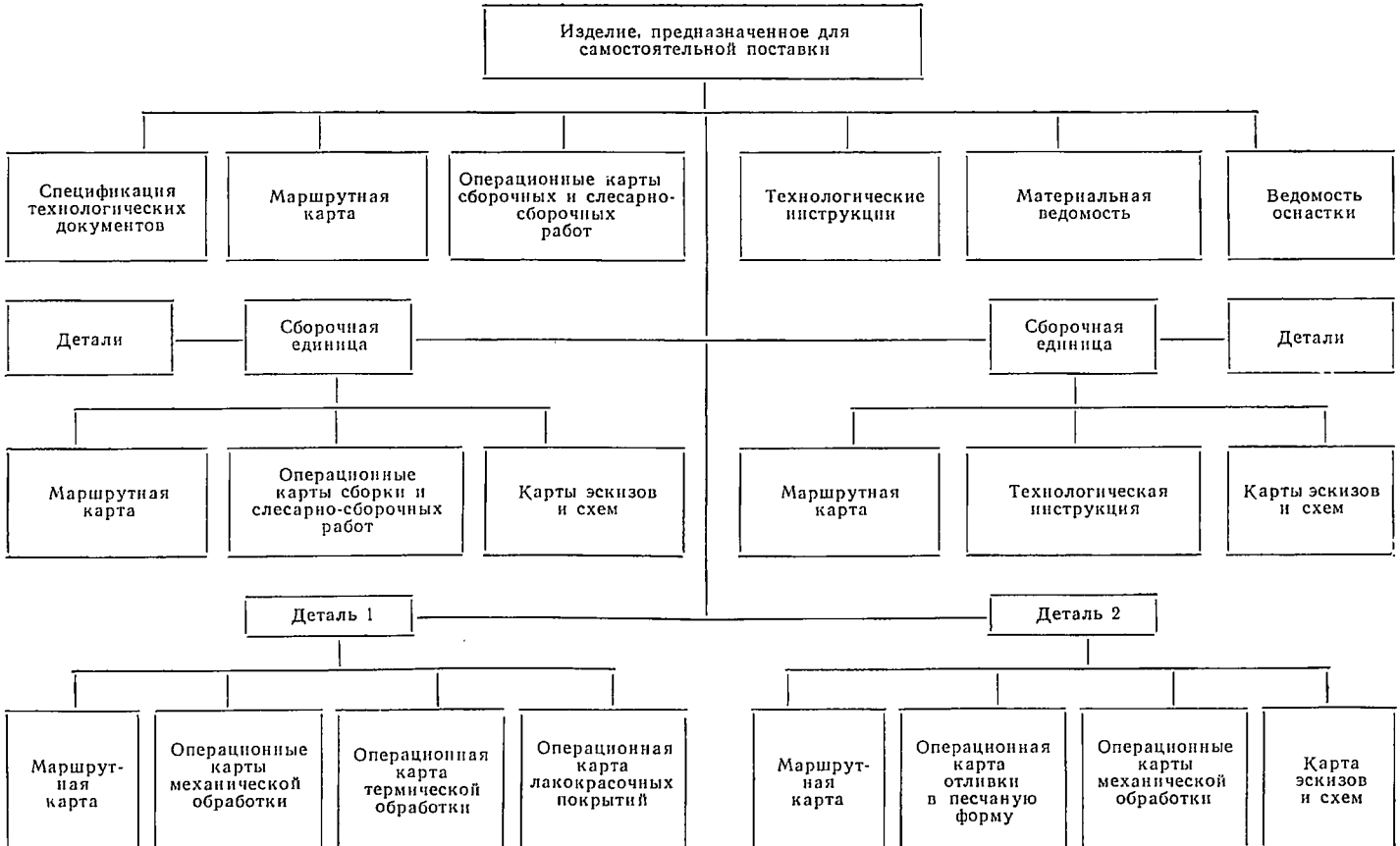


Рис. 24. Пример построения полного комплекта технологических документов

Таблица 10

Номенклатура технологических документов

Шифр документа	Наименование документа	Предварительный проект	Рабочая документация: Опытный образец (партия)	Рабочая документация: Установочная партия	Рабочая документация: Серийное или массовое производство	Дополнительные указания
МК	Маршрутная карта	V	+	+	+	—
ОК	Операционная карта	V	V	V	V	—
КЭ	Карта эскизов и схем	—	V	V	V	—
СТ	Спецификация технологических документов . .	V	V	+	+	При передаче документации с одного предприятия на другое на стадии опытного образца (опытной партии) документ обязательный
ТИ	Технологическая инструкция . .	V	V	V	V	Технологическую инструкцию в необходимых случаях составляют на ответственные операции, определяющие качество изделия или требующие дополнительных разъяснений при их выполнении
ВМ	Материальная ведомость	—	V	V	—	Материальную ведомость составляют на изделия, предназначенные для самостоятельной поставки
ВТ	Ведомость оснастки	—	V	V	+	—
Т	Прочие документы	V	V	V	V	Номенклатура прочих документов устанавливается в соответствии со стандартами на технологическую документацию, специализированную по видам работ, и отраслевыми стандартами

Обозначения: + документ обязательный;
V документ составляют по усмотрению предприятия — разработка в зависимости от характера и условий производства изделий;
— документ не составляют.

механической обработки указаны в ГОСТ 3.1404—71, на процессы сборочных, слесарно-сборочных и электромонтажных работ — в ГОСТ 3.1407—71, на процессы технического контроля — в ГОСТ 3.1410—71, на процессы изготовления отливок — в ГОСТ 3.1401—71, ковки и штамповки — в ГОСТ 3.1403—71, термической обработки — в ГОСТ 3.1405—71 и на процессы сварки — в ГОСТ 3.1406—71.

Помимо оформления технологического процесса изготовления детали на картах технологического процесса дипломант вычерчивает эскизы наладок на 2—4 основные операции разработанного технологического процесса.

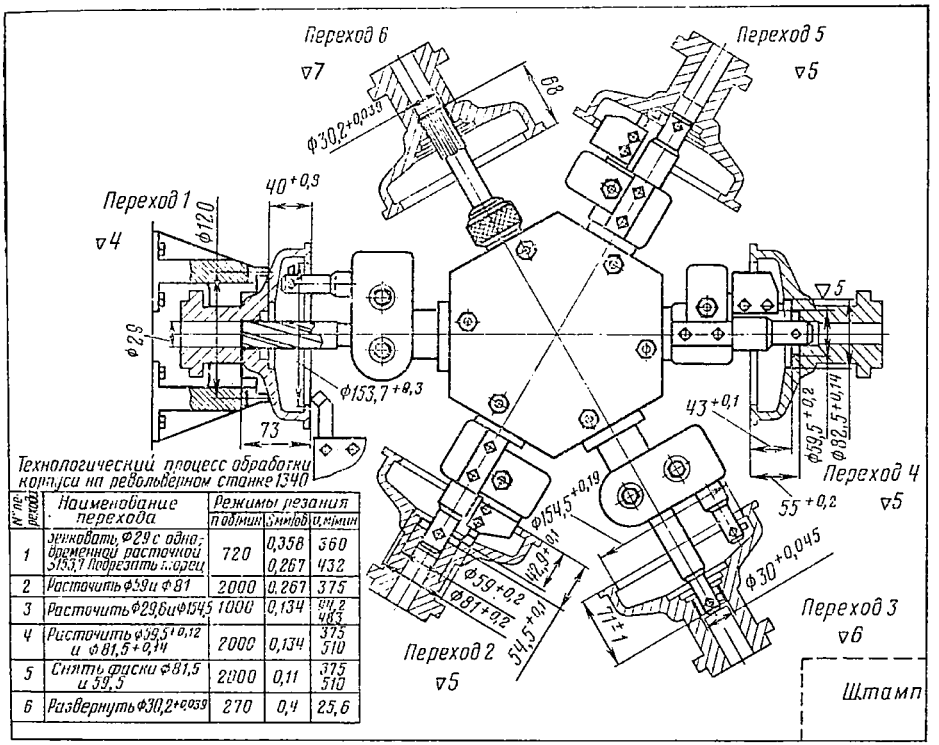


Рис. 25. Пример оформления эскиза технологической наладки револьверного станка для обработки корпусной детали

Эскиз наладки (рис. 25) показывает установку детали при обработке, расположение баз и характер базирования, размеры с допусками и классы чистоты поверхности, получаемые на данной операции (переходе). На эскизе указывается также положение режущего инструмента. На чертеже с эскизом наладки указывается наименование операции (перехода), наименование и марка станка, данные о режиме работы и другие данные, характеризующие операцию.

§ 13. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

В соответствии с разработанной Всесоюзным научно-исследовательским институтом по нормализации в машиностроении (ВНИИНмаш) классификацией вся технологическая оснастка делится на 10 групп.

Технологическая оснастка для механической обработки и сборки входит в следующие группы:

группа 2 — инструмент для обработки металлов резанием;

группа 3 — инструмент для обработки резанием неметаллических материалов;

группа 6 — инструмент вспомогательный, предназначаемый для закрепления на станке режущего инструмента (втулки переходные, оправки для фрез, державка для резцов и т. п.);

группа 7 — приспособления для станочных и ручных работ. В эту группу входят приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали (тиски, кондукторы, оправки, патроны и т. п.), а также другие дополнительные устройства и механизмы к станкам (многошпиндельные сверлильные головки, копировальные устройства и т. п.);

группа 8 — средства измерения и контроля (мерительный инструмент, приборы и другие устройства для контроля размеров, формы и положения).

Конструкторская часть проектов цехов по ремонту сложной бытовой техники или цехов по ремонту оборудования предприятий службы быта включает разработку специальных и специализированных приспособлений, режущих и вспомогательных инструментов для ремонта, сборки и механической обработки, а также средств измерения и контроля деталей, узлов, машин и приборов, служащих объектом ремонта в проектируемом цехе.

Объектом конструктивной разработки могут быть также отдельные узлы технологического оборудования — станков, стендов, сварочных и других агрегатов, приборов, а также подъемно-транспортных устройств агрегатов для мойки, очистки, сушки,— подвергаемые модернизации в соответствии с заданием на дипломный проект.

В основу создания новой, более совершенной, конструкции технологической оснастки для конкретной операции ремонта должны быть положены задачи увеличения производительности, точности, облегчения условий работы, достижения экономичности.

В пояснительной записке к проекту должны быть приведены:

технологические и экономические обоснования целесообразности проектирования или модернизации специальной оснастки и технологического оборудования;

технические требования к проектируемым конструкциям;

оценка применяющихся или описанных в литературе аналогичных устройств и сравнение с предлагаемой конструкцией;

описание особенностей предлагаемой конструкции, ее основных узлов и механизмов с приведением схем и эскизов;

необходимый кинематический расчет механизмов; прочностный расчет наиболее нагруженных деталей;

при разработке конструкций приспособлений — расчет жесткости или определение деформаций от усилий резания и усилий зажима, расчет силовых приводов, определение усилий и потребной мощности;

расчет экономической эффективности применения приспособления.

Чертежи разработанных конструкций должны включать общие виды и сборочные чертежи узлов, узловые и детальные спецификации.

Приспособления

При проектировании приспособлений прежде всего учитывается назначение приспособления, разрабатывается принципиальная схема его конструкции с учетом конкретных условий установки и работы приспособлений на станке, агрегате или другом устройстве. Конструкция должна обеспечивать: а) точное и надежное базирование и закрепление детали или узла; б) заданную точность обработки или сборки изделия; в) заданную производительность обработки (сборки); г) механизацию приемов установки и закрепления и наименьшее вспомогательное время на их осуществление; д) максимальное использование в конструкции приспособления стандартных деталей и нормализованных узлов.

При проектировании приспособлений следует учитывать также возможность их переналадки для обработки (сборки) других аналогичных деталей.

Назначением проектируемых специальных приспособлений может являться расширение технологических возможностей станка, повышение производительности обработки, обеспечение заданной точности обработки, облегчение условий труда рабочего.

Применение специальных приспособлений позволяет расширить технологические возможности большинства видов металлообрабатывающего оборудования. Например, отверстие, расположенное эксцентрично относительно оси симметрии изделия, можно обработать на токарном или револьверном станке лишь при условии специального приспособления. Применение таких приспособлений целесообразно в индивидуальном и мелкосерийном производстве, где в связи с наличием станков общего назначения выполнение отдельных операций без специальных приспособлений не представляется возможным.

Применение приспособлений во многих случаях позволяет сократить время выполнения операции. При этом сокращается как основное (машинное) время $t_о$, так и вспомогательное время $t_в$, а следовательно, и время на обслуживание рабочего места $t_{об}$ и время перерывов $t_п$, так как $t_{об}$ и $t_п$ в большинстве случаев берутся в процентах от оперативного времени.

Уменьшение основного и вспомогательного времени достигается применением многоместных приспособлений с быстродействующим

зажимом и обеспечением эксплуатационных удобств и безопасности при работе: удобство установки и снятия детали с приспособления, а также установка самого приспособления на станке, отсутствие выступающих частей, могущих травмировать рабочего, что особенно важно при работе с вращением приспособлений при параллельной обработке изделия и многоинструментальных наладках.

При проектировании приспособлений необходимо учитывать заданную точность изготовления детали в приспособлении. При высокой точности обработки, а также при обработке с большими усилиями резания и недостаточной жесткости детали приспособления должны рассчитываться на точность. Возникающие при обработке погрешности являются результатом совокупного действия ряда факторов.

На точность обработки влияют следующие погрешности:

погрешности станка в ненагруженном состоянии;

погрешность расположения приспособления на станке;

погрешность расположения установочных поверхностей для базирования детали в приспособлении относительно поверхностей для базирования приспособления на станке;

погрешность установки детали в приспособлении;

погрешность, возникающая при закреплении детали в приспособлении;

погрешность расположения направляющих или установочных поверхностей для инструмента относительно установочных поверхностей для деталей;

погрешности инструмента;

погрешности расположения инструмента на станке;

погрешность расположения инструмента (при настройке) относительно направляющих элементов приспособления;

погрешность от деформации системы СПИД;

погрешность, связанная с износом инструмента.

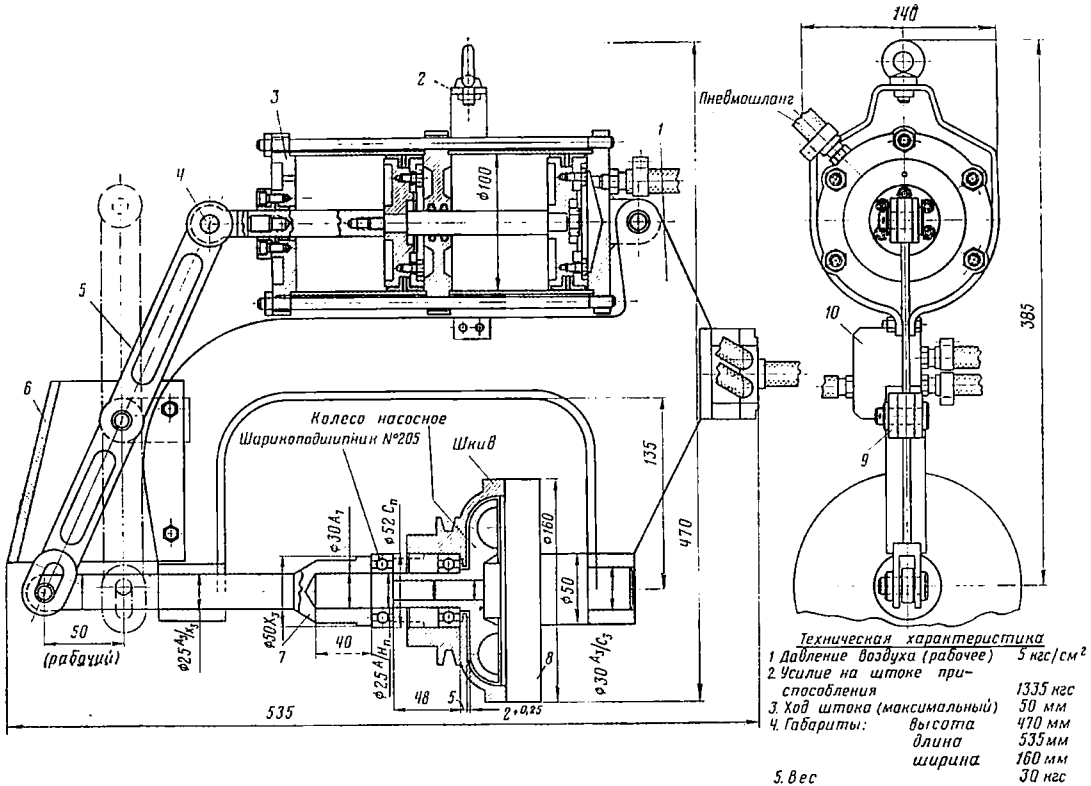
Для нахождения величины суммарных погрешностей в размерах детали при обработке в данном приспособлении необходимо определить:

1) точность изготовления всех установочных элементов приспособления и возможные пределы погрешности установки путем расчета размеренной цепи от опорных поверхностей станка до установочной поверхности обрабатываемой детали;

2) погрешности, вызываемые деформацией системы СПИД в процессе обработки, путем расчета жесткости системы СПИД под воздействием усилий резания и усилия зажима детали.

Общий вид приспособления вычерчивается на листах установленных форматов (ГОСТ 2.301—68). Оформление чертежей должно производиться с соблюдением правил единой системы конструкторской документации (ГОСТ 2.302—68—ГОСТ 2.309—68). На отдельном листе приводится спецификация деталей.

На чертеже общего вида (рис. 26) должны быть указаны габаритные размеры, номера деталей по спецификации, размеры установочных и посадочных элементов приспособления (с обозначением



Техническая характеристика

1. Давление воздуха (рабочее)		5 кгс/см²
2. Усилие на штоке приспособления		1335 кгс
3. Ход штока (максимальный)		50 мм
4. Габариты:	высота	470 мм
	длина	535 мм
	ширина	160 мм
5. Вес		30 кгс

Рис. 26. Специальное сборочное приспособление для запрессовки шарикоподшипника (спецификация деталей оформляется дипломантом на отдельном листе)

классов точности и посадок), монтажные размеры основных узлов и соединений (приводные механизмы, рычажные системы, делительные и фиксирующие механизмы), а также необходимые технические условия. На чертеже общего вида приспособления штрихпунктиром или цветным карандашом указывается обрабатываемая деталь.

Конструкция приспособления разрабатывается на основе технического задания. Пример технического задания на разработку кондуктора для обработки двух отверстий в детали и общий вид приспособления, спроектированного на основе этого задания, приведены на рис. 27 и 28.

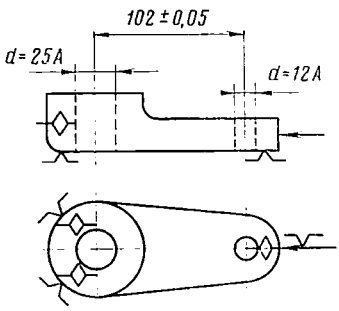


Рис. 27. Пример технического задания на проектирование приспособления

Объектом проектирования может быть выбрано и специальное сборочное приспособление, служащее для правильной установки и закрепления собираемых узлов и деталей. Применяются два основных типа специальных сборочных приспособлений. К первому типу относятся приспособления для крепления базовых деталей и узлов собираемого изделия. К приспособлениям этой группы обычно не предъявляются требования точной установки закрепляемых деталей,

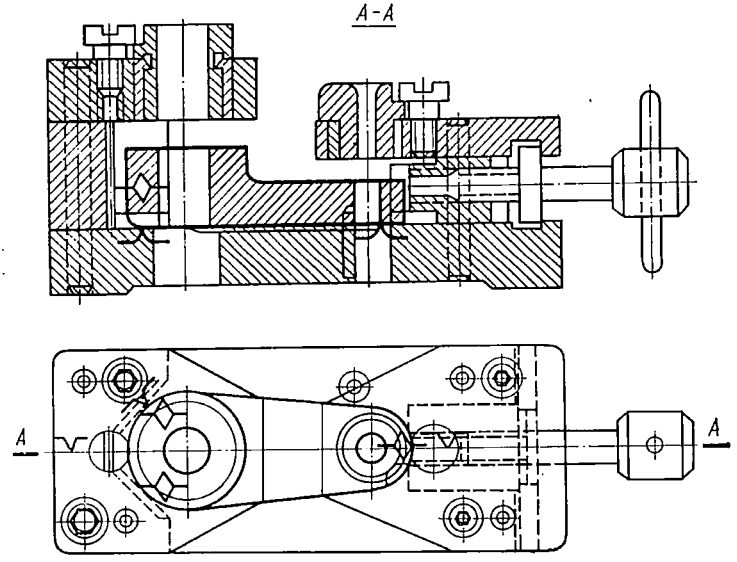


Рис. 28. Приспособление, сконструированное на основе технического задания

но сила закрепления должна быть достаточной для предотвращения смещения детали от сил и моментов, возникающих при выполнении операций сборки. Для удобства сборки такие приспособле-

ния часто делают поворотными. Примером приспособления этого типа может служить кантователь, применяемый при ремонте домашних стиральных машин. Ко второму типу специальных сборочных приспособлений относятся приспособления для быстрой и точной установки собираемых узлов или деталей при сборке с натягом, сварке, пайке, клепке и других видах сборочных соединений.

Исходными данными при проектировании сборочных приспособлений являются чертеж изделия, технические условия на его приемку, технологический процесс сборки изделия, в котором указаны последовательность и содержание операций, условия базирования, принятые оборудование и инструменты, режимы работы, а также заданная производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие собранного узла.

В пояснительной записке к дипломному проекту дипломант должен привести экономическое обоснование целесообразности применения выбранного варианта конструкции приспособления.

Режущий инструмент

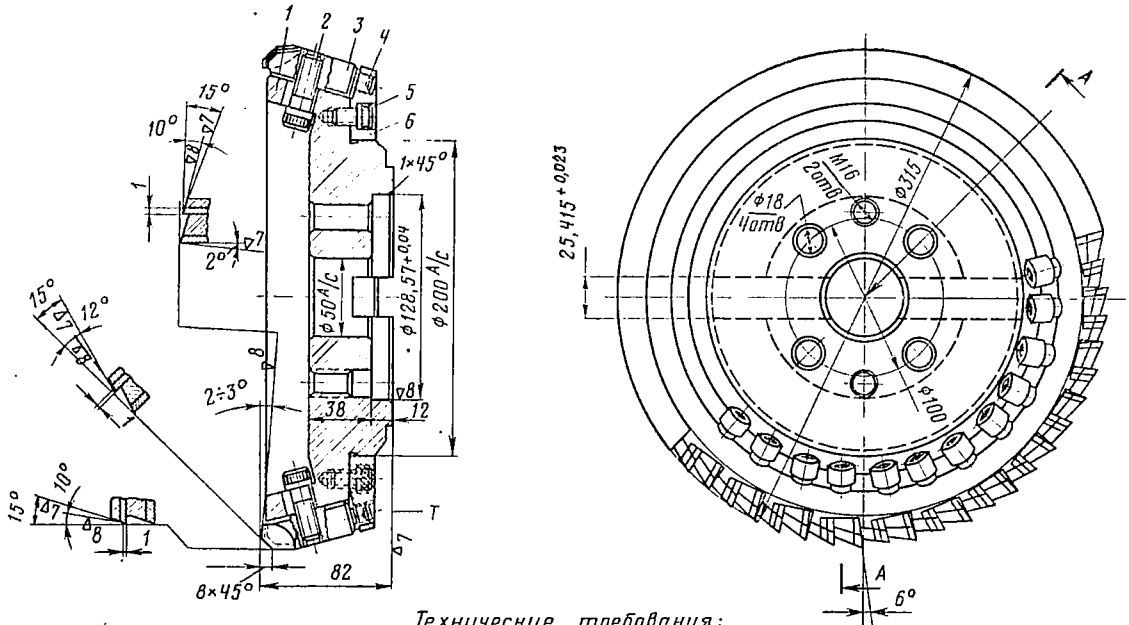
Конструкторская часть технологического дипломного проекта может включать проектирование специального режущего инструмента. В этом случае в объяснительной записке дипломант должен обосновать целесообразность проектирования специального инструмента для конкретной операции обработки. Пример оформления чертежа режущего инструмента показан на рис. 29.

Разработанная конструкция инструмента должна обеспечивать высокую износостойкость и прочность, технологичность и экономичность изготовления. Во многих случаях специальный режущий инструмент требует высокой точности.

Дипломант должен обосновать выбор материала для режущей части инструмента, его тела или корпуса и крепежной части. Большое внимание должно быть уделено режущей части инструмента, где наряду с выбором материала большую роль играет рациональная геометрия режущих лезвий. Геометрия режущих лезвий устанавливается в зависимости от условий резания инструментом. Величина переднего угла и угла резания, а также форма передней грани особенно сказывается на величине усилия резания. Величина заднего угла значительно влияет на характер трения при резании.

При выборе материала для режущей части инструмента следует иметь в виду, что допустимые скорости резания лимитируются теплостойкостью этих материалов. Наибольшей теплостойкостью (до 800—900° С) обладают твердые сплавы, допускающие скорость резания до 100—200 м/мин и более; быстрорежущие стали сохраняют теплостойкость до 500—600° С и работают при скорости резания до 25—60 м/мин; наименьшей теплостойкостью (до 200—300° С) отличаются углеродистые инструментальные стали, работающие при скоростях резания до 15 м/мин.

Марки углеродистых инструментальных сталей стандартизированы по ГОСТ 1435—54 (приложение 21), марки легированных



Технические требования:

1. Радиальное биение ножей по режущим кромкам не должно превышать:
   по наружному диаметру и угловой фаске 0,04÷0,06 мм
   по торцу 0,03÷0,04 мм
2. Биение опорного торца „T" относительно посадочного диаметра ϕ128,57+0,04 не более 0,05 мм
3. Окончательная заточка ножей производится в собранном виде, при этом завалы и выкрашивание на режущих кромках не допускаются
4. Технические условия на приемку фрез по ГОСТ 5348–60

Рис. 29. Торцевая фреза с регулируемыми ножами (спецификация деталей оформляется дипломантом на отдельном листе)

инструментальных сталей — по ГОСТ 5950—63 (приложение 22) и быстрорежущих инструментальных сталей — по ГОСТ 9373—60 (приложение 23).

Химический состав и физико-механические свойства металлокерамических твердых сплавов для изготовления пластинок регламентированы ГОСТ 3882—61 (приложение 24). Кроме твердых сплавов стандартных марок применяются также твердые сплавы новых марок Т5К7, Т15К6Т. Назначение наиболее часто применяющихся для механической обработки инструментальных сталей и металлокерамических твердых сплавов указано в приложениях 25 и 26. Для нерабочей части инструмента рекомендуются стали, указанные в приложении 27.

Для отдельных видов инструментов, наиболее нагруженные сечения которых лимитируются условиями работы (например, круглые протяжки, отрезные резцы и др.) необходимо провести проверочные расчеты на прочность.

Контрольно-измерительные приборы

При разработке технологического процесса ремонта бытовой техники или ремонта оборудования дипломант определяет методы и средства операционного или общего контроля собранного изделия.

Объектом конструктивной разработки выбирается специальный контрольно-измерительный прибор или устройство. Разработанная конструкция должна обеспечивать надежность контроля, снижение необходимого времени контроля и облегчение труда контролеров. Конструкция должна быть технологичной. Обеспечение технологичности достигается применением в конструкции типовых узлов и деталей измерительных приборов (датчики, индикаторы, опоры, стойки, центры, рычажные механизмы и др.).

Основным из условий достижения высокой точности и надежности измерений является точность фиксации изделия в приборе (жесткость опорных элементов и датчикодержателей) и отсутствие люфтов в кинематических связях и направляющих соединениях.

В пояснительной записке приводится обоснование целесообразности применения специального контрольно-измерительного прибора, приводятся описание и необходимые расчеты конструкции и оценка ее технологичности. Допустимая погрешность измерения должна быть обоснована метрологическим расчетом суммарных погрешностей в соответствующих размерных и кинематических цепях прибора.

Общий вид конструкции прибора (рис. 30) должен включать необходимые установочные размеры с допусками, габаритные размеры и, в нужных случаях, разрезы.

В качестве объекта проектирования может быть принят также стенд или установка для контроля тех или иных показателей качества бытовых машин и приборов. Например, для контроля качества ремонтируемых бытовых стиральных машин объектом

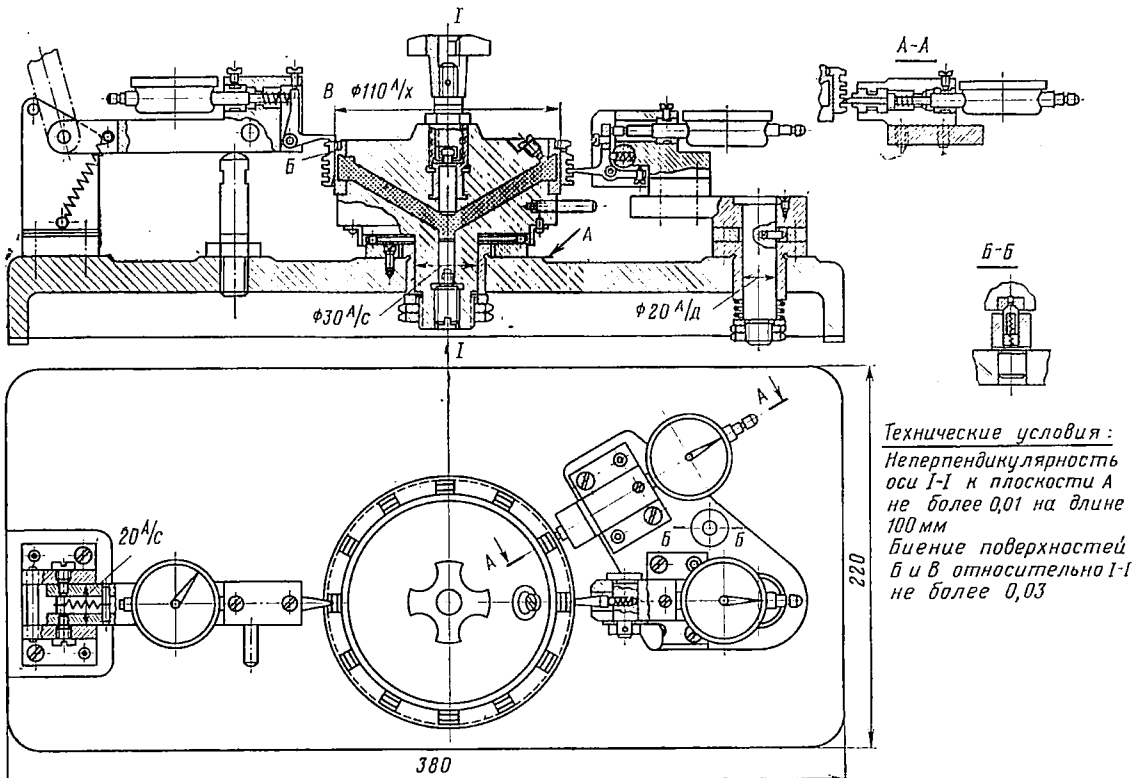


Рис. 30. Многомерный прибор для контроля биения соосных и перпендикулярных цилиндрических поверхностей в корпусной детали

проектирования могут быть выбраны стенды для измерения электрических параметров, установки для проверки качества изоляции, пульты для проверки реле и др. Графическая часть проекта в этом

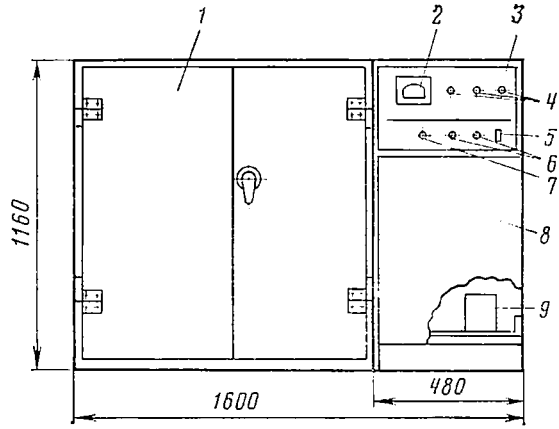


Рис. 31. Установка для проверки электрической прочности изоляции стиральных машин

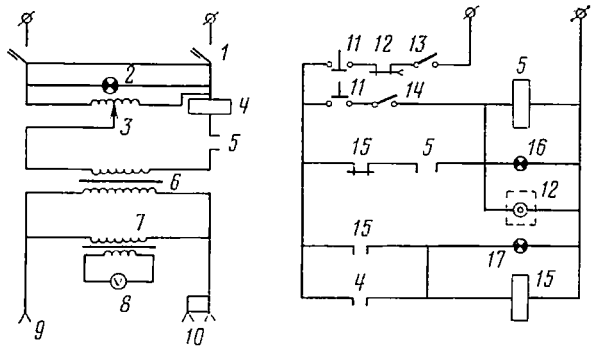


Рис. 32. Электрическая схема установки для проверки электрической прочности изоляции стиральных машин:

1 — автоматический выключатель; *2* — сигнальная лампа; *3* — ЛАТР; *4* — токовое реле; *5* и *15* — реле; *6* — повышающий трансформатор; *7* — понижающий трансформатор; *8* — вольтметр; *9* и *10* — высоковольтные розетки; *11* — кнопки управления; *12* — реле времени; *13* и *14* — блокировочные контакты; *16* — сигнальная лампа «высокое напряжение»; *17* — сигнальная лампа «пробой»

случае включает общий вид стенда или прибора, его конструктивную и электрическую схему.

Для проверки электрической прочности изоляции стиральных машин служит установка, схематически показанная на рис. 31.

Испытание изоляции электродвигателей стиральных машин на пробой производится при напряжении до 4000 В. Установка представляет собой металлический шкаф, состоящий из двух секций *1* и *8*. В секции *1* устанавливается испытываемая стиральная машина, в секции *8* находится повышающий трансформатор *9* и элементы схемы автоматики. На передней стенке шкафа находится пульт управления *3*, который состоит из вольтметра *2*, сигнальных ламп *4*, кнопок управления *6*, автоматического выключателя *5* и ЛАТРа *7*. Двери секции имеют автоматическую блокировку, которая не дает установке включаться при открытых дверях. При испытании первый кабель подключают к одному из выводов обмотки электродвигателя, а второй — к корпусу стиральной машины. Требуемое высокое напряжение устанавливают путем вращения ручки лабораторного автотрансформатора (ЛАТРа). Для контроля напряжения служит вольтметр, включенный через понижающий трансформатор. При нормальном состоянии изоляции реле времени автоматически отключает высокое напряжение через 60 с. В случае пробоя изоляции токовое реле отключит высокое напряжение и загорится сигнальная лампа (пробой). Электрическая схема установки показана на рис. 32.

Глава IV

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕМОНТНЫХ ЦЕХОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОСТАВ ПРОЕКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проектирование цехов по ремонту бытовой техники ведется в соответствии с нормами технологического проектирования, утвержденными Министерством бытового обслуживания населения РСФСР 14 октября 1968 г.

Проектирование предприятий (цехов) производится на основе проектного задания и может осуществляться в две стадии — технический проект и рабочие чертежи, или в одну стадию — технорабочий проект (технический проект, совмещенный с рабочими чертежами).

Технический проект состоит, как правило, из следующих частей:

общая пояснительная записка;

технико-экономическая часть;

генеральный план и транспорт;

технологическая часть с разделом «Автоматизация технологических процессов»;

организация труда и система управления производством;

строительная часть;

организация строительства;

сметная часть;

жилищно-гражданское строительство.

В дипломных проектах разрабатываются: а) технологическая часть, б) технико-экономическая часть и в) организация труда и

система управления производством. Последние две части в объяснительной записке к дипломному проекту объединяются в одну организационно-экономическую часть.

Технологическая часть проекта цеха включает разделы:

1) технология производства;
2) автоматизация технологических процессов;
3) электроснабжение и электрооборудование;
4) энергетические установки по сжатому воздуху, ацетилену, кислороду, газоснабжению и др.

§ 2. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ

Размер необходимых производственных площадей определяется числом и назначением рабочих мест на предприятии.

При расчете числа рабочих мест учитывается режим работы по сменам и количество ремонтов, выполняемых разъездными механиками и приемными пунктами. Число рабочих мест должно соответствовать максимальному числу работающих в смене.

Норма площади на одно рабочее место принимается, м²:

для ремонта:	
бытовых электроприборов	12
холодильников, стиральных машин, полотеров, пылесосов	20—15
металлоизделий (без сварки и гальваники)	25—18
для выездных мастеров (на одного мастера)	4

Необходимые площади для специальных работ, требующих изолированных помещений, указаны в табл. 11.

Таблица 11

Потребность в площадях для специальных работ

Вид работы	Необходимые площади (в м²) предприятий, обслуживающих население численностью, тыс. чел. (см. с. 129)			
	100/40	200/50	300/60	500/80
Сварка	Пост в общем зале	36	36	36
Окраска	18	18	36	36
Полировка	18	18	18	18
Металлопокрытие (гальваника)	18	36	36	36
Всего	54	108	125	126

При расчете необходимых площадей вспомогательных помещений, к которым относятся помещения экспедиции и промежуточных складов и помещения материальных складов (табл. 12), срок хранения изделий, поступивших в ремонт, принимается равным 4 дням и отремонтированных изделий — 4 дням, т. е. общий срок

Таблица 12

Расчет площадей экспедиции и промежуточных складов

Ремонтируемая техника	Количество ярусов	Норма площади на одно изделие, м²	Количество ремонтов в день/потребная площадь хранения (в м²) в зависимости от численности обслуживаемого населения, тыс. чел. (см. с. 129)						
			10/25	25/25	50/30	100/40	200/50	300/60	500/80
Холодильники . . .	1	0,5	1/4	1,7/6,8	3,2/12,8	6,7/26,8	11,2/44,8	16,6/66,4	27,2/108,8
Стиральные машины	1	0,36	0,9/2,65	1,6/4,4	2,8/8,06	5,2/20,8	10,0/28,8	14,7/42,34	24,2/69,7
Полотеры	3	0,09	0,7/0,5	1,1/0,8	2,0/1,44	3,7/2,66	7,0/5,04	10,3/7,42	17,0/10,24
Пылесосы	5	0,09	0,7/0,5	1,1/0,8	2,0/1,44	3,7/2,66	7,0/5,04	10,3/7,42	17,0/10,24
Металлоизделия . .	5	0,3	2/4,8	3,0/7,2	5,0/12,0	8,5/20,4	15,6/37,2	22,4/53,76	36,4/87,63
Прочие	5	0,01	6,5/0,56	10,0/0,8	16,2/1,3	29,0/2,32	52,8/4,22	76,6/6,13	125,0/10,0
Итого развернутой площади . .	—	—	13,01	20,8	37,04	75,64	125,1	183,47	296,34
Площадь с учетом хранения в ярусах	—	—	8,0	13,23	24,29	53,55	84,52	124,67	203,88
Площадь с учетом коэффициента использования $K = 0,5$	—	—	16,0	26,0	50,0	110,0	170,0	250,0	408,0

Расчет площадей материальных складов

Ремонтируемая техника	Количество ярусов	Норма площади для хранения одного комплекта запчастей, м²	Обслуживаемое население, тыс. чел. (см. с. 129)													
			10/25		25/25		50/30		110/40		200/50		300/60		500/80	
			Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²	Число комплектов запчастей	Развернутая площадь хранения, м²
Холодильники	5	0,4	21	8,4	37	14,8	67	26,8	141	56,4	237	94,8	350	140,0	575	230,0
Стиральные машины	5	0,3	18	5,4	33	9,9	59	17,7	111	33,3	210	63,0	310	93,0	510	153,0
Полотеры	5	0,08	13	1,04	26	2,08	41	3,28	7,7	6,16	147	11,75	217	17,36	357	28,56
Пылесосы	5	0,08	13	1,04	26	2,08	41	3,28	77	6,16	147	11,75	217	17,36	357	28,56
Металлоизделия	5	0,02	40	0,8	61	1,22	100	2,0	171	3,42	327	6,54	475	9,5	769	15,38
Прочие	5	0,001	137	0,14	207	0,21	342	0,34	611	0,6	1112	1,11	1615	1,62	2619	2,62
Итого развернутой площади	—	—	—	16,82	—	30,29	—	53,4	—	106,05	—	188,95	—	278,84	—	458,12
То же, с учетом хранения в ярусах	—	—	—	3,36	—	6,06	—	10,7	—	21,21	—	37,79	—	55,77	—	91,62
Коэффициент использования площади К=0,6	—	—	—	5,6	—	10,1	—	17,8	—	35,5	—	62,9	—	92,9	—	152,7
Вспомогательные материалы (5% от общей площади)	—	—	—	0,28	—	0,5	—	0,89	—	1,76	—	3,14	—	4,65	—	7,6
Собственные нужды предприятия (5% от общей площади)	—	—	—	0,28	—	0,5	—	0,89	—	1,76	—	3,14	—	4,65	—	7,6
Всего	—	—	—	6,0	—	11,0	—	20,0	—	39,0	—	69,0	—	102,0	—	168,0

хранения составляет 8 дней. При расчете учитывается, что мелкий ремонт, примерно 60% холодильников и стиральных машин, проводится на дому у заказчика. Коэффициент использования площади экспедиции и промежуточных складов $K=0,5$.

Для хранения одного изделия установлены следующие нормы площади:

	м²
холодильника	0,5
стиральной машины	0,36
полотера	0,09
пылесоса	0,09
металлоизделий	0,3
мелкой бытовой техники	0,01

Материальный склад предназначен для хранения запасных частей и других вспомогательных электротехнических материалов, необходимых для ремонта изделий бытовой техники, а также изделий и материалов, требующихся для нужд эксплуатации: инструментов, электроламп, бумаги, спецодежды и др.

Площадь материального склада определяется по месячной потребности в запасных частях. Для хранения вспомогательных материалов выделяется дополнительная площадь, равная 5% от площади, предназначенной под запасные части; для материалов, идущих на нужды эксплуатации, также требуется 5% от площади под запасные части.

Для расчета площади материального склада принимаются следующие нормы площади для хранения одного комплекта запчастей:

	м²
для холодильника	0,4
» стиральной машины	0,3
» полотера	0,08
» пылесоса	0,08
» металлоизделий	0,02

Данные по расчету площадей материальных складов приведены в табл. 13.

Запчасти для часов хранятся в сейфе. Хранение газов и жидкостей в баллонах, необходимых для ремонта холодильников, производится под навесом на территории предприятия.

Горючие и смазочные материалы (ГСМ) на крупных предприятиях (200/50, 300/60, 500/80) хранятся на складах, которые подбираются по соответствующим типовым проектам. На предприятиях с меньшим объемом ремонта ГСМ хранятся на складе материалов в специальных шкафах.

§ 3. СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ

Состав оборудования мастерских и цехов установлен нормами технологического проектирования предприятий бытового обслуживания населения по ремонту изделий бытовой техники в зависимости от численности обслуживаемого населения и должен быть уточнен в соответствии с конкретными требованиями проектного задания.

Согласно указанным нормам предприятия по ремонту бытовой техники условно делятся на 3 группы по количеству обслуживаемого населения города и прилегающего сельского населения.

Первая группа включает предприятия, обслуживающие:

а) 10 тыс. жителей города и 25 тыс. жителей прилегающих районов (10/25);

б) 25 тыс. жителей города и 25 тыс. жителей прилегающих районов (25/25);

в) 50 тыс. жителей города и 30 тыс. жителей прилегающих районов (50/30).

Ремонт бытовой техники на этих предприятиях производится путем замены вышедших из строя деталей и узлов новыми. Эти предприятия оснащены одним и тем же минимальным комплектом оборудования и приборов. Возрастающая программа годового ремонта должна выполняться путем увеличения коэффициента сменности и незначительного прироста площадей.

Вторая группа включает специализированные предприятия, обслуживающие:

а) 100 тыс. жителей города и 40 тыс. жителей прилегающих районов (100/40);

б) 200 тыс. жителей города и 50 тыс. жителей прилегающих районов (200/50).

В связи со значительной годовой программой ремонта и возможностью применения более совершенной технологии оборудование второй группы предприятий качественно и количественно отличается от оборудования предприятий первой группы.

Предприятия второй группы оснащены оборудованием для ремонта компрессионных холодильных агрегатов, ремонта электродвигателей и электроприборов, оборудованием для сварки, металлопокрытий (гальванопокрытия), шлифовки, окраски и др.

Третья группа включает предприятия, обслуживающие:

а) 300 тыс. жителей города и 60 тыс. жителей прилегающих районов (300/60);

б) 500 тыс. жителей города и 80 тыс. жителей прилегающих районов (500/80);

в) 500—800 тыс. жителей города и 100—200 тыс. жителей прилегающих населенных пунктов.

Особенностью производства предприятий третьей группы является большое количество ремонтов однотипных изделий, что позволяет применять методы поточного производства. Эта особенность определяет и состав оборудования этих предприятий. Предприятия третьей группы (500/80 и 300/60) оснащены комплектами специальных стендов для ремонта как компрессионных, так и абсорбционных холодильных агрегатов, специальными стендами и устройствами для ремонта других изделий бытовой техники, металлорежущим оборудованием, оборудованием для участков металлоизделий, сварки, а также подъемными механизмами.

Состав оборудования предприятий по ремонту бытовой техники приведен в табл. 14.

Таблица 14

Состав оборудования

№ п. п.	Наименование оборудования	Тип или марка	Количество единиц оборудования при обслуживании населения численностью, тыс. чел.						
			500/80	300/60	200/50	100/40	50/30	25/25	10/25
	Ремонт электробытовой техники								
1	Панель с розетками	—	2	2	1	1	—	—	—
2	Верстак для ремонта холодильников	ТХД-43	6	3	2	2	1	1	1
3	Электроизмерительный щит	ШЭ-59	10	5	5	3	2	2	2
4	Универсальный стенд для измерения параметров СМ	—	2	2	2	2	1	1	1
5	Стенд для ремонта стиральных машин	УПРС-1	4	4	3	2	1	1	—
6	Стеллаж для узлов и агрегатов	ТХД-47	2	2	—	1	—	—	—
7	Шкаф вытяжной для промывки деталей	—	2	2	2	1	1	1	1
8	Малогабаритный стенд для контроля ремонтных операций и зарядки холодильников	МС-2	2	2	2	1	1	1	—
9	Ванна для проверки на герметичность	636 235	1	1	1	1	—	—	—
10	Стенд для проверки и регулировки терморегуляторов	СТ-1	1	1	1	1	—	—	—
11	Вакуумметр водяной	ТХД-15	1	1	1	1	1	1	1
12	Окрасочная камера с поворотным кругом для окраски СМ	—	1	1	1	1	—	—	—
13	Верстак для ремонта пылесосов и полотеров	ТХД-42	9	3	4	2	2	2	2
14	Стол под оборудование	—	6	6	4	4	3	2	2
15	Станок настольно-сверлильный	НС-12А	2	2	1	1	1	1	1
16	Станок настольно-токарный	С1А	2	2	1	1	1	1	1
17	» для намотки якорей	—	1	1	1	1	1	—	—
18	Верстак для ремонта электродвигателей	ТХД-40	3	2	2	1	1	—	—
19	Шкаф сушильный	—	1	1	1	1	1	—	—
20	» вытяжной для пропитки	—	1	1	1	1	1	—	—
21	Стеллаж	ТХД-25	6	5	—	—	1	—	—
22	Станок намоточный	СРН-0,6	1	1	1	1	—	—	—
23	Установка для проверки приборов переменного тока	У1134	1	1	1	1	—	—	—
24	Верстак для ремонта электросчетчиков	ТХД-40	1	1	1	1	—	—	—
25	Станок вертикально-сверлильный	2Б118	1	1	—	—	—	—	—
26	Станок точильный двусторонний	332А	1	1	1	—	—	—	—

№ п. п.	Наименование оборудования	Тип или марка	Количество единиц оборудования при обслуживании населения численностью, тыс. чел.						
			500/80	300/60	200/50	100/40	50/30	25/25	10/25
27	Верстак для ремонта мелкой электробытовой техники	ТХД-40	4	2	4	1	—	—	—
28	Верстак для ремонта электробритв	ТХД-40	2	2	1	1	—	—	—
29	Электрическое точило	И-138А	2	2	1	1	1	1	1
30	Стеллаж	ТХД-28	—	—	7	3	1	1	1
	Ремонт холодильных агрегатов (компрессионных)								
1	Верстак	ТХД-43	5	3	—	—	—	—	—
2	Универсальный стенд для ремонта и заполнения компрессионных холодильников	УС-3М	1	1	—	—	—	—	—
3	Стенд с пультом	Б365 41 769	1	1	—	—	—	—	—
4	Стеллаж	ТХД-27	4	4	—	—	—	—	—
5	Стол под оборудование	ТХД-37	10	10	—	—	—	—	—
6	Электрическая печь муфельная для регенерации	МП-О	1	1	—	—	—	—	—
7	Шкаф для хранения баллонов	ТХД-21	2	2	—	—	—	—	—
8	Кабина для промывки в бензине компрессоров и статоров	—	1	1	—	—	—	—	—
9	Стол для сварочных работ	ТХД-35	1	1	—	—	—	—	—
10	Станок для сварки кожуха мотор-компрессоров	2511-621	1	1	—	—	—	—	—
11	Пульт проверки реле типа ДХР и РТП	6365-1767	1	1	—	—	—	—	—
12	Панель с розетками	ТХД-45	2	2	—	—	—	—	—
13	Пульт для проверки на хладопроизводительность	8365-1765	1	1	—	—	—	—	—
14	Галлоидный течеискатель	ГТН-2	1	1	1	1	—	—	—
15	Камера для галлоидного течеискателя	—	1	1	1	1	—	—	—
16	Приспособление для отрезки крышек кожуха мотор-компрессора	—	1	1	1	1	—	—	—
17	Приспособление для снятия мотора с вала компрессора	—	1	1	1	1	—	—	—
18	Приспособление для запрессовки ротора на вал компрессора	—	1	1	1	1	—	—	—
19	Приспособление для разборки и сборки мотор-компрессора	—	1	1	1	1	—	—	—
20	Пульт проверки на запуск и мощность	6365-1766	2	2	—	—	—	—	—

№ п. п.	Наименование оборудования	Тип или марка	Количество единиц оборудования при обслуживании населения численностью, тыс. чел.						
			500/80	300/60	200/50	100/40	50/30	25/25	10/25
21	Аппарат для промывки испарителей и конденсаторов	—	1	1	1	1	1	—	—
22	Стенд заполнения холодильных агрегатов	6366-1771	1	1	1	1	—	—	—
23	Подъемники для баллонов с фреоном	П-8	1	1	1	1	—	—	—
24	Пульт к стенду вакуумирования холодильных агрегатов	6365-1763	1	1	—	—	—	—	—
25	Стенд вакуумирования холодильных агрегатов	6365-1768	1	1	—	—	—	—	—
26	Сушильный шкаф	М-71	1	1	—	—	—	—	—
27	Установка для проверки на герметичность	6 363 235	1	1	—	—	1	1	1
28	Установка вакуумной сушки	М-70	1	1	—	—	—	—	—
29	Стол	Арт. 501	2	2	—	—	—	—	—
30	Пульт проверки компрессоров на производительность (и приспособления)	63 651 770, 6 363 236	2	2	—	—	—	—	—
31	Стенд проверки статора на электрическую прочность	63 651 772	1	1	—	—	—	—	—
32	Пробойная установка	УПУ-1М	1	1	—	—	—	—	—
33	Приспособление для запрессовки и выпрессовки статора мотор-компрессора	—	1	1	1	—	—	—	—
34	Пресс реечный ручной	—	2	2		—	—	—	—
35	Окрасочная камера для окраски шкафов и холодильных агрегатов	—							
36	Станок токарно-винторезный	ПТ-10	1	1	—	—	—	—	—
37	Преобразователь сварочный однопостовой	ПСТ-500	1	1	—	—	—	—	—
	Ремонт холодильных агрегатов (абсорбционных)								
1	Стеллаж для узлов и агрегатов	—	3	—	—	—	—	—	—
2	Верстак слесарный на одно рабочее место	—	1	—	—	—	—	—	—
3	Ванна для промывки аппаратов	—	1	—	—	—	—	—	—
4	Ванна для разрядки аппаратов	—	1	—	—	—	—	—	—
5	Шкаф сушильный	—	1	—	—	—	—	—	—
6	Дистиллятор	ЭР-2	2	—	—	—	—	—	—
7	Стенд для сварки без кондуктора	—	1	—	—	—	—	—	—
8	То же, с кондуктором	—	1	—	—	—	—	—	—
9	Ванна для проверки на герметичность	—	1	—	—	—	—	—	—

№ п. п.	Наименование оборудования	Тип или марка	Количество единиц оборудования при обслуживании населения численностью, тыс. чел.						
			500/80	300/60	200/50	100/40	50/30	25/25	10/25
10	Стенд для обжима бесштуцерных аппаратов	—	1	—	—	—	—	—	—
11	Стенд для рихтовки аппаратов после сварки	—	1	—	—	—	—	—	—
12	Стенд для зарядки диффузионных аппаратов	—	1	—	—	—	—	—	—
13	Шкаф для двух баллонов	—	2	—	—	—	—	—	—
14	Вакуум-насос	ВВН-3	1	—	—	—	—	—	—
	Ремонт металлонзделий								
1	Верстак дежурного электромонтера	ТХД-42	1	1	1	1	1	1	1
2	То же, слесаря	ТХД-41	1	1	1	1	—	—	—
3	Головка швейной машины со столом	Класс 22-В	1	1	1	1	—	—	—
4	Станок вертикально-сверлильный	2Б118	1	1	—	—	—	—	—
5	Верстак слесарный на одно рабочее место	ТХД-41	8	5	4	2	—	—	—
6	Настольно-копировальный станок для изготовления ключей	ТХД-41	1	1	1	1	—	—	—
7	Стол под оборудование	—	1	1	1	1	—	—	—
8	Станок горизонтально-фрезерный	6Н81Г	1	1	1	1	—	—	—
9	Тумбочка инструментальная	ТХД-39	3	3	2	2	—	—	—
10	Станок токарно-винторезный	ПТ-10	1	1	1	1	—	—	—
11	» поперечно-строгальный	7А33	1	1	—	—	—	—	—
12	Станок вертикально-сверлильный	2А135	1	1	1	1	—	—	—
13	Станок настольно-сверлильный	НС-12А	1	1	1	1	1	1	1
14	Стол под оборудование	ТХД-37	1	1	1	1	1	1	1
15	Станок для правки велосколес	—	1	1	1	1	—	—	—
16	Стеллаж для узлов и агрегатов	ТХД-27	2	2	2	3	1	1	1
17	Станок точильный двусторонний	332А	2	2	2	2	1	1	1
18	Станок комбинированный	1А95	—	—	—	—	1	1	1
	Участок металлопокрытий								
1	Ванна никелирования	—	1	1	1	1	—	—	—
2	» промывки в холодной воде	—	3	3	3	3	—	—	—
3	Ванна меднения	—	1	1	1	1	—	—	—
4	» декапирования	—	1	1	1	1	—	—	—

№ п.	Наименование оборудования	Тип или марка	Количество единиц оборудования, при обслуживании населения численностью, тыс. чел.						
			500/80	300/60	200/50	100/40	50/30	25/25	10/25
5	Ванна промывки в горячей воде	—	1	1	1	1	—	—	—
6	Ванна химического обезжиривания	—	1	1	1	1	—	—	—
7	Ванна снятия никеля	—	1	1	1	1	—	—	—
8	» хромирования	—	1	1	1	1	—	—	—
9	Выпрямительный агрегат	ВАКГ 12/6-600	1	1	1	1	—	—	—
10	Верстак	—	1	—	—	—	—	—	—
	Участок полировки								
1	Стеллаж	—	1	1	1	1	—	—	—
2	Стол для накатки полировальных кругов	—	1	1	1	1	—	—	—
3	Станок полировальный	С-42А	1	1	1	1	—	—	—
	Участок сварки								
1	Преобразователь сварочный однопостовый	ПСГ-500	1	1	1	—	—	—	—
2	Стол для сварочных работ	—	1	1	1	1	—	—	—
3	Машина для точечной сварки	АПТ-10	1	1	1	—	—	—	—
4	Стеллаж	—	1	1	1	1	2	—	—
	Участок окраски								
1	Шкаф для лакокрасочных материалов	—	1	1	1	1	—	—	—
2	Компрессор передвижной	0-38	1	1	1	—	—	—	—
3	Очиститель воздуха	МВО-1	1	1	1	—	—	—	—
4	Камера распылительная	—	1	1	1	—	—	—	—
5	Стол подготовки под окраску	—	1	1	1	1	—	—	—
	Грузоподъемные средства и транспорт								
1	Лифт грузовой	—	1	1	1	1	—	—	—
2	Кран-штабелер подвесной	КШП-125	3	3	2	1	—	—	—
3	Кран передвижной полноповоротный	«Пионер» М-2	1	1	1	1	—	—	—
4	Тележка ручная	ТР-0,25	2	2	2	2	1	1	1

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА

Расход газов в баллонах для ремонта холодильников определяется по нормам, указанным в табл. 15.

Таблица 15

Нормы расхода газов в баллонах на ремонт холодильников

Вид холодильника	Расход на один аппарат газов							
	азота, м³	фрсона, кг	аммиака, кг	аргона, м³	углекислого газа, м³	водорода, м³	ацетилена, м³	кислорода, м³
Компрессионные	—	0,31	—	—	0,1	—	0,04	0,06
Абсорбционные	0,5	—	0,35	0,03	—	0,3	0,04	0,06

Нормы расхода лакокрасочных и смазочных материалов приведены в табл. 16.

Таблица 16

Нормы расхода лакокрасочных и смазочных материалов

Ремонтируемые изделия	Нормы расхода (в кг) на одно изделие							
	грунтовки	шпатлевки	нитроэмали			растворители № 648	бензина	масла ХФ-12
			черной	белой	серой			
Шкаф холодильника . . .	1,5	0,5	0,2	0,34	—	0,43	—	—
Корпус стиральной машины	0,84	—	0,1	0,2	—	0,36	—	—
Компрессионный аппарат холодильника	—	—	0,3	—	—	0,36	0,15	0,3
Абсорбционный аппарат холодильника	—	—	—	—	0,25	0,3	—	—

При расчете расхода лакокрасочных и смазочных материалов принимается, что окраске подлежит 12% шкафов холодильников и корпусов стиральных машин и 50% компрессионных и абсорбционных аппаратов холодильников.

§ 5. ПЛАНИРОВКА ЦЕХА ПО РЕМОНТУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

В плане цеха указывается расположение производственных и вспомогательных отделений, бытовых и других помещений.

Производственные площади цехов определяются в соответствии с количеством рабочих мест из расчета 20—16 м² на одно рабочее место.

Площади для специальных работ, требующих изолированных помещений, назначаются в соответствии с данными табл. 11.

При планировке цеха следует обеспечить: 1) применение типовых сеток колонн и выполнение требований типовых проектов; 2) возможность расширения цеха при увеличении его программы; 3) расположение отделений в последовательности операций ремонта в целях программы достижения прямоточности производственного процесса; 4) расположение помещений для специальных работ (сварка, гальваника, окраска) вдоль наружных стен для удобства вентиляции этих помещений; 5) расположение бытовых помещений по торцу здания, чтобы избежать затемнения цеха с боковых сторон.

В соответствии с дипломным заданием студент показывает на плане компоновку цеха в целом. Планировка оборудования производится в соответствии с заданием или для всего цеха, или только для того отделения (участка), которое служит объектом детальной разработки. Расстановка оборудования на плане цеха указывается с соблюдением расстояний между оборудованием и элементами зданий (рис. 33).

Минимальные расстояния между станками и элементами конструкции здания следующие:

	Для мелких станков габаритом до 1800×800 мм	Для средних станков габаритом до 4000×2000 мм	Для крупных станков габаритом до 8000×4000 мм
Между станками вдоль линии их расположения *а* — рис. 33 (*1*)	700	900	1500
Между задними (тыльными) сторонами *б* — рис. 33 (*2*)	700	800	1200
Между задней стороной станка и стеной (или выступом конструкции здания) *в* — рис. 33 (*3*)	700	800	900
Между боковой стороной станка и стеной (или выступом) *г* — рис. 33 (*4*)	700	800	900
Между передней стороной станка и стеной (или выступом) при расположении рабочего между станком и стеной *д* — рис. 33 (*5*)	1300	1500	2000
Между задней стороной станка и колонной *е* — рис. 33 (*6*)	700	800	900
Между боковой стороной станка и колонной *ж* — рис. 33 (*7*)	700	800	900
Между передней стороной станка и колонной *з* — рис. 33 (*8*)	1300	1500	2000
Между станками при поперечном расположении к проезду фронтом друг к другу — рис. 33 (*9*):			
размер *и*	2000	2500	3000
размер *к*	1300	1500	—

Площадь конторских помещений цеха определяется из расчета 3,25 м² на каждого работающего в административных подразделениях цеха и 5 м² на один чертежный стол. Площадь кабинетов административно-технического персонала (начальника цеха, начальника отделения) составляет 10—15 м².

Площади кабинетов, конторских помещений и комнат отдыха зависят от числа рабочих мест в цехе:

Число рабочих мест	Площадь кабинета, м²	Площадь конторского помещения, м²	Площадь комнаты отдыха, м²
20	0	12	8
50	9	16	15
100	18	24	30
150	32	36	50
200	40	36	65

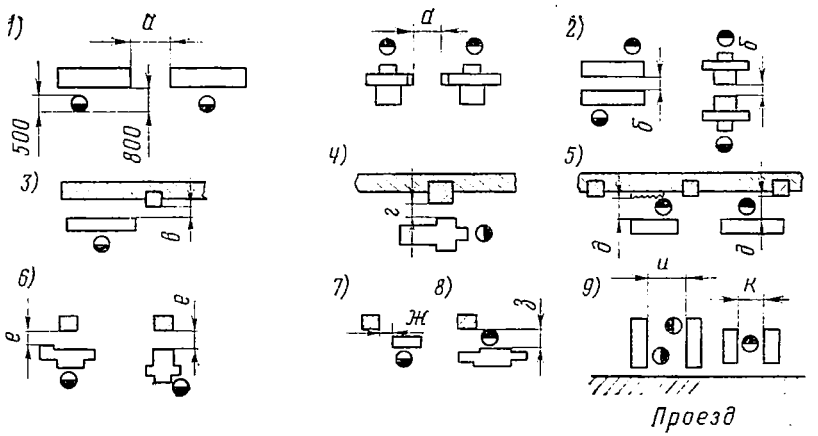


Рис. 33. Минимальное расстояние между металлообрабатывающими станками и элементами конструкции здания

В соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН 245—63) отделения по ремонту бытовой техники должны иметь следующий состав бытовых помещений: гардеробные, умывальные, санузлы и душевые. Для работающих в отделениях окраски, сварки, гальваники и полировки необходимо иметь, кроме указанных бытовых помещений, также помещения для обезвреживания рабочей одежды.

Гардеробные проектируются для закрытого хранения одежды (в шкафах) по числу работающих во всех сменах, по норме 0,5 м² на одного работающего.

Умывальные помещения помещаются смежно с гардеробными из расчета 1 кран на 20 человек работающих в смене.

Душевые располагаются также смежно с гардеробными из расчета 1 душевая сетка на 20 человек работающих в смене и

должны иметь дополнительное помещение для переодевания (3 места на 1 душевую сетку). Расчетная норма — 0,42 м² на одного работающего, с учетом всех работающих. Уборные размещаются на каждом этаже или через этаж, если число работающих на двух смежных этажах не превышает 30. При уборных обязательно должны быть умывальники.

Согласно действующим противопожарным нормам (Госстрой СССР. Строительные нормы и правила, ч. II, раздел А. Глава 5. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений СН и П II.А. 5—70) цехи и отделения по ремонту бытовой техники по степени пожарной опасности относятся к категориям, указанным в табл. 17, и требуют соответствующей отделки полов, стен и потолков.

Таблица 17

Категории помещений и требования к их отделке

Наименование помещения	Противопожарные категории	Рекомендуемая отделка помещений		
		Полы	Стены	Потолки
Склад ГСМ	А	По типовому проекту	По типовому проекту	По типовому проекту
Отделение окраски с применением нитрокрасок и растворителя № 648	А	Метлахская плитка	Панель из глазурованной плитки, выше—бутадиенстирольная окраска по штукатурке	Побелка
Отделение газовой сварки	Г	Бетонные	Бутадиенстирольная окраска	
Отделение ремонта СБТ	Д	Плитки ПХВ	То же	»
Отделения металлопокрытий (гальваника)	Д	Кислотостойкие плитки	Панель из глазурованной плитки, выше—бутадиенстирольная окраска по штукатурке	»
Экспедиция и склад СБТ	Д	Плитки ПХВ	Бутадиенстирольная окраска	»
Склад запасных частей и материалов для ремонта СБТ	Д	То же	То же	»
Приемный пункт СБТ	Д	»	Отделка по специальному заданию	Отделка по специальному заданию

Государственным институтом по проектированию предприятий бытового обслуживания населения (Гипробытпром) разработан ряд типовых проектов предприятий службы быта. К числу типовых проектов специализированных предприятий по ремонту предметов сложной бытовой техники относятся проекты № 408-14-22,

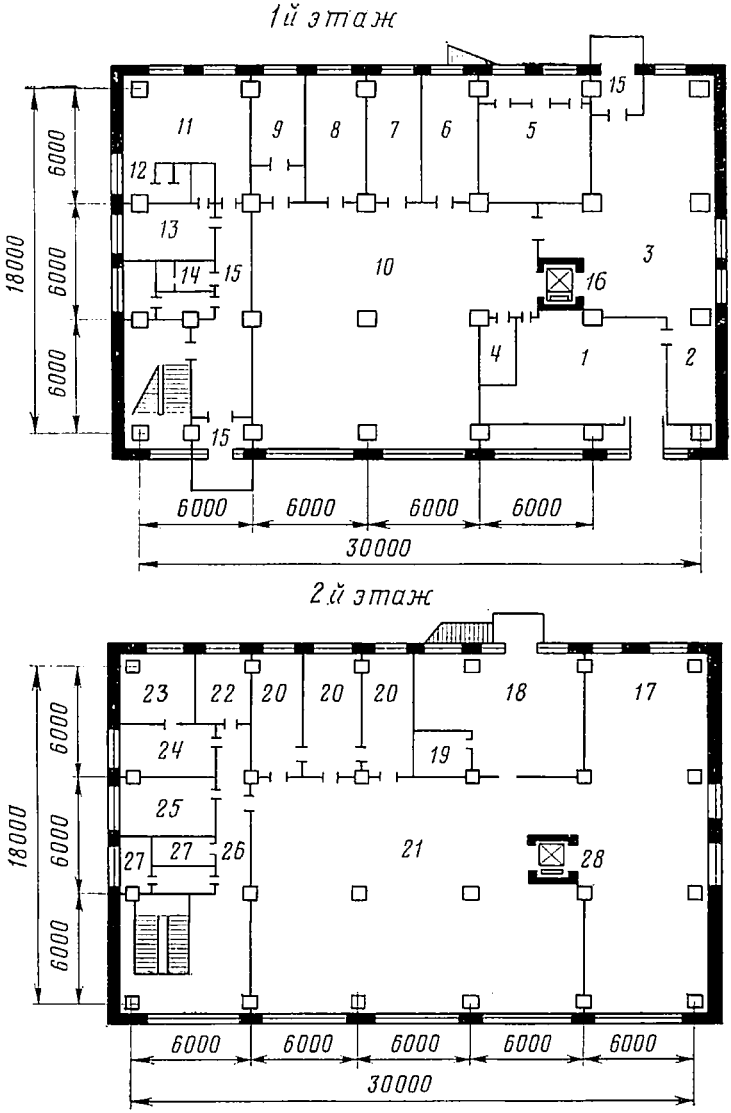


Рис. 34. План специализированного предприятия по ремонту сложной бытовой техники:

1 — приемный пункт; *2* — кладовая; *3* — экспедиция, склад материалов и запчастей; *4* — щитовая; *5* — камера приточной вентиляции и бойлерная; *6* — участок полировки; *7* — участок металлопокрытий; *8* — камера вытяжной вентиляции и тепловой ввод; *9* — участок окраски; *10* — отделение ремонта металлоизделий; *11* — мужской гардероб; *12* — душевые кабины и преддушевая; *13* — женский гардероб; *15* — коридор и тамбуры; *17* — экспедиция, склад материалов и запчастей; *18* — отделение ремонта часов, фотоаппаратуры и оптики; *19* — участок мойки часов; *20* — отделение ремонта радио- и телеаппаратуры; *21* — отделение ремонта изделий электробытовой техники; *22* — диспетчерская; *23* — кабинет директора; *24* — контора; *25* — комната приема пищи; *26* — коридор; *14, 27* — санузлы; *16, 28* — грузовой лифт

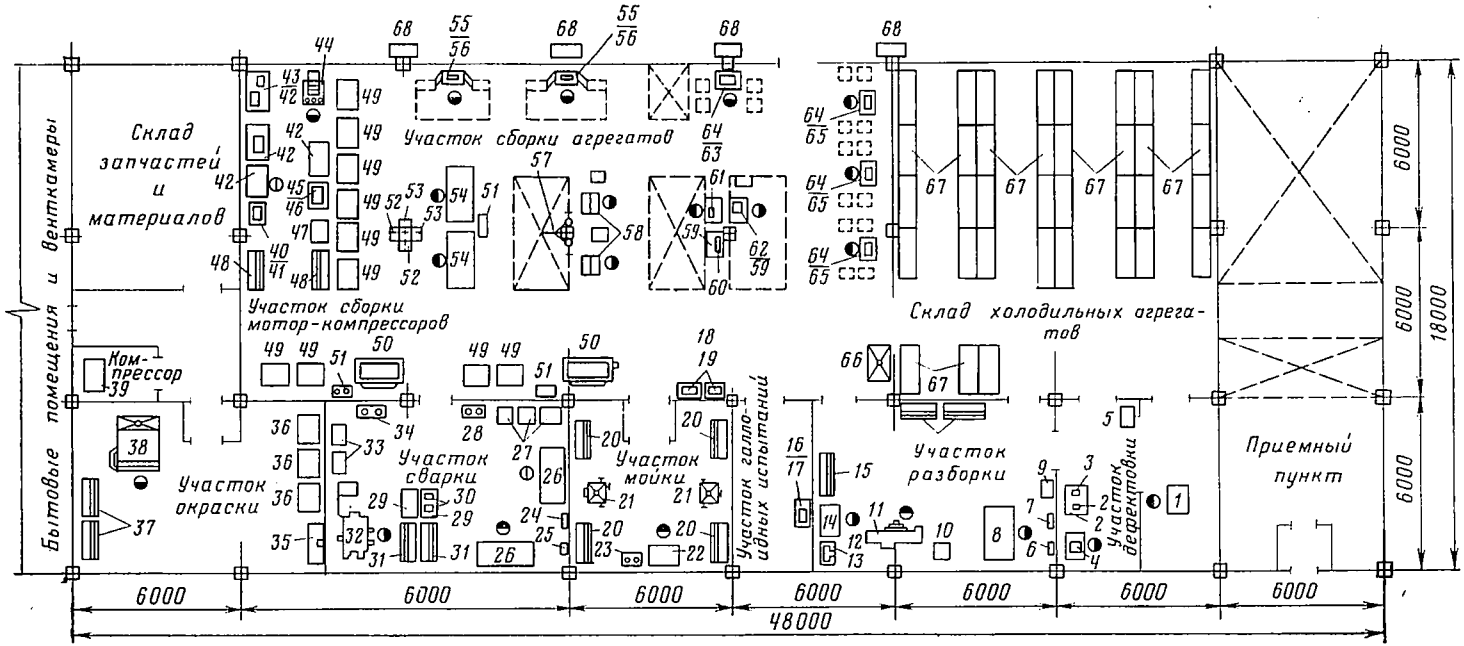


Рис. 35. Схема размещения оборудования по ремонту агрегатов домашних холодильников

408-14-23, 408-14-24 для городов с населением соответственно 100, 200 и 300 тыс. человек и 40, 50 и 60 тыс. прилегающего населения, проект № 408-14-58 для предприятия по ремонту бытовых машин и приборов с производственной программой 910 тыс. руб. в год и др. Кроме того, Гипробытпромом разработан ряд типовых проектов унифицированных блоков специализированных предприятий бытового обслуживания (унифицированный блок А), в производственную программу которых входит и ремонт сложных бытовых машин и приборов. К числу этих проектов относятся: типовой проект № 4-08-255 для городов с населением 100 тыс. жителей и 40 тыс. прилегающего населения, типовой проект № 408-14-12 для городов с населением 200 тыс. жителей и 50 тыс. прилегающего населения и др.

На рис. 34 представлен план специализированного предприятия по ремонту предметов сложной бытовой техники (типовой проект № 408-14-22). Здание предприятия двухэтажное, каркасное, размером в плане 18×30 м, с сеткой колонн 6×6 м; высота этажа 4,8 м. Общая годовая производственная программа предприятия 345 тыс. руб. (в том числе ремонт электробытовой техники — 93,3 тыс. руб.). Количество работающих — 90 человек, в том числе производственных рабочих — 77 человек.

Полезная площадь помещений — 1028 м², в том числе производственная площадь — 550 м². Общая сметная стоимость — 125 тыс. руб.; стоимость технологического оборудования — 46,7 тыс. руб.

На основе технологического процесса ремонта разрабатывается технологическая схема размещения оборудования. В качестве примера на рис. 35 показана технологическая схема размещения оборудования цеха по капитальному ремонту агрегатов домашних холодильников мощностью 6,6 тыс. шт. в год, а спецификация оборудования приведена в табл. 18.

Технологическая схема предусматривает размещение цеха по капитальному ремонту агрегатов домашних холодильников компрессионного типа на первом этаже производственного корпуса с сеткой колонн 6×6 м, шириной 18 м и общей длиной, занимаемой под ремонт холодильных агрегатов, 49 м (без учета административно-бытовых помещений и вентиляционных камер).

В основу схемы размещения оборудования заложена технология капитального ремонта холодильных агрегатов компрессионных домашних холодильников, разработанная НИТХИБом.

Технологическая схема ремонта холодильного агрегата представлена на рис. 36. В соответствии со схемой в составе цеха предусматриваются следующие помещения: приемный пункт, участки дефектовки, разборки, галлоидных испытаний, мойки, сварки, окраски, сборки мотор-компрессоров, сборки агрегатов, компрессорная, склад запасных частей и материалов, склад холодильных агрегатов. Работа цеха должна быть организована в две смены.

Подлежащие ремонту холодильные агрегаты поступают в приемный пункт цеха, где на участке дефектовки производится опре-

Спецификация оборудования

№ позиции (см. рис. 35)	Наименование	Тип или марка	Краткая техническая характеристика	Количество, шт.	Вес, кг	Мощность, кВт	
						единицы	общая
	Приемный пункт, участок дефектовки						
1	Стол	Арт. 501	1200×750×760 мм	2	—	—	—
2	Мегомметр	1101М	500В	1	—	—	—
3	Амперметр	30-30	—	1	—	—	—
4	Галлоидный течеискатель	ГТИ-3	—	1	—	0,1	0,1
5	Тележка для перевозки агрегатов	н/о	600×800×900 мм	45	—	—	—
	Участок разборки						
6	Газораздаточный пост на одну точку подключения для ацетилена	но	Типовой проект 05—68—00	1	27,5	—	—
7	Кислородный пост на одну точку подключения	но	То же	1	24,7	—	—
8	Верстак для сварочных работ	н/о 2229	2000×1000×800 мм	1	126	—	—
9	Ванна для масла	но	600×400×600 мм	1	—	—	—
10	Ящик для крышек компрессора	но	700×500×600 мм деревянный	1	—	—	—
11	Станок токарно-винторезный	ЛТ-10	— 520 РНЦ-960	1	1000	1,7	1,7
12	Пресс ручной винтовой	—	Усилие 1500 кг	1	—	—	—
13	Стол под пресс	н/о 2282	700×500×800 мм	1	—	—	—
14	Стол	Арт. 501	1200×750×760 мм	1	—	—	—
15	Стеллаж	но	1400×500×2025 мм	3	146	—	—
	Участок галлоидных испытаний						
16	Галлоидный течеискатель	ГТИ-3		1	—	0,1	0,1
17	*Стол под прибор*	но 2245	800×600×800 мм	1	65	—	—
	Участок мойки						
18	Стол под прибор	но 2245	800×600×800 мм	1	65	—	—
19	Пульт управления стендом промывки	6365, 1789	—	2	—	—	—
20	Стеллаж	—	1400×500×2025 мм	4	146	—	—
21	Стенд промывки компрессоров, статоров, конденсаторов, испарителей, трубопроводов	6365, 1769	—	2	—	—	—
22	Стол	Арт. 501	1200×750×760 мм	1	—	—	—
23	Подставка для баллонов с азотом	—	—	1	—	—	—
	Участок сварки						
24	Газораздаточный пост на одну точку подключения для ацетилена	но	Типовой проект 05—68—00	1	27,5	—	—
25	Кислородный пост на одну точку подключения	но	То же	1	24,7	—	—

№ позиции (см. рис. 35)	Наименование	Тип или марка	Краткая техническая характеристика	Количество, шт.	Вес, кг	Мощность, кВт	
						единицы	общая
26	Верстак для сварочных работ	н/о 2229	2000 × 1000 × 800 мм	2	126	—	—
27	Установка для ручной дуговой сварки	УДАР-300	Сварочный ток 50—3000А	1	—	30 кВА	30 кВА
28	Шкаф для баллонов с аргоном	н/о	1100 × 300 × 1850 мм	1	130	—	—
29	Стол	н/о	1000 × 700 × 800 мм	2	—	—	—
30	Шкаф сушильный	Ш-005М	250° С	2	55	2,0	4,0
31	Стеллаж	н/о	1400 × 500 × 2025 мм	2	146	—	—
32	Полуавтомат для сварки кожуха компрессора	М-550	1400 × 500 × 2025 мм	1	—	0,74	0,74
33	Однопостовой сварочный преобразователь	ВС-300	Номинальный ток 300А, напряжение 30В	1	—	—	—
34	Шкаф для баллонов с углекислым газом	н/о	1100 × 300 × 1850 мм	1	130	—	—
	Участок окраски						
35	Шкаф для хранения лакокрасочных материалов	н/о	1500 × 600 × 1750 мм	1	208	—	—
36	Сушильный шкаф	М-71	1500 × 600 × 1750	3	—	2,0	6,0
37	Стеллаж	н/о	1400 × 500 × 2025 мм	2	140	—	—
38	Камера для окраски	н/о	Максимальный размер изделия 1000 × 800 × 750 мм	1	1089	2; 2,7	4,7
	Компрессорная						
39	Компрессор передвижной	О-38М	Производительность 29 м³/ч	1	200	4,5	4,5
	Участок ремонта мотор-компрессора						
40	Пресс ручной винтовой		Усилие 1500 кгс	1	—	—	—
41	Стол под станок	н/о 2282	700 × 500 × 800 мм	1	—	—	—
42	Стол	Арт. 501	1200 × 750 × 760 мм	4	—	—	—
43	Стенд проверки компрессора на производительность	6365, 1770	—	1	—	0,3	0,3
44	Установка вакуумирования мотор-компрессора	М-70	—	1	—	0,5; 0,35; 0,6	1,45
45	Стенд проверки статора на электрическую прочность	6365, 1772	—	1	—	—	—
46	Стол под прибор	н/о 2245	800 × 500 × 800 мм	1	65	—	—
47	Пробойная установка	УПУ-1М	—	1	—	1,0	1,0
48	Стеллаж	н/о	1400 × 500 × 2025 мм	2	146	—	—
	Участок сборки агрегатов						
49	Сушильный шкаф	М-71	—	10	—	2,0	20,0
50	Ванна для проверки на герметичность	6365, 235	1600 × 780 × 800 мм	2	—	0,3	0,6
51	Подставка для баллонов с азотом			2	—	—	—
52	Кислородный пост на одну точку подключения	н/о	Типовой проект 05—68—00	1	24,7	—	—

№ позиции (см. рис. 35)	Наименование	Тип или марка	Краткая техническая характеристика	Количество, шт.	Вес, кг	Мощность, кВт	
						единицы	общая
53	Газораздаточный пост на одну точку подключения для ацетилена	н о	Типовой проект 05—68—00	1	27,5	—	—
54	Верстак для сварочных работ	—	2000 × 1000 × 800 мм	2	126	—	—
55	Стенд предварительного вакуумирования агрегата	6365; 1768	—	2	—	0,6	1,2
56	Пульт к стенду предварительного вакуумирования	ВТ-2	—	2	—	0,1	0,2
57	Подъемник фреоновых баллонов	П-8	—	2	—	—	—
58	Установка заполнения холодильных агрегатов	6365; 1771	—	2	—	1,2	2,4
59	Стол	Арт. 501	1200 × 750 × 760 мм	3	—	—	—
60	Пульт проверки реле	6365; 1763	—	1	—	0,2	0,2
61	Мегомметр	4101 м	500В	1	—	—	—
62	Пульт проверки холодильного агрегата на запуск и потребляемую мощность	6365; 1776	—	1	—	0,3	0,3
63	Пульт проверки на холодопроизводительность	6365; 1775	—	1	—	0,8	0,8
64	Стол под прибор	н о 2245	800 × 600 × 800 мм	4	—	—	—
65	Стенд обкатки холодильных агрегатов	6365; 1764	—	3	—	0,8	2,4
66	Зонт для подкраски холодильных агрегатов	н о.	1200 × 800 мм	1	—	—	—
	Склад холодильных агрегатов						
/	Стеллаж	н о	1800×1700×2000 мм	35	—	—	—
	Прочее						
68	*Шкаф для хранения* газовых баллонов	н/о	1100 × 300 × 1850 мм	4	130	—	—

деление неисправностей при помощи мегомметра, секундомера, амперметра и галлоидного течеискателя. Затем составляется дефектная ведомость и холодильный агрегат отправляется на склад. На складе холодильные агрегаты до ремонта и после ремонта хранятся на стеллажах. По мере необходимости агрегаты со склада отправляют на ремонтные участки цеха.

На участке разборки из доставленного холодильного агрегата выпускается фреон и сливается масло. На верстаке *8* (см. рис. 35) агрегат разбирается (распаивается) на узлы и детали, для чего предусмотрены газораздаточные посты ацетилена и кислорода. Разрезка кожуха мотор-компрессора производится на токарном станке *11*, а его разборка — на соседних рабочих местах при помощи ручного пресса и соответствующих приспособлений.

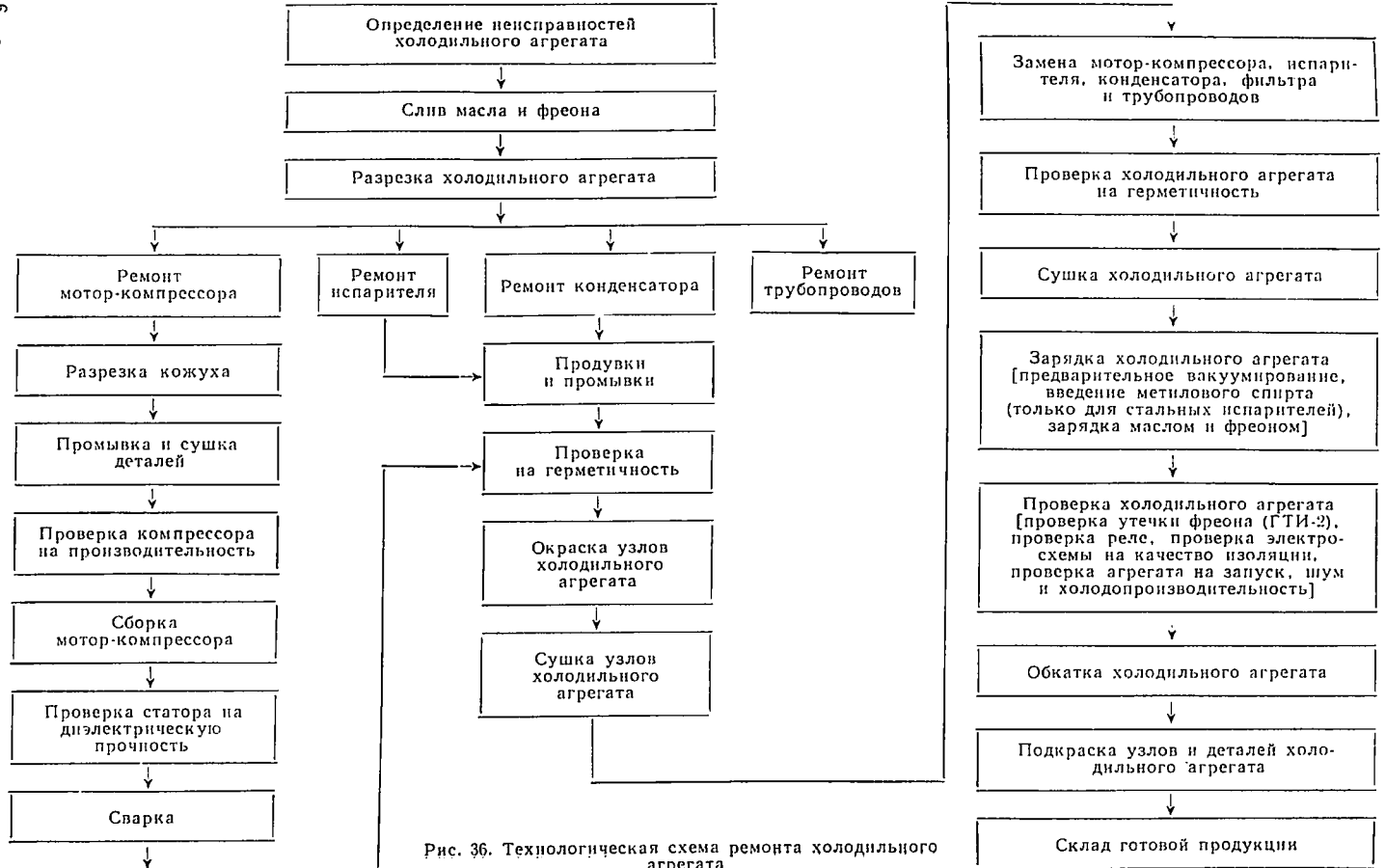


Рис. 36. Технологическая схема ремонта холодильного агрегата

На участке (мойки) установлены два стенда промывки *21* компрессоров, статоров, конденсаторов, испарителей и трубопроводов. Продувка азотом производится на столе *22*.

На участке (сварки) выполняются сварочные работы, связанные с ремонтом конденсаторов, испарителей, для чего предусмотрены пост аргоно-дуговой сварки и ацетилено-кислородный пост.

Ремонт испарителей и конденсаторов с помощью составов на основе эпоксидных смол производится на верстаке *26* с последующей естественной сушкой на стеллаже *31*.

Для сварки кожуха компрессора в среде углекислого газа установлен полуавтомат М-550.

Проверка после сварки конденсаторов, испарителей и компрессоров на герметичность и последующая их сушка производятся в ванне *50* с горячей водой и в сушильных шкафах *49*, расположенных рядом с участком сварки.

Для сушки коллекторов с силикагелевым патроном предназначены сушильные шкафы *30*.

Разрезанные, разобранные и промытые детали мотор-компрессора поступают на участок для ремонта, сборки и испытания. Для выполнения указанных работ на участке установлены рабочие столы *42*, пресс ручной *40*, стенд *43* проверки компрессоров на производительность, установка *44* вакуумирования мотор-компрессора и стенд *45* проверки статора на электрическую прочность.

Для окраски и последующей сушки мотор-компрессоров, конденсаторов и испарителей предусмотрена камера для окраски *38* и сушильные шкафы *36*. Нанесение лакокрасочного покрытия производится методом пневматического распыления. Мотор-компрессоры и конденсаторы окрашиваются черной эмалью № 68, а испарители — лаком УВЛ-3.

Все окрашенные и высушенные детали и узлы холодильного агрегата сосредоточиваются перед сборкой (пайкой) на участке сборки агрегатов и размещаются в сушильных шкафах *49*, откуда, по мере необходимости, поступают на верстаки *54* для сборки (пайки).

Рядом с верстаками *54* предусмотрены газораздаточные посты для ацетилена и кислорода на два рабочих места *52*, *53*. Все газораздаточные посты для ацетилена и кислорода *6*, *7*, *24*, *25*, *52*, *53* питаются от баллонов, установленных в шкафах *68* вне помещения цеха.

Собранные агрегаты проверяются в ванне *50* на герметичность и затем отправляются в сушильные шкафы *49*. После сушки агрегаты подвергаются вакуумированию на стендах *55*, заполнению маслом, метиловым спиртом и фреоном-13 на установках *58* и отправляются на участок галлоидных испытаний для проверки на утечку фреона и шум.

Далее холодильный агрегат перевозится к рабочим столам *59*, где проверяются: на пульте *60* — реле, мегомметром — сопротивление изоляции и на пульте *62* — на запуск и потребляемую мощность. На пульте *63* холодильный агрегат проверяется на хладо-

производительность, а на стендах *65* производится его обкатка. Предусмотрено место под зонтом *66* для подкраски кистью отдельных поврежденных мест агрегата.

Готовый холодильный агрегат отправляется на склад.

§ 6. ПЛАНИРОВКА РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА

Компоновка цеха должна обеспечивать расположение отделений в соответствии с последовательностью ремонтных операций. В начале цеха, поперек его пролетов, следует располагать демонтажное отделение, склад деталей, подлежащих ремонту, и заготовительное отделение со складом материалов. Далее, в продольных (параллельных) пролетах, помещается станочное и электроремонтное отделения и затем, вдоль или поперек этих пролетов, располагаются промежуточные склады для готовых сменных деталей и запасных частей и слесарно-сборочное отделение.

Инструментальную раздаточную кладовую и заточное отделение целесообразно разместить в средней части цеха.

Отделения, требующие специальных помещений (для сварки, окраски, для нагревательных печей, горнов, ванн и др.), следует разместить отдельно, отгородив их капитальной стеной от остальных помещений цеха.

Расположение оборудования станочного отделения производится по типам станков с учетом последовательности обработки наиболее трудоемких типовых деталей. Производственные площади на 1 станок составляют 15—20 м².

При расстановке станков следует руководствоваться правилами охраны труда и существующими нормативами.

Расстояния между станками и колоннами, а также между станками вдоль линии их расположения и по ширине главного проезда показаны на рис. 33.

В слесарно-сборочном отделении устанавливаются оборудованные для слесарной обработки верстаки, верстаки для сборки узлов и общей сборки ремонтируемых машин, около которых располагаются верстаки с необходимым оборудованием (сверлильные станки, прессы и др.) и столы для деталей и узлов собираемых машин и агрегатов.

Примерное отношение площадей отделений цеха к площади станочного отделения составляет:

	%
демонтажного	15—20
слесарно-сборочного (включая окрасочный и испытательный участки и экспедицию)	65—70
склада заготовок и металла с заготовительным отделением	6—7
промежуточных складов	7—9
склада запасных частей и вспомогательных материалов	5—7
инструментально-раздаточного склада и заточного отделения	5—6
мест мастеров	1—2

Слесарно-сборочное отделение включает участки: общей сборки (занимающей 60—70% от общей площади этого отделения), узловой

сборки (25—20% от общей площади отделения), испытательный (6—4% от общей площади), окрасочный и экспедиции (9—6% от общей площади).

Площадь отделений, требующих изолированных помещений (для сварки, жестяницко-медницких работ, кузнечных работ и др.), определяется в соответствии с планировкой оборудования и рабочих мест. Площадь этих отделений может быть определена укрупненно в процентном отношении к общей площади механического и слесарно-сборочного отделений:

	%
котельно-сварочного отделения	5—7
жестяницко-медницкого	1,0—1,5
кузнечного	3,5—5
отделения металлопокрытий	2,5—3

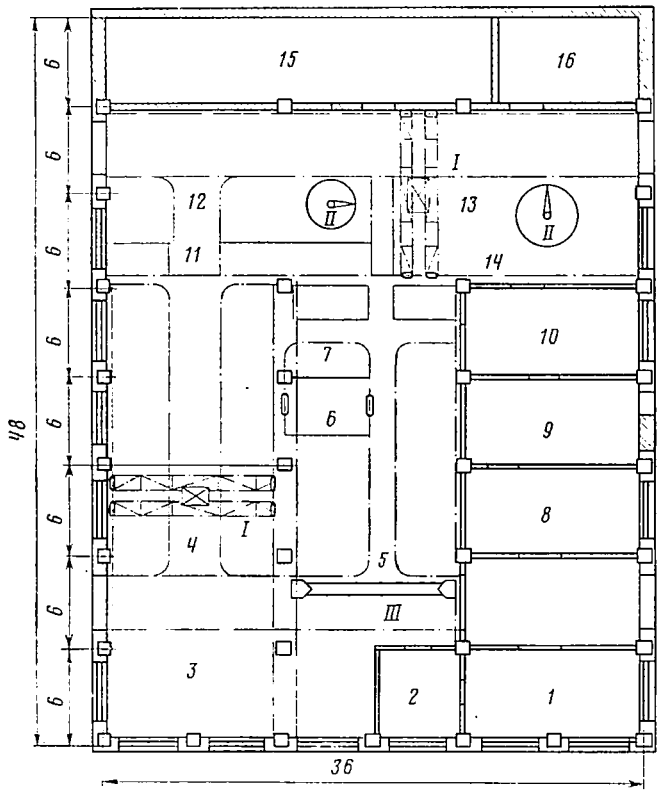


Рис. 37. План ремонтно-механического цеха:

1 — склад заготовок и заготовительное отделение; *2* — склад деталей, подлежащих ремонту; *3* — разборочно-промывочное отделение; *4* и *5* — станочное отделение; *6* — инструментально-раздаточный склад; *7* — замочное отделение; *8* — кузнечное отделение; *9* — сварочное и жестяницко-медницкое отделения; *10* — электроремонтное отделение; *11* — промежуточный склад; *12* — узловая сборка; *13* — общая сборка; *14* — испытания и окраска; *15* — бытовые помещения; *16* — склад запасных и сменных частей; *I* — мостовые краны 10 т; *II* — поверхностные консольные краны; *III* — кран-балка

Ремонтно-механический цех располагается в отдельном здании или в одном здании с другими цехами предприятия. Ширина пролетов принимается равной 18 и 24 м, шаг колонн 6 (у наружных стен) и 12 м, высота до нижней выступающей точки перекрытия при наличии подвесных кран-балок — 7,2 и 8,4.

Отделения горячей обработки (кузнечное, котельно-сварочное, жестяницко-медницкое) располагаются в одном пролете, отделенном от остальной части цеха капитальной стеной и имеющем несгораемое перекрытие.

Пример планировки ремонтно-механического цеха показан на рис. 37.

§ 7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Технологическая часть дипломного проекта содержит расчет потребляемой цехом электроэнергии, сжатого воздуха, воды, пара и газа. Исходными данными для расчета служат данные о расходе каждого вида энергии в зависимости от вида работы, режима и мощности оборудования, план цеха и др.

Расчет расхода силовой электроэнергии и электроэнергии на освещение. Силовая электроэнергия в цехах по ремонту бытовой техники расходуется на работу электродвигателей, станков, испытательных стендов, аппаратов сварки и других токоприемников.

Мощность токоприемников и осветительных нагрузок в зависимости от программы предприятия приведена в табл. 19.

Таблица 19

Мощность токоприемников и осветительных нагрузок

Численность обслуживаемого населения, тыс. чел.	Установленная мощность оборудования и приборов		Установленная мощность вентиляции, кВт	Всего		Осветительные нагрузки с учетом пусковых устройств
	кВт	кВа		кВт	кВа	
10/25	8,1	—	2,8	10,9	—	4,87
25/25	8,1	—	4,0	12,1	—	5,85
50/30	16,48	—	4,0	20,48	—	7,61
100/40	106,85	2,0	15,2	122,05	2.0	17,64
200/50	120,14	12,0	17,9	138,04	12,0	29,63
300/60	189,34	12,0	26,2	215,54	12,0	48,23
500/80	209,94	12,0	35,2	244,94	12,0	73,84

Примечание. Данные относятся к 1970 г.

Имея данные по установленной мощности оборудования и вентиляции $\Sigma N_{уст}$, следует определить активную мощность на шинах низкого напряжения

$$N_а = K_с \sum N_{уст},$$

где $K_с$ — коэффициент спроса, учитывающий недогрузку (по мощности) и неодновременность работы токоприемников; значение $K_с$ изменяется в пределах 0,25—0,32 и уточняется по опытным данным.

Годовой расход силовой электроэнергии $W_е$ равен

$$W_е = \Sigma N_а F_д K_з \text{ кВт·ч},$$

где $\Sigma N_а$ — сумма активных мощностей на шинах низкого напряжения, кВт;

$F_д$ — действительный годовой фонд времени работы оборудования для двух смен, ч;

$K_з$ — коэффициент загрузки оборудования (по времени); среднее значение $K_з$=0,75.

Характеристики освещенности принимаются по нормам СН-245—63 (Строительные нормы и правила, глава II—В-6. Искусственное освещение и Нормы искусственного освещения для предприятий машиностроения), утвержденным Постановлением ЦК профсоюза рабочих машиностроения от 22 июня 1960 г.

Основанием для расчета расхода электроэнергии на освещение служит следующая мощность осветительных нагрузок, установленная по видам предприятий с учетом пусковых устройств (по состоянию на 1970 г.):

тыс. чел.	кВт	тыс. чел.	кВт
10/25	4,87	200/50	29,63
25/25	5,85	300/60	48,23
50/30	7,61	500/80	73,84
100/40	17,64		

Количество электроэнергии, используемой на освещение производственных, вспомогательных и бытовых помещений в условиях средней полосы принимается равным 2100 ч; для лабораторий, складских помещений, КБ и технологических отделов — 500 ч. Общегодовой расход электроэнергии по цеху определяется суммированием годового расхода силовой и осветительной электроэнергии.

Водоснабжение. В цехе ремонта бытовой техники вода расходуется на технологические цели, хозяйственные и бытовые нужды. Основными потребителями воды для технологических целей являются гальваника, окраска и ванны опрессовки. Часовой и суточный расход воды для различных видов водопотребляющего оборудования в зависимости от программы цеха приведен в табл. 20.

Общий расход воды в сутки $Q_{в1}$ на нужды технологии для предприятий с различной программой ремонта бытовой техники (см. табл. 20) составляет:

тыс. чел.	м³	тыс. ч	м³
100/40	5,38	300/60	17,09
200/50	11,76	500/80	26,25

Кроме того, следует учитывать расход воды на приготовление эмульсии из расчета 4—5 л в смену на 1 металлорежущий станок. При двухсменной работе расход воды на 1 станок в сутки $Q_{в2}$ составит 10 л или 0,01 м³, а учитывая количество металлорежущего

Таблица 20

Расход воды для нужд технологии (в м³) для предприятий второй и третьей групп

Водопотребители	Количество водопотребителей	Режим водопотребления	100 40		200 50		300 60		500 80	
			в час	в сутки	в час	в сутки	в час	в сутки	в час	в сутки
Ванна для проверки на герметичность	1	Периодически	—	1,2	—	1,2	—	1,2	—	1,2
Ванна для промывки в холодной воде	3	Непрерывно	0,6	3,8	0,67	76	0,6	10,0	0,6	14,0
Ванна для промывки в горячей воде	1	1 раз в 2 часа	0,6	0,77	0,6	1,4	0,6	2,1	0,6	3,5
Ванна химического обезжиривания	1	Периодически	—	0,06	—	0,12	—	0,15	—	0,25
Машина для точечной сварки АПТ-10	1	Непрерывно	—	—	0,36	0,72	0,36	1,4	0,36	2,2
Распылительная кабина для окраски	1	»	—	—	0,36	0,72	0,36	1,4	0,36	2,2
Приспособление для сварки кожуха компрессора	1	»	—	—	—	—	0,06	0,84	0,06	1,2
Ванна для проверки на герметичность	1	Периодически	—	—	—	—	—	1,2	—	1,2
Ванна опрессовки испарителя	1	»	—	—	—	—	—	—	—	0,5
Дистиллятор	1	Непрерывно	—	—	—	—	—	—	0,023	0,36
Всего			1,2	5,38	1,92	11,76	1,98	17,09	1,98	26,25

Примечание. Напор в сети у потребителя 0,5 атм.

оборудования в зависимости от программы предприятия, расход воды на приготовление эмульсии в сутки составит:

тыс. чел.	м³	тыс. чел.	м³
100/40	5,38	300/60	17,09
200/50	11,76	500/80	26,25

Общий расход воды по цеху в год на технологические цели составляет

$$Q_в = (Q_{в1} + Q_{в2})\, F_{д.с},$$

где $F_{д.с}$ — действительный годовой фонд времени работы оборудования, выраженный в количестве суток (число рабочих дней в году).

Расход воды в день для хозяйственных и бытовых нужд $Q_{х.б}$ определяется из расчета 25 л на каждого работающего. Для рабочих, принимающих душ, следует учитывать дополнительно по 40 л на одну процедуру. Число принимающих душ можно укрупненно принять в количестве 70% от числа работающих в цехе.

Пар. Годовая потребность пара на отопление и вентиляцию определяется по формуле

$$Q_п = \frac{q_п HV}{540 \cdot 1000},$$

где $q_п$ — расход тепла на 1 м³ здания, ккал/ч; при наличии принудительной вентиляции $q_п$=25—30 ккал/ч;

H — количество часов в отопительном сезоне, ч/год; для средней полосы СССР H=4320 ч/год;

540 — среднее теплосодержание 1 кг пара, ккал/кг;

V — внутренний объем здания цеха, м³.

Пар для технологических целей в цехах по ремонту бытовой техники не применяется. Ванны отделения металлопокрытия работают с электроподогревом.

Сжатый воздух, газ. Сжатый воздух расходуется при окраске пневматическим распылением, для очистки узлов и деталей при ремонте, для работы пневматических инструментов. При окраске пневматическим распылением на один распылитель расходуется примерно 0,15 м³/мин.

В цехах по ремонту бытовой техники используется один передвижной компрессор производительностью 0,5 м³/мин.

Расход газа на технологические нужды приведен в табл. 15.

§ 8. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ

Технологическое проектирование цехов и участков включает разработку мероприятий по обеспечению требований техники безопасности, промышленной санитарии и противопожарной техники. Мероприятия по обеспечению требований техники безопасности и

промышленной санитарии можно разделить на две группы: 1) мероприятия, связанные непосредственно с выполнением конкретного технологического процесса; 2) общие мероприятия.

Мероприятия, связанные со специфическими особенностями при работе на конкретном технологическом оборудовании при выполнении отдельных технологических процессов, включают: 1) обеспечение электрической безопасности при работе; 2) защиту от рентгеновских или других радиоактивных излучений; 3) принятие мер по борьбе с шумом и вибрациями; 4) обеспечение безопасности при работе с агрессивными жидкостями; 5) обеспечение безопасности при эксплуатации сосудов, работающих под высоким давлением, сосудов со сжиженными газами и др.; 6) обеспечение безопасности при работе по монтажу и сборке ремонтируемых изделий, при проведении транспортных и такелажных работ; 7) обеспечение безопасной работы на металлообрабатывающем оборудовании (защитные устройства, ограждающие движущиеся части станков, предохраняющие от стружки и др.).

К числу общих мероприятий относятся: 1) рациональная планировка производственных площадей с обеспечением необходимой кубатуры помещений; 2) соблюдение норм размещения производственного оборудования; 3) обеспечение чистоты воздуха и нормального температурного режима производственных помещений; 4) обеспечение естественной и принудительной вентиляции; 5) обеспечение достаточной освещенности рабочих мест; 6) обеспечение работающих санитарно-гигиеническими помещениями (туалеты, умывальные, душевые и др.) и рациональное размещение этих помещений.

Все работающие в ремонтном цехе должны пройти подготовку по технике безопасности. В инструкции по технике безопасности при ремонте, особенно с применением электрических подъемных механизмов, электрифицированных слесарно-монтажных устройств, особое внимание должно быть обращено на электробезопасность работ (наличие и исправность защитных устройств, заземление, ограждение неизолированных токоведущих частей и т. п.), обеспечение работающих предусмотренными по нормам спецодеждой, защитными очками и др.

К числу противопожарных мероприятий относятся: 1) определение категории пожарной опасности производства; 2) обеспечение необходимого количества эвакуационных выходов и дверей нормированной ширины; 3) определение номенклатуры и расчет необходимого количества средств тушения огня (пожарные краны на внутреннем пожарном водопроводе, огнетушители густопенные и с жидким углекислым газом, ящики с песком и др.); 4) противопожарная блокировка электрооборудования.

Глава V

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА РЕМОНТНОГО ЦЕХА

§ 1. СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ЧАСТИ

При выполнении дипломного проекта студент должен руководствоваться тем, что ни одно техническое решение производственных задач не может находиться в отрыве от организации данного производства. Эффект от внедрения передовой техники и прогрессивной технологии достигается лишь при создании соответствующих организационных условий, обеспечивающих наилучшее, комплексное решение задач повышения эффективности производства.

Организационная часть проекта должна содержать следующие вопросы:

1) определение объема ремонтных работ;

2) обоснование типа производства и выбор присущего данному типу метода организации ремонтных работ;

3) выбор и обоснование форм и методов обслуживания населения;

4) организационные расчеты при поточно-операционном или бригадном методах организации ремонтных работ; расчет такта; расчет потребного количества оборудования (рабочих мест) и определение его загрузки; определение численности основных рабочих; расчет и построение графиков работы линии, участка или цеха; расчет заделов (незавершенного производства); выбор необходимых транспортных средств, определение параметров поточной линии;

5) разработка мероприятий на научной организации труда на рабочем месте;

6) разработка организации технического контроля;

7) определение состава и количества вспомогательных рабочих, ИТР, служащих, МОП и составление схемы управления цехом (участком);

8) разработка вопросов организации заработной платы.

Расчет объема ремонтных работ

Приступая к технологическому проектированию цеха, дипломант прежде всего должен определить номенклатуру и объем ремонтных работ.

Проектирование цехов по ремонту бытовой техники производится в соответствии с нормативными данными, в основу которых лежит учет парка машин и приборов, находящихся в пользовании населения, количество ремонтов, приходящихся на единицу машины или прибора, и средняя стоимость ремонта.

Парк машин определяется по данным об их количестве, приходящемся на 100 семей.

Обеспеченность бытовыми машинами и приборами в расчете на 100 семей составила по РСФСР в 1970 г.: холодильников 33 шт., стиральных машин 52 шт., а в 1975 г. составит: холодильников 64, стиральных машин 81.

Парк машин у населения определяется по формуле

$$П = \frac{QK_с}{100} \text{ шт.},$$

где Q — обеспеченность машинами в расчете на 100 семей, шт.;
$K_с$ — количество семей.

Объем услуг по ремонту бытовых машин и приборов в год определяется по формуле

$$Q_п = П_п N_в C_в,$$

где $Q_п$ — объем услуг по ремонту данного вида приборов, руб.;
$П_п$ — парк приборов данного вида, шт.;
$N_в$ — число ремонтов в год на единицу прибора данного вида;
$C_в$ — средняя стоимость одного ремонта прибора данного вида, руб.

Примерная средняя стоимость одного ремонта и число ремонтов на единицу в год следующие:

	Средняя стоимость одного ремонта, руб.	Число ремонтов на единицу в год
Холодильники	10,25	0,14
Стиральные машины	8,73	0,03
Пылесосы и полотеры	6,02	0,086
Кинофотоаппаратура	4,73	0,63
Часы	2,84	0,26

При проектировании цехов по ремонту оборудования предприятий бытового обслуживания населения обоснование объема ремонтных работ производится на основе инвентаризации оборудования и деления его на группы по моделям. По единой системе ППР определяется длительность ремонтного цикла, межремонтных и межосмотровых периодов, а также и структура ремонтного цикла, категория сложности ремонта оборудования. Объем ремонтных работ может быть выражен в единицах ремонтной сложности в натуральном или стоимостном выражении.

Обоснование типа производства и выбор метода организации ремонтных работ

На предприятиях по ремонту бытовой техники существует три типа производства ремонтных работ: единичное, серийное и массовое, которые обусловлены степенью специализации и количеством однородных заказов. Каждому из них присущи свои методы организации производства: соответственно индивидуальный, бригадный и поточно-операционный. Наиболее прогрессивными из них являются бригадный и поточно-операционный.

Тип производства может быть определен по коэффициенту серийности

$$K_с = \frac{N_{дет.-оп}}{C_{пр}} \text{ или } K_с = \frac{t_{шт}}{R},$$

где $N_{дет.-оп}$ — количество деталеопераций, выполняемых в цехе;
$C_{пр}$ — принятое количество рабочих мест в цехе;
$t_{шт}$ — затраты времени на ведущей операции, мин;
R — такт поточной линии, мин/шт.

Коэффициент серийности показывает, сколько деталеопераций приходится на одно рабочее место, т. е. степень специализации рабочих мест. Если $K_с \leqslant 1$ — производство массовое, $K_с > 1$ — производство серийное, $K_с > 20$ — производство единичное.

После расчета коэффициента серийности в зависимости от определенного типа производства выбирается метод организации ремонтных работ.

Выбор и обоснование форм и методов обслуживания населения

Основными организационными формами удовлетворения потребностей населения в услугах по ремонту бытовых машин и приборов в настоящее время являются:

обслуживание населения (прием в ремонт бытовых машин и приборов и выдача их владельцу после выполнения ремонтных работ) непосредственно в мастерских (цехах), где производятся ремонтные работы;

обслуживание населения на стационарных приемных пунктах;

обслуживание населения с помощью выездных бригад механиков и передвижных приемных пунктов;

обслуживание населения на дому (ремонт и профилактическое обслуживание).

При выполнении дипломного проекта студент должен выбрать и обосновать формы обслуживания населения, определить, какие работы будут производиться на дому или в приемном пункте и какие в проектируемом цехе.

Расчеты при поточно-операционном методе организации ремонтных работ

В зависимости от степени непрерывности процесса поточные линии подразделяются на непрерывно-поточные и прерывно-поточные (прямоточные). В зависимости от количества наименований обрабатываемых изделий и те и другие линии могут быть однопредметными и многопредметными.

При проектировании однопредметных поточных линий расчеты начинаются с такта линии.

Расчет такта (в мин/шт.) производится по формуле

$$R = \frac{F_д \cdot 60}{N},$$

где $F_д$ — годовой действительный фонд работы оборудования (рабочих мест);
N — проектируемая годовая производственная программа в натуральном выражении.

Годовой действительный фонд работы оборудования — время, в течение которого станок должен находиться в работе,— определяется по формуле

$$F_д = F_н S K,$$

где $F_н$ — номинальный фонд времени, ч;
S — сменность работы оборудования;
K — коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте.

$$F_н = \left(\frac{F_к}{D_н} \cdot T_1\right) - D_п T_2,$$

где $F_к$ — календарный годовой фонд времени в днях;
$D_н$ — число дней в неделе;
$D_п$ — число праздничных дней в году, не совпадающих с выходными днями;
T_1 — продолжительность рабочей недели в часах;
T_2 — число часов работы в смену.

Коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте, практически находится в пределах 0,93—0,95.

После расчета такта поточной линии проводится технологическая синхронизация. Под технологической синхронизацией понимаются мероприятия, направленные на достижение равенства (кратности) между длительностью операций, выполняемых на поточной линии, и расчетным тактом работы линии. Технологической синхронизации можно достигнуть проведением следующих мероприятий:

комплектованием технологически неделимых операций в организационные, кратные или равные такту;

перегруппировкой переходов технологически неделимых операций;

применением более производительного оборудования и механизированной технологической оснастки на более трудоемких операциях;

ужесточением режимов обработки;

оборудованием рабочих мест стационарными подъемно-транспортными устройствами с целью сокращения вспомогательного времени и т. д.

Проводя технологическую синхронизацию, студент должен стремиться к наиболее полной синхронизации, так как полная синхронизация означает достижение полной пропорциональности и непрерывности производственного процесса. При достижении полной синхронизации организуется непрерывно-поточная линия. Если же нет возможности осуществить полную синхронизацию,

т. е. трудоемкость операций остается не равной или не кратной такту, организуется прерывно-поточная линия.

Количество потребного оборудования (рабочих мест), необходимого для выполнения заданной годовой программы при установленном технологическом процессе, определяется по формуле

$$C_р = \frac{t_{шт}}{R},$$

где $C_р$ — расчетное количество оборудования (рабочих мест);
$t_{шт}$ — норма штучного времени на операции, мин;
R — расчетный такт поточной линии, мин/шт.

Полученное расчетное количество оборудования (рабочих мест) может быть дробным. Путем округления расчетного количества до ближайшего большого целого числа получаем их принятое количество $C_{пр}$. При расчетах допускается перегрузка рабочих мест не более чем на 10%. Если на данной операции нет многостаночного обслуживания, расчетное количество оборудования $C_р$ округляется до меньшего целого числа.

Отношение расчетного количества рабочих мест к принятому есть коэффициент загрузки рабочих мест, он определяется по формуле

$$K_з = \frac{C_р}{C_{пр}}.$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест определяется по формуле

$$K_{з.ср} = \frac{\sum C_р}{\sum C_{пр}}.$$

Если средний коэффициент загрузки не меньше 0,75, организация поточной линии считается целесообразной; при коэффициенте загрузки меньше 0,75 требуется пересмотр производственной программы в сторону ее увеличения или же пересмотр технологического процесса.

Построение графика загрузки рабочих мест при проектировании непрерывно-поточной линии производится в системе координат XY. По оси абсцисс X располагают номера операций и рабочих мест, по оси ординат Y откладывают проценты загрузки рабочих мест. Средний процент загрузки показывают контрастно горизонтальной линией через весь график.

Определение численности основных рабочих при проектировании поточно-операционных методов организации ремонтных работ может быть произведено методом расстановки их по рабочим местам с учетом организации многостаночного обслуживания и совмещения профессий.

$$P_р = \frac{C_р}{H_о},$$

где $C_р$ — расчетное количество оборудования или рабочих мест;
$H_о$ — норма обслуживания единиц станков, стендов и т. п.

Норма обслуживания показывает, сколько станков (стендов и т. п.) может обслуживать один рабочий одновременно, и определяется по формуле

$$H_о = \frac{t_{м.-а}}{t_{зан}} + 1 \quad \text{или} \quad H_о = \frac{t_{маш} - t_{а.\,н}}{t_{зан}} + 1,$$

где $t_{м.-а}$ — машинно-автоматическое время работы оборудования, мин;

$t_{зан}$ — время занятости рабочего, мин;

$t_{маш}$ — машинное (основное) время, мин;

$t_{а.\,н}$ — время активного наблюдения за работой станка, мин.

Машинно-автоматическое время работы оборудования — это непрерывное время работы одного станка, в течение которого не требуется присутствия рабочего.

$$t_{м.-а} = t_{маш} - t_{а.\,н}.$$

Время занятости рабочего определяется следующим путем:

$$t_{зан} = t_{всп} + t_{а.\,н} + t_{пер},$$

где $t_{всп}$ — вспомогательное время, мин;

$t_{а.\,н}$ — время активного наблюдения, мин;

$t_{пер}$ — время перехода рабочего от станка к станку, мин.

При времени занятости, большем, чем время машинно-автоматической работы ($t_{зан} > t_{м-а}$), норма обслуживания принимается равной единице, однако при исчислении количества рабочих необходимо проверить возможность параллельного обслуживания оборудования на двух смежных операциях. Это определяется соотношением свободного времени оператора на первой операции и потребного времени для обслуживания станка на второй операции и т. д.

Для проверки правильности расчетов о возможности организации многостаночного обслуживания необходимо построить циклограммы работы многостаночников.

Цикл многостаночного обслуживания на непрерывно-поточных линиях должен обязательно быть равным или кратным такту линии. На прерывно-поточных (прямоточных) линиях цикл принимается равным оперативному времени при условии, что многостаночное обслуживание организуется на одной операции. Если многостаночник выполняет несколько операций на нескольких станках, то цикл обслуживания принимается равным наибольшему оперативному времени. В отдельных случаях цикл многостаночного обслуживания на прерывно-поточных линиях может быть принят равным или кратным такту поточной линии.

После определения расчетной численности рабочих на каждой операции необходимо рассмотреть возможность совмещения профессий, затем определить явочное количество основных рабочих.

Расчет графика работы прерывно-поточной линии начинается с определения периода обслуживания R_o. Под периодом обслуживания линии понимается промежуток времени, в течение которого производится выравнивание производительности рабочих мест на операциях, объединенных в поточную линию. Величина периода обслуживания устанавливается в зависимости от трудоемкости и массы изготовляемого (ремонтируемого) изделия.

При этом исходят из следующих условий: при небольшом периоде обслуживания затрудняется работа операторов-совместителей, при значительном во времени периоде обслуживания увеличиваются оборотные заделы и соответственно незавершенное производство.

Практика работы предприятий показала, что период обслуживания может колебаться в пределах от 30 мин до целой смены.

После выбора периода обслуживания определяется время работы рабочих мест за период обслуживания и строится график работы линии.

При наличии многостаночного обслуживания работа станков на графике должна показываться параллельно (станки должны одновременно начинать и заканчивать работу). В случае недогрузки рабочих мест (при отсутствии многостаночного обслуживания) надо поступить следующим образом: недогрузить лишь одно рабочее место (при полной загрузке других) и определить возможность перехода рабочего на недогруженное рабочее место другой операции (совмещение профессий).

Под заделами (незавершенным производством) понимаются детали или изделия, которые находятся в стадии обработки или сборки на различных операциях или между ними.

Технологический задел представляет собой детали, находящиеся на рабочих местах в процессе их обработки, и определяется по формуле

$$Z_{\text{тех}} = \sum_{1}^{m} C_{\text{пр}} a,$$

где m — количество операций на линии;
$C_{\text{пр}}$ — принятое количество рабочих мест на каждой операции;
a — количество деталей, одновременно находящихся в обработке на данном рабочем месте.

Транспортный задел представляет то количество деталей, которые находятся в процессе транспортировки внутри линии, и рассчитывается по формуле

$$Z_{\text{тр}} = P\,(m-1),$$

где P — величина передаточной партии с операции на операцию;
m — количество операций на линии.

Страховой задел необходим для обеспечения ритмичности работы линии на случай непредвиденных нарушений в подаче дета-

лей или аварий. Практически его величина принимается равной 10—15% от суточного выпуска.

$$Z_{стр} = 10 - 15\% \, N_{сут}.$$

При ремонте бытовой техники этот вид заделов, как правило, отсутствует.

Оборотные заделы возникают между смежными операциями только на прерывно-поточных (прямоточных) линиях в результате различной трудоемкости их выполнения и отсутствия синхронизации потока или различного времени начала их выполнения. Оборотные заделы могут быть рассчитаны различными методами. Однако наиболее удобно этот расчет выполнять на основании составленного ранее графика работы линии, на котором отмечаются критические точки, лежащие внутри периода обслуживания. Они фиксируют момент включения или выключения рабочих мест из работы.

Величина оборотных заделов (задел между 1-й и 2-й операциями) определяется по следующей формуле:

$$Z_{об1-2} = \frac{T_к C_1}{t_{шт\,1}} - \frac{T_к C_2}{t_{шт\,2}},$$

где $T_к$ — отрезок времени совместной работы от начала периода обслуживания до 1-й критической точки, до 2-й и т. д.;

C_1 и C_2 — количество рабочих мест, работающих в течение времени от начала периода обслуживания до критической точки;

$t_{шт1}$ и $t_{шт2}$ — нормы штучного времени на 1-й и 2-й операциях.

Если в результате расчета величина оборотного задела получается со знаком плюс, то это означает возрастание его за расчетный отрезок времени, т. е. на предыдущей операции может быть обработано больше изделий, чем на последующей.

Если задел получается со знаком минус, это значит, что возникает потребность создания задела на начало периода обслуживания, так как на предыдущей операции обрабатывается за расчетный отрезок времени изделий меньше, чем требуется их на последующей операции для непрерывной работы.

После расчетов оборотных заделов между всеми операциями линии строится график движения оборотных заделов или же этот график совмещается с графиком работы линии.

Суммарный задел на линии определяется по формуле

$$Z_{общ} = Z_{тех} + Z_{тр} + Z_{стр} + Z_{об}.$$

В него включаются только те оборотные заделы, которые имеются на начало периода обслуживания, т. е. со знаком минус.

На выбор транспортных средств влияют следующие факторы:

масса, габариты и конструктивные особенности изделия;

количественный выпуск изделий, узлов и деталей в единицу времени, что дает возможность определить массу одновременно находящихся изделий на транспортном устройстве, а отсюда и необходимую мощность привода, требуемую производительность транспортного устройства;

принятый способ межоперационной передачи (поштучно или партиями), характеристика и размер необходимой тары;

конструктивные особенности здания, где будет действовать транспортное устройство.

Для прерывно-поточных линий применяются наклонные и винтовые желоба, рольганги, скаты, склизы, тележки, электротельферы и т. д.

Для непрерывно-поточных линий наиболее эффективным видом транспорта является конвейер. Конвейеры по своему назначению подразделяются на два вида: распределительные и рабочие. Распределительный конвейер осуществляет только транспортировку изделий от одного рабочего места к другому. Рабочий конвейер, осуществляя транспортные функции, служит одновременно совокупностью рабочих мест, на которых осуществляются производственные операции без снятия изделий с конвейера.

Ремонтно-механические цехи должны быть снабжены такими подъемно-транспортными механизмами, как мостовые краны, подвесные балочные краны (кран-балки), монорельсовые подвесные пути с тельфером, поворотные консольные краны с ручными или электрическими талями, электрические и ручные тележки.

В станочном отделении цеха устанавливаются подвесные кран-балки, которые обслуживают также демонтажное и слесарно-сборочное отделение. Такое использование кран-балок особенно удобно при расположении этих отделений в одну линию. Дополнительно к подвесным кран-балкам в этих отделениях следует устанавливать поворотные консольные краны для обслуживания операций демонтажа, сборки и станочного парка. Грузоподъемность поворотных консольных кранов — электрических талей 0,5—2 т, подвесных кран-балок — 1—5 т. Количество кран-балок — 1 кран на 30—40 м пролета, поворотных кранов — 1 кран на 2 станка или 2 сборочных места; количество тележек — 1—2 шт. на цех. Из большого многообразия транспортных средств в каждом конкретном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который наиболее рационально и экономично обслуживал бы данное производство. Принятие в проекте определенного вида транспорта должно быть обосновано и подтверждено необходимыми технико-экономическими расчетами.

Основными параметрами непрерывно-поточной линии являются шаг, длина поточной линии и скорость движения конвейера. Под шагом поточной линии понимается расстояние между осями двух смежных рабочих мест.

Длина поточной линии (в м) определяется следующим образом:

$$L = nl_0,$$

где l_0 — средний шаг конвейера, м;
n — количество рабочих мест на линии.

Скорость движения конвейера (в м/мин) определяется по формуле

$$v = \frac{l_0}{R},$$

где R — расчетный такт линии, мин/шт.

Переменно-поточная (многопредметная) линия получила свое название от перемены объекта обработки при чередовании запуска на линию предметов обработки или сборки с различной трудоемкостью. Такая линия работает не по среднему расчетному такту, а по частным тактам, которые определяются для каждого предмета в отдельности.

Кроме того, определяется размер нормативных партий и периодичность их запуска и выпуска. Например, на переменно-поточной линии изготовляются четыре изделия (А, Б, В, Г).

Годовая программа выпуска:

Изделия	шт.
А	24 000
Б	36 000
В	12 000
Г	48 000

Трудоемкость изготовления:

Изделия	мин
А	20
Б	30
В	10
Г	15

1. Определяем месячную программу

по	изделию	А	24 000 : 12 = 2000 шт.
»	»	Б	36 000 : 12 = 3000 шт.
»	»	В	12 000 : 12 = 1000 шт.
»	»	Г	48 000 : 12 = 4000 шт.

2. Определяем трудоемкость месячной программы:

по	изделию	А	2000 · 20 = 40 000 мин;
»	»	Б	3000 · 30 = 90 000 мин;
»	»	В	1000 · 10 = 10 000 мин;
»	»	Г	4000 · 15 = 60 000 мин.

По всем изделиям трудоемкость месячной программы составляет 200 000 мин.

3. Определяем удельный вес каждого изделия в общей программе в процентах, принимая трудоемкость месячной программы всех изделий за 100%:

Изделия А 200 000 — 100%
40 000 — x

$$x = \frac{40\,000 \cdot 100}{200\,000} = 20\%;$$

Изделия Б 45%;
» В 5%;
» Г . . . . 30%.

4. Определяем количество дней работы по каждому изделию в месяц. Допустим, что общее количество рабочих дней в месяце — 20 дней, тогда на выпуск изделий должно затрачиваться времени:

изделия А 20 — 100%;
x — 20%;

$$x = \frac{20 \cdot 20}{100} = 4 \text{ дня};$$

изделия Б . . . . . 9 дней;
» В . . . . . 1 день;
» Г . . . . . 6 дней.

5. Определим среднесуточную программу:

по изделию А 2000 : 4 = 500 шт;
» » Б 3000 : 9 = 333 шт;
» » В 1000 : 1 = 1000 шт;
» » Г 4000 : 6 = 666 шт.

6. Определяем частотные такты повременно-поточной линии:

$$\text{изделие } A \; R_{\text{А}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 20}{N_{\text{А}} \cdot 100},$$

где $F_{\text{д}}$ — годовой действительный фонд времени работы оборудования (рабочих мест), мин;

$N_{\text{А}}$ — годовая программа выпуска изделий А в натуральном выражении;

$\frac{20}{100}$ — удельный вес изделия А в общем выпуске (20%);

$$\text{изделие Б } R_{\text{Б}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 45}{N_{\text{Б}} \cdot 100};$$

$$\text{изделие В } R_{\text{В}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 5}{N_{\text{В}} \cdot 100};$$

$$\text{изделие Г } R_{\text{Г}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 30}{N_{\text{Г}} \cdot 100}.$$

7. На основании справочных таблиц определяется период запуска-выпуска каждого изделия и строится график запуска-выпуска изделий.

Принятое количество рабочих мест и численность основных рабочих принимается по каждой операции на основе наиболее трудоемкого изделия. Например, расчетное количество рабочих мест на первой операции:

по изделию А . . . 1,2
» » Б . . . 2,4
» » В . . . 1,6
» » Г . . . 1,8

Отсюда принятое количество рабочих мест на данной операции будет равно трем (наиболее трудоемкое на данной операции изделие Б).

Все дальнейшие расчеты на переменно-поточной линии производятся по типу или непрерывно-поточного производства, если достигнута технологическая синхронизация процесса, или по типу прерывно-поточного производства.

Расчеты при бригадном методе организации ремонтных работ

При бригадном методе рабочие места должны иметь достаточно широкую специализацию, а рабочие — более высокую квалификацию.

Расчет потребного количества оборудования и рабочих мест, закрепленных за бригадой, производят с учетом трудоемкости ремонтных работ по каждому виду оборудования и с учетом годового действительного фонда времени оборудования по формуле

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\text{р.р}}}{F_{\text{д}}},$$

где $T_{\text{р.р}}$ — годовая трудоемкость ремонтных работ, выполняемых на данном виде оборудования или на данном рабочем месте, нормо-ч;

$F_{\text{д}}$ — годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч.

Годовую трудоемкость ремонтных работ, выполняемых на данном виде оборудования, можно определить по формуле

$$T_{\text{р.р}} = \sum_{1}^{n} N t_{\text{шт}},$$

где N — годовая программа ремонта бытовых машин (приборов) определенной марки;

$t_{\text{шт}}$ — трудоемкость ремонтных операций, выполняемых на данном виде оборудования;

n — число марок и видов бытовых машин (приборов), содержащих ремонтные операции, которые выполняются на данном виде оборудования.

Количественный состав бригады определяют по общей плановой трудоемкости ремонтных работ, закрепленных за бригадой, и эффективному фонду рабочего времени одного среднесписочного рабочего.

$$P_{\text{р}} = \frac{T_{\text{р.р.о}}}{F_{\text{эф}} K_{\text{в. н}} K_{\text{мн}}},$$

где $T_{\text{р.р.о}}$ — общая трудоемкость ремонтных работ, закрепленных за бригадой, нормо-ч;

$F_{эф}$ — годовой эффективный фонд времени одного среднесписочного рабочего, ч;

$K_{в.н}$ — коэффициент выполнения норм рабочими;

$K_{мн}$ — коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание.

Работа между членами бригады распределяется так, чтобы обеспечивалась полная занятость каждого члена бригады, при этом рабочие могут специализироваться на ремонте определенных ме-

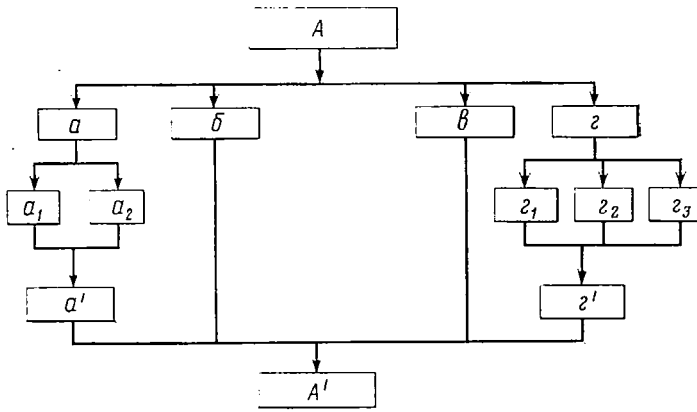


Рис. 38. Схема ремонтного процесса

Таблица 21

Цикловой график ремонта
(см. рис. 38)

Виды работ	Шифр работ	Трудоемкость, ч	Загруженность дня, ч															
			Первый день (дата)								Второй день (дата)							
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Разборка машины на узлы	А-а А-б А-в А-г	2	×	×														
Ремонт узлов	а-а' г-г'	3 4			×	×	×											
					×	×	×	×										
Сборка машины	а'-А' б-А' в-А' г'-А'	4							×	×	×	×						
Испытание машины	—	6											×	×	×	×	×	×

ханизмов, агрегатов или узлов или выполнении определенной группы ремонтных операций.

Состав бригады по профессиям и квалификациям определяется по той же формуле, что и количественный, но в числителе в этом случае проставляется трудоемкость ремонтных работ по данной профессии или квалификации.

При бригадном методе организации ремонта составляются цикловые и календарные графики. Вначале в соответствии с технологическим процессом ремонта строится схема ремонтного процесса (рис. 38). Из схемы видно, какие работы могут производиться параллельно, независимо друг от друга, а какие только последовательно.

На основании данных о трудоемкости отдельных работ и наличии рабочей силы рассчитывается длительность отдельных фаз ремонта и строится цикловой график (табл. 21).

Пристроив к цикловому графику ремонта машины этапы приема, транспортировки и выдачи, можно получить цикловой график выполнения заказа на услугу.

Календарные графики составляются по отдельным машинам или группам однородных машин.

При проектировании бригадного метода организации ремонта на планировке дополнительно показывается путь движения деталей, узлов и агрегатов в процессе ремонта (контрастно).

Мероприятия по научной организации труда на рабочем месте

Организация рабочего места — это есть оснащение, рациональная распланировка, установление четкой системы обслуживания, отвечающей требованиям технологического процесса, а также создание необходимых условий для высокой производительности труда и обеспечение безопасности труда. При выборе конкретных форм рациональной организации рабочего места учитывается тип производства, характер работ, выполняемых на данном рабочем месте и решаются следующие вопросы:

материальное и организационно-техническое оснащение (основное технологическое оборудование, инструменты и приспособления, инструментальные шкафы, тумбочки, столы и стулья, защитные устройства, оргоснастка и т. д.);

планировка рабочего места;

организация обслуживания рабочего места (уход за оборудованием, обеспечение материалами, запасными частями, приспособлениями и инструментом, чертежами и другой документацией);

условия труда на рабочем месте (освещение, поддержание нормальной температуры и обмена воздуха, окраска оборудования, оснащение рабочего места устройствами, гарантирующими безопасность работы и т. д.).

В дипломном проекте студент должен разработать мероприятия по научной организации труда на одном из основных рабочих мест.

Организация технического контроля

Основная задача технического контроля качества — проверка технических и технологических элементов процесса ремонта, чтобы обеспечить точное соответствие этих элементов технологической документации и в конечном итоге не допустить некачественного ремонта.

Организация технического контроля на предприятиях должна быть основана на следующих принципах:

1. Технический контроль должен осуществляться по всему производственному циклу, начиная от поступающих на предприятие материалов, полуфабрикатов, запасных частей, оборудования, технологической оснастки и кончая испытанием отремонтированной машины (прибора).

2. Технический контроль качества во всех звеньях производства должен осуществляться под руководством единого органа — отдела технического контроля.

3. Отдел технического контроля в вопросах определения качества должен быть независим от производственно-технических органов предприятия.

4. В зависимости от конкретных условий на ремонтных предприятиях могут применяться различные по характеру и назначению виды и методы технического контроля.

Контроль подразделяется:

по методам осуществления — на визуальный, физический, геометрический, химический, механический, металлографический, технологический;

по местонахождению — на стационарный или летучий (скользящий);

по характеру технических средств — на ручной, механизированный и автоматический;

по времени проведения — на постоянный или периодический;

по охвату продукции — на сплошной или выборочный;

по охвату операций — на пооперационный или групповой;

по методу проведения — на предварительный, промежуточный и окончательный;

по исполнителям — на осуществляемый производственным персоналом или контрольным персоналом.

Исходя из конкретных условий проектируемого цеха и разработанной технологии ремонта, студент должен выбрать и обосновать виды и методы контроля, предлагаемые в проекте.

Определение состава и количества вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и МОП

Определение численности работающих производится различными методами в зависимости от категории работников.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается на нормируемых работах — по рабочим местам и нормам обслуживания

(численность смазчиков, электриков, дежурных слесарей, и т. д.), на ненормируемых работах — по рабочим местам (численность кладовщиков, приемщиков и т. д.).

В отдельных случаях этот расчет выполняется укрупненным методом — в процентах от численности основных рабочих.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяется на основе действующих штатных расписаний базового предприятия. Определение численности этих категорий работников должно основываться на максимальном упрощении структуры управления производством, совмещении профессий и механизации счетных работ. При расчетах можно руководствоваться тем, что численность ИТР не должна превышать 8—10%, численность служащих — 2—4%, МОП — 2—3% от общей численности рабочих.

Учитывая специфику проектируемого цеха, студент должен определить состав и количество всех категорий работающих цеха, студент должен определить состав и количество всех категорий работающих цеха, после чего составить схему управления цехом.

Организация заработной платы

В этом разделе студент должен разработать вопросы организации заработной платы для всех категорий работающих проектируемого цеха.

Оплата труда рабочих на предприятиях по ремонту бытовой техники основана на тарифной системе, а также на формах и системах заработной платы.

Сдельная форма оплаты труда имеет несколько разновидностей (систем):

индивидуальная прямая сдельная оплата труда;
сдельно-премиальная система оплаты труда;
косвенная сдельная система оплаты труда;
аккордная система оплаты труда;
оплата труда в процентах от выручки;
коллективная сдельная оплата труда.

Повременная форма оплаты труда подразделяется на простую повременную и повременно-премиальную системы оплаты труда.

В основу организации заработной платы руководящих и инженерно-технических работников предприятий положены схемы должностных окладов, устанавливаемых для каждой отраслевой группы бытовых услуг отдельно.

В дипломном проекте необходимо показать, какая система оплаты труда предусматривается для каждой категории работающих. В любом случае применяемая система оплаты труда должна стимулировать рост производительности труда. Необходимо также обеспечить опережение роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы.

§ 2. СОДЕРЖАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

В этом разделе дипломного проекта студентом должны быть разработаны следующие вопросы:

1) расчет плана производства услуг и продукции;
2) расчет плана по труду и заработной плате;
3) расчет плана по себестоимости;
4) определение эффективности организационно-технических мероприятий, разработанных в проекте.

Расчет плана производства услуг и продукции

Расчет плана производства услуг и продукции производится по форме 1.

Форма 1

Форма для расчета плана производства услуг и продукции

Показатели	Единица измерения	Цена за единицу		Отчет за 197——г.			План за 197——г.			В том числе по кварталам											
										I			II			III			IV		
		сопоставимая	действующая	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах	количество	в сопоставимых ценах	в действующих ценах

Поквартальное распределение осуществляется с учетом количества рабочих дней в каждом квартале.

Расчет плана по труду и заработной плате

При расчете плана по труду и заработной плате определяются показатели, приведенные в форме 2.

В плане по труду указывается списочная численность основных рабочих. Чтобы ее получить, надо явочную численность увеличить на процент плановых невыходов, взятых из баланса рабочего времени одного рабочего. Для этого должен быть составлен баланс рабочего времени одного рабочего. Общий фонд зарплаты

Форма 2

План по труду и заработной плате

№ п. п	Показатели	Единица измерения	Фактические	Проектные	Проектные в % к фактич.
1	Численность персонала всего В том числе рабочих	чел. чел.			
2	Средняя выработка на одного работающего	руб.			
3	Средняя выработка на одного рабочего	руб.			
4	Фонд зарплаты всего	тыс. руб.			
	В том числе рабочих	тыс. руб.			
5	Премии, выплачиваемые из фонда материального поощрения	руб.			
6	Фонд зарплаты с премиями, выплачиваемыми из фонда материального поощрения	тыс. руб.			
7	Средняя зарплата одного работающего с учетом выплат из фонда материального поощрения	руб.			
8	Средняя зарплата одного рабочего	руб.			

состоит из фонда зарплаты основных рабочих, вспомогательных рабочих, ИТР, служащих и МОП.

Расчет зарплаты основных производственных рабочих начинается с определения расценок за каждую операцию

$$P = \frac{l_т t_{шт}}{60 H_о},$$

где P — расценка за операцию, коп.;

$l_т$ — часовая тарифная ставка соответствующего разряда, коп.;

$t_{шт}$ — норма времени на выполнение операций, мин;

$H_о$ — фактически принятая норма обслуживания.

Тарифный фонд определяется следующим образом:

$$Ф_т = \sum PN,$$

где ΣP — суммарная расценка;

N — годовая программа в натуральном выражении.

Часовой фонд равен тарифному плюс доплаты до часового фонда

$$Ф_ч = Ф_т + Д_ч.$$

В доплаты до часового фонда включаются премии, доплата за ночные часы, доплаты неосвобожденным бригадирам.

Дневной фонд равен часовому плюс доплаты до дневного фонда

$$\Phi_д = \Phi_ч + Д_д.$$

В доплаты до дневного фонда входит оплата льготных часов подросткам и кормящим матерям, а также оплата за выполнение государственных и общественных обязанностей в пределах смены (доплаты рассчитываются на основании баланса рабочего времени одного рабочего).

Месячный фонд равен дневному плюс доплата до месячного фонда

$$\Phi_м = \Phi_д + Д_м.$$

В доплату до месячного фонда входит оплата очередных отпусков и отпусков на учебу, оплата за целодневные невыходы в связи с выполнением государственных и общественных обязанностей. Доплаты рассчитываются на основании баланса рабочего времени одного среднесписочного рабочего.

Фонды заработной платы вспомогательных рабочих рассчитываются отдельно по профессиям в зависимости от применяемой системы оплаты труда. При сдельной оплате труда этот расчет аналогичен расчету заработной платы основных рабочих. При повременной оплате труда вначале рассчитывается тарифный фонд

$$\Phi_т = F_{эф} l_т,$$

где $F_{эф}$ — годовой эффективный фонд времени одного рабочего (из баланса рабочего времени);

$l_т$ — часовая тарифная ставка повременщика соответствующего разряда.

Часовой, дневной и месячный фонды рассчитываются так же, как и для основных рабочих.

Заработная плата инженерно-техническим работникам, служащим и младшему обслуживающему персоналу рассчитывается с учетом должностных окладов и существующих положений о премиях. Премии ИТР и служащим выплачиваются из фонда материального поощрения и в фонд заработной платы не включаются, однако при расчете средней заработной платы они должны учитываться.

Расчет плана по себестоимости

Затраты на основные материалы для проектируемого участка определяются по годовому количеству выпускаемых или ремонтируемых изделий.

К основным материалам относятся всевозможные заготовки или необходимый исходный материал, а также покупные полуфабрикаты, различные запасные части и комплектующие изделия.

При необходимости определения затрат на основные материалы можно воспользоваться следующей формулой:

$$S_м = G_м Ц_м K_{т\text{-}з} - G_о Ц_о \text{ руб.},$$

где $G_м$ — норма расхода материала, кг;
$Ц_м$ — цена материала за 1 кг, руб.;
$K_{т\text{-}з}$ — коэффициент транспортно-заготовительных расходов;
$G_о$ — масса возвратных отходов, кг;
$Ц_о$ — цена возвратных отходов, руб.

Цены на основные материалы и отходы берутся из прейскурантов оптовых цен. Если для изготовления изделия или выполнения ремонта требуется несколько видов материалов, полуфабрикатов или запчастей, то составляется таблица по форме 3.

Форма 3

Затраты на материалы, полуфабрикаты и запасные части

№ п. п.	Материал, полуфабрикат или запасные части	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество на изделие	Сумма затрат, руб.	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
	Итого . . .					

Расходы на заработную плату складываются из основной и дополнительной заработной платы.

Основная зарплата производственных рабочих берется из плана по труду (часовой фонд). Дополнительная зарплата производственных рабочих берется также из плана по труду (разница между месячным и часовым фондом). Начисления на зарплату (отчисления в соцстрах) рассчитываются в процентах от месячного фонда зарплаты основных производственных рабочих (основной плюс дополнительной зарплаты).

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования состоят из затрат на содержание, амортизацию и текущий ремонт производственного и подъемно-транспортного оборудования, цехового транспорта, рабочих мест, а также амор-

тизацию и восстановление инструментов и приспособлений. Все эти затраты рассчитываются в специальной смете.

Смета включает следующие статьи затрат:

1) амортизация оборудования и транспортных средств;

2) заработная плата (основная и дополнительная с отчислением на социальное страхование) вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование;

3) расходы по эксплуатации и текущему ремонту оборудования (кроме расходов по заработной плате);

4) расходы по внутреннему перемещению материалов и изделий;

5) износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений;

6) прочие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

Сумма амортизации оборудования и транспортных средств определяется по нормам амортизации, установленным в процентах к их первоначальной стоимости. Расчет суммы амортизационных отчислений производится по каждому виду оборудования и транспортных средств по формуле

$$S_{\text{а}} = \frac{S_{\text{о. ф}} p_{\text{а}}}{100},$$

где $S_{\text{а}}$ — сумма годовой амортизации, руб.;

$S_{\text{о. ф}}$ — балансовая стоимость основных фондов, руб.;

$p_{\text{а}}$ — процент амортизации, который может быть взят по нормативам или данным действующего производства.

Общая сумма амортизации может быть определена расчетным путем по форме 4.

Форма 4

Общая сумма амортизации

Наименование оборудования	Количество единиц	Стоимость		Процент амортизационных отчислений	Сумма амортизационных отчислений, руб.
		единицы	всего		
А. Основное оборудование					
1)					
2)					
Итого					
Б. Вспомогательное оборудование					
1)					
2)					
Итого					

Во вторую статью затрат включается основная и дополнительная заработная плата с начислениями на социальное страхование всех вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием и текущим ремонтом оборудования. Методика расчета показана на с. 171.

В расходы по эксплуатации и текущему ремонту оборудования включается стоимость смазочных, обтирочных и других вспомогательных материалов, необходимых для ухода за оборудованием, стоимость запасных частей и материалов для текущего ремонта оборудования, стоимость топлива, электроэнергии, пара и других видов энергии, расходуемых на приведение в движение оборудования, стоимость услуг, связанных с эксплуатацией и текущим ремонтом оборудования.

Расходы на вспомогательные материалы (эмульсия, машинное масло, солидол и т. п.) могут быть определены на основании норм расхода различных вспомогательных материалов или по средним удельным затратам на один станок, или по данным предприятия.

Расходы на энергию рассчитывают в зависимости от потребляемой мощности оборудования.

Стоимость электроэнергии, пара, природного газа, воды для производственных нужд берется по данным базового предприятия или справочным данным. После чего производится расчет затрат на все виды энергии.

Годовые затраты на текущий ремонт единицы оборудования в серийном производстве могут быть примерно следующими:

	руб.
шлифовального и заточного станка	13,1
резьбофрезерного станка	16,9
автомата и полуавтомата	18,3
легкого универсального и специального станка	12,7
тяжелого универсального станка	18,3
механического пресса	25,4

Расчеты могут быть выполнены и на основе данных предприятия.

Расходы по внутреннему перемещению материалов и изделий рассчитываются в зависимости от объема грузоперевозок и методов их выполнения (вида применяемого транспорта и обслуживающего его персонала). Можно также воспользоваться заводскими данными для выполнения этого расчета.

Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений (т. е. затраты на их восстановление) определяется укрупненно по нормам расхода, либо на 1 станок, либо на 1 производственного рабочего на основе данных предприятия или справочных данных.

Прочие расходы на содержание и эксплуатацию оборудования принимаются в размере 5—7% от суммы всех ранее рассчитанных расходов.

Смета цеховых расходов включает следующие статьи затрат:

1) заработная плата (основная и дополнительная с начислениями на социальное страхование);
2) содержание зданий, сооружений и инвентаря;
3) амортизация зданий, сооружений и инвентаря;
4) текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря;
5) расходы на подготовку и освоение производства;
6) расходы на охрану труда;
7) расходы по пожарной и сторожевой охране;
8) прочие расходы.

В первую статью сметы цеховых расходов входит заработная плата основная и дополнительная всех ИТР, служащих и МОП, включая отчисления на социальное страхование этих работников.

Заработная плата вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование, входит в смету расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и в смету цеховых расходов повторно не включается.

В статью «Содержание зданий, сооружений и инвентаря» включаются затраты на отопление, освещение зданий, расходы на содержание их в чистоте, арендная плата и др.

Расчет затрат на отопление и освещение производится на основе данных о расходе топлива и электроэнергии и цен на них.

Расчет затрат на воду для хозяйственных нужд производится на основе данных о расходе воды и ее стоимости. Расчет расхода воды выполняется с учетом среднего расхода воды на одного работающего в смену — 75 л (если он не выполнялся в других разделах проекта). Стоимость 1 л воды может быть принята по данным базового завода.

Затраты на материалы и прочие расходы на содержание зданий принимаются в процентах от стоимости зданий и сооружений или по данным предприятия.

Расходы по содержанию инвентаря принимаются в процентах от первоначальной стоимости зданий или по данным предприятия.

Расходы на содержание помещения цехов в чистоте включают заработную плату уборщиц с начислениями на социальное страхование. Расходы на арендную плату принимаются по данным базового предприятия.

В статью «Амортизация зданий, сооружений и инвентаря» включаются амортизационные расходы. Расчет выполняется на основании действующих норм амортизации и первоначальной стоимости зданий, сооружений и дорогостоящего инвентаря. Расходы на текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря принимаются в процентах от их первоначальной стоимости или по данным базового предприятия.

В статью «Расходы на подготовку и освоение производства» включаются пусковые расходы на подготовку и освоение производства новых видов услуг, новых технологических процессов, отчисления в фонд освоения новой техники, отчисления в фонд премиро-

вания за создание и освоение новой техники. Эти расходы могут быть взяты по данным базового предприятия.

Расходы по охране труда и технике безопасности могут быть приняты в размере 10—20 руб. на одного работающего или по данным базового предприятия.

Расходы по пожарной или сторожевой охране цехов принимаются по данным базового предприятия.

Прочие расходы могут быть приняты в размере 5—7% от суммы всех ранее рассчитанных расходов.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования и цеховые расходы являются косвенными и распределяются на себестоимость отдельных изделий в процентах к основной заработной плате. Определяется этот процент путем деления суммы этих расходов на сумму основной заработной платы (часовой фонд заработной платы основных производственных рабочих).

Форма 5

Калькуляция себестоимости

№ п. п	Статьи расходов	Затраты на единицу		Затраты на программу	
		по базовому варианту	по проекту	по базовому варианту	по проекту
1	2	3	4	5	6
1	Основные материалы, полуфабрикаты, запасные части				
2	Основная заработная плата производственных рабочих				
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих				
4	Начисления на зарплату (отчисления в соцстрах)				
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования				
6	Цеховые расходы				
7	Общезаводские расходы . .				
	Итого фабрично-заводская себестоимость				
8	Внепроизводственные расходы				
	Всего полная себестоимость				
9	Накопления				
10	Оптовая цена предприятия (прейскурантная цена)				

Примечание. Накопления определяются посредством вычитания из оптовой (прейскурантной) цены полной себестоимости.

Общезаводские расходы могут быть приняты в процентах к основной заработной плате производственных рабочих по данным

предприятия (процент и заработная плата рабочих при определении общезаводских расходов на программу берутся по базовому варианту).

Внепроизводственные расходы составляют 5—7% от фабрично-заводской себестоимости.

После вышеприведенных расчетов составляется калькуляция себестоимости на единицу и на всю программу по форме 5.

Эффективность организационно-технических мероприятий

Для определения эффективности мероприятий необходимо произвести сопоставительный анализ основных технико-экономических показателей, приведенных в форме 6.

Форма 6

Технико-экономические показатели

№ п. п	Технико-экономические показатели	Единица измерения	По базовому варианту	По проекту	Проектные данные, % к базовым
1	Объем реализации услуг и продукции	тыс. руб.			
2	Численность работающих всего	чел.			
	в том числе рабочих	чел.			
3	Выработка на одного работающего	руб.			
4	Выработка на одного рабочего	руб.			
5	Трудоемкость единицы изделия	нормо-ч			
6	Фонд заработной платы всего	тыс. руб.			
	в том числе рабочих	тыс. руб.			
7	Средняя заработная плата одного работающего	руб.			
8	Средняя заработная плата одного рабочего	руб.			
9	Количество единиц оборудования (рабочих мест)	ед.			
10	Установленная мощность оборудования	кВт			
11	Мощность на одного рабочего	кВт			
12	Производственная площадь . .	$м^2$			
13	Выпуск продукции с 1 $м^2$ производственной площади . .	руб.			
14	Полная себестоимость изделия	руб.			
15	Уровень рентабельности	%			
16	Годовой экономический эффект	руб.			
17	Срок окупаемости капитальных затрат	годы			

Технико-экономические показатели с 1 по 14 (см. форму 6) рассчитаны в предыдущих разделах проекта (план производства и реализации, план по труду, план по себестоимости и т. д.).

Уровень рентабельности (15) рассчитывается для всех промышленных предприятий и крупных специализированных предприятий по ремонту бытовой техники как отношение прибыли к стоимости

основных фондов плюс нормированные оборотные средства в процентах.

Для участков, цехов, мастерских, ателье, а также для отдельных изделий уровень рентабельности рассчитывается в процентах как отношение прибыли к полной себестоимости услуг и продукции.

Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$Э_г = (C_1 + E_н K_1) - (C_2 + E_н K_2) B_2,$$

где C_1 и C_2 — полная себестоимость единицы услуги или продукции до и после внедрения мероприятий;

$E_н$ — отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности;

K_1 и K_2 — удельные капитальные вложения;

B_2 — годовой выпуск продукции после внедрения мероприятий.

Срок окупаемости капитальных затрат определяется по формуле

$$T_{ок} = \frac{K_д}{(C_1 - C_2) B_2},$$

где $K_д$ — дополнительные капитальные вложения, добавляемые к стоимости основных фондов при внедрении мероприятий;

C_1 и C_2 — полная себестоимость единицы продукции до и после внедрения мероприятия, руб.

Глава VI

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА КОНСТРУКТОРСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

§ 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА И РАСЧЕТ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

Содержание технической подготовки

Техническая подготовка производства представляет собой комплекс оптимальных конструкторских и технологических мероприятий, направленных на решение совместных задач в области разработки новых изделий техники, а также на модернизацию и усовершенствование существующих машин и приборов.

Одним из важнейших мероприятий, вытекающих из решений Партии и Правительства в области технической подготовки производства, является сокращение сроков подготовки (скоростная подготовка). Скоростная техническая подготовка производства состоит в том, что ее этапы проводятся параллельно — полностью или частично совмещаются во времени.

Техническая подготовка производства практически делится на два основных этапа работ: конструкторскую и технологическую подготовку.

В основу конструкторской подготовки производства должно быть положено инженерное и экономическое обоснование необходимости разработки новой машины или прибора и оправдывающие соображения по техническим и эксплуатационным характеристикам изделия в сравнении с предшествующими, если существование таковых имело место.

Экономичность разработки нового прибора или машины во многом зависит от удачно выбранной конструкции изделия, целесообразного применения в деталях дефицитных материалов, а также прогрессивности принятых технологических процессов. При разработке конструкций машин и приборов особое значение приобретает агрегатность в их кинематических схемах. Удачное расчленение машин и приборов на отдельные самостоятельные узлы, блоки или агрегаты открывает широкие возможности для кооперирования производства, организации поточных линий, сборки параллельным способом; создает большие предпосылки для централизованного ремонта. Экономические расчеты при этом приобретают исключительное значение, так как они должны дать ответ на практическую целесообразность изготовления новых изделий или модернизацию существующих.

Основными этапами конструкторской подготовки производства могут быть составление технического задания; разработка эскизного проекта; разработка технического проекта; разработка рабочего проекта.

Технологическая подготовка производства является продолжением конструкторской подготовки и направлена на ускоренное освоение изделий новой техники, на применение прогрессивной технологии и передовых методов организации производства. Технологическая подготовка заключается в обеспечении разработанного изделия экономически целесообразным технологическим процессом и необходимым технологическим оснащением.

Основными задачами, которые решает технологическая подготовка, являются:

разработка и внедрение передовых технологических процессов, обеспечивающих необходимое количество изделий и экономичность их производства;

проектирование, изготовление и наладка технологической оснастки;

внедрение прогрессивных норм использования оборудования, инструмента, материалов и передовых методов контроля качества.

Мероприятия по сокращению сроков технической подготовки

При скоростном проектировании применяется так называемый агрегатный метод, при котором проектирование ведется дифференцированно, параллельным способом. Этот метод заключается в том, что машина или прибор разбиваются на отдельные узлы, которые разрабатываются одновременно под руководством ведущего инженера, объединяющего проектирование изделия в целом.

В некоторых случаях имеется возможность произвести испытание отдельных агрегатов и узлов, не дожидаясь полного окончания разработки машины или прибора. Наиболее эффективным средством ускорения разработки и освоения новых изделий является совмещение во времени технологической подготовки.

Планирование технической подготовки

Основными исходными данными для планирования технической подготовки являются:

перечень объектов подготовки производства;

программа выпуска каждого объекта;

директивные сроки освоения новых изделий.

Объем работ по конструкторским и технологическим разработкам обычно определяется в человеко-часах, по материальной оснастке технологических процессов — в нормо-часах или натуральных единицах (штуках).

Для расчета трудоемкости технической подготовки производства используют один из трех методов:

а) предварительное нормирование;

б) нормирование по аналогии;

в) подетальное нормирование.

Метод предварительного нормирования применяют в том случае, если новое изделие соответствует профилю производства предприятия. В этом случае студент, располагая только лишь общими сведениями о новой конструкции машины или прибора, на основе опытных данных определяет объем конструкторских и технологических работ для нового изделия.

При нормировании по аналогии новую машину или прибор рассматривают с точки зрения аналогичных или близких по устройству существующих изделий. При этом трудоемкость дифференцируется по различным факторам и по каждому из них определяются частные коэффициенты (коэффициент, учитывающий преемственность конструкции, коэффициент, учитывающий сложность конструкции и т. п.), после этого перемножением частных коэффициентов находится общий коэффициент трудоемкости. Этот коэффициент и дает представление, насколько трудоемкость технической подготовки новой машины или прибора отличается от трудоемкости ранее выпускавшейся машины.

При подетальном нормировании расчет затрат времени на конструкторскую и технологическую подготовку осуществляется на основе действующих норм времени, систематизированных отчетных данных по разработке аналогичных устройств или укрупненных нормативных показателей, разработанных с учетом профиля производства. Для более точных расчетов трудоемкости технической подготовки применяются нормативы, построенные по группам конструктивной и технологической сложности деталей изделия (табл. 22—24).

Затраты времени на 1 деталь следующие, ч:

Разработка технического задания	0,8—1,4
Эскизный проект	1,5—3,0
Разработка технического проекта	2,0—7,0
Разработка рабочих чертежей (деталировка)	2,0—4,0
Разработка контрольно-сборочных чертежей	0,8—1,4
Контроль чертежей	0,5—2,0
Составление спецификаций, технических условий, паспорта	2,8—3,0
Наблюдение и руководство при изготовлении опытных образцов	1,0—3,0
Сверка калек и оформление работ	0,8—1,2
Суммарное время на конструктивную разработку	11,0—24,0

Таблица 22

Распределение оригинальных деталей по группам конструктивной сложности

Станки и приборы	Удельный вес деталей (в %) следующих групп в общем количестве деталей					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Станки						
Мелкие и средние	62	16	17	3,5	1,5	—
Тяжелые	50	32	10	6,0	1,5	0,5
Особо тяжелые	50	20	15	9,0	4,0	2,0
Приборы						
Мелкие и средние	50	30	10	6,0	3,0	1,0
Крупные	50	20	15	9,0	4,0	2,0

Таблица 23

Распределение оригинальных деталей по группам технологической сложности

Станки	Удельный вес деталей следующих групп в общем количестве оригинальных деталей, %					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Мелкие и средние	35	32	21	2	—	
Тяжелые	30	35	32	3	—	
Особо тяжелые	30	35	27	6	2	

Затраты времени на конструирование приспособлений, проектирование штампов и специального инструмента могут быть рассчитаны на основе данных табл. 25—29.

Количество проектируемой оснастки определяется с помощью коэффициента оснащенности, который представляет частное от деления количества специального оснащения, запроектированного для данного изделия, на количество наименований оригинальных деталей.

Таблица 24

Затраты времени на разработку технологических процессов

Виды работ	Затраты времени (в ч) на 1 деталь в зависимости от группы технологической сложности				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Разработка маршрутной технологии	1,25	4,0	10	27	40
Разработка операционной технологии:					
разработка технологии и операционных эскизов	6	16	40	90	150
нормирование	2	6	12	21	28
контроль	0,9	2,8	8	15	20
сверка калек (машинописи)	0,1	0,2	1	2	2

Таблица 25

Коэффициенты оснащенности в зависимости от типа производства

Специальная оснастка	Коэффициент оснащенности различных видов производства				
	единичного	мелкосерийного	серийного	крупносерийного	массового
Приспособления	0,3—0,6	0,6—1,0	1,0—1,8	1,8—2,3	2,3—2,7
Режущий инструмент	0,1—0,15	0,15—0,3	0,3—0,6	0,6—0,8	0,8—1,0
Мерительный инструмент	0,1—0,2	0,2—0,4	0,4—0,9	0,9—1,2	1,2—1,6
Вспомогательный инструмент	0,05	0,05—0,08	0,08—0,12	0,12—0,2	0,2—0,3
Штампы	—	0,1—0,2	0,2—0,5	0,5—0,8	0,8—1,0
Линейная оснастка	—	0,01	0,01—0,04	0,04—0,1	0,1—0,15
Пресс-формы	—	0,01	0,01—0,04	0,04—0,1	0,1—0,15

Таблица 26

Распределение специальной оснастки по группам конструктивной сложности

Оснастка	Удельный вес оснастки в общем ее количестве (в %) в зависимости от группы сложности					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Приспособления	5	30	50	10	5	—
Инструмент	50	20	10	10	5	5

Таблица 27

Укрупненные нормативы затрат времени на конструирование специальной оснастки

Виды работ	Затраты времени (в ч) на единицу в зависимости от группы конструктивной сложности					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Проектирование приспособлений . . .	17,5	27	39,5	68	123,0	—
Проектирование инструмента	7,0	10	13,0	17	21,5	28,5

Таблица 28

Укрупненные нормативы затрат времени на изготовление специальной оснастки

Виды оснастки	Затраты времени (в ч) на единицу в зависимости от группы конструктивной сложности					
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
Приспособления	5	50	75	150	300	—
Штампы	30	50	75	125	200	—
Режущий инструмент	1	5	8	10	12	15
Вспомогательный инструмент	—	5	8	15	25	50
Мерительный инструмент	5	10	20	40	—	—

Таблица 29

Укрупненные затраты времени на отладку технологических процессов

Станки для обработки	Количество операций для отладки, % от общего количества	Затраты времени на одну операцию, ч
Револьверные	10	6,0
Карусельные	1	6,0
Многорезцовые токарные	4	12,0
Фрезерные	8	4,5
Расточные	5	14,0
Шлифовальные	8	5,5

Последовательность расчетов при планировании технической подготовки следующая:

1. Определяется количество оригинальных деталей в проектируемом изделии (детали, которые необходимо спроектировать и изготовить).

2. Оригинальные детали распределяются по группам конструктивной и технологической сложности.

3. На основании нормативов, содержащихся в вышеприведенных таблицах, а также данных предприятий производятся расчеты длительности каждого этапа технической подготовки производства.

Расчет длительности этапа в днях производится по формуле

$$T_э = \frac{\Sigma t}{N T_{см} a} K,$$

где Σt — суммарные затраты времени на выполнение работ по данному этапу, ч;

N — количество работников, одновременно работающих по данному этапу (устанавливается в зависимости от штатов конструкторского и технологического бюро);

$T_{см}$ — продолжительность рабочего дня, ч;

a — коэффициент перевыполнения норм выработки (a= =1,1—1,2);

K — коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени на согласование и утверждение (K=1,05—1,1).

Длительность этапов, на которые нет нормативов, может быть определена дипломантом на основе опытных производственных данных.

Расчет и построение сетевого графика

После определения объема работ по отдельным этапам технической подготовки производства и их продолжительности составляется сетевой график выполнения технической подготовки производства проектируемого (модернизируемого) изделия. Исходные данные для сетевого графика технической подготовки производства приведены в табл. 30.

Для построения сетевого графика прежде всего необходимо определить перечень событий и работ в строгой технологической последовательности, по этапам технической подготовки. Всем событиям присваивается определенный цифровой шифр (1, 2, 3, 4, 5 и т. д.), а каждая работа кодируется шифрами ее начального и конечного события (1—2; 3—5; 4—8 и т. д.). Понятием события определяется состояние, наступающее в момент завершения какого-либо процесса, необходимого для начала одного или нескольких последующих процессов. События обозначаются кружками, в которых проставляются коды событий. С помощью связей-стрелок, соединяющих события, обозначаются протекающие во времени процессы перехода от одних событий к другим (рис. 39).

Направление стрелок определяет связь между событиями во времени: событие, в которое входят стрелки (последующее событие), не может совершиться без предварительного совершения событий, из которых стрелки выходят (предшествующих событий). Продолжительность процессов обозначается показателями, выставленными над стрелками (длина и конфигурация стрелок значения не имеют).

При вычерчивании сетевого графика стрелки следует ориентировать в направлении правого обреза листа. Связи, входящие в какое-либо событие, являются по отношению к нему предшествующими; связи, выходящие из него,— последующими.

Таблица 30

Примерный сетевой график технической подготовки производства

№ п. п	Вид работы	Шифр работы	Длительность работы (месяц)
1	Разработка технического задания	0—1	1,2
2	Разработка эскизного проекта	1—2	1,2
3	Разработка технического проекта	2—3	1,6
4	Разработка общей части рабочего проекта	3—4	1,0
5	Деталировка	3—5	2,0
6	Комплектовка рабочего проекта	4—6	0,5
		5—6	
7	Разработка маршрутной технологии	5—7	0,4
8	Разработка операционной технологии	5—8	3,6
9	Проектирование специальных приспособлений	7—9	4,0
10	Проектирование специального инструмента	7—10	0,5
11	Изготовление специальных приспособлений	9—11	6,6
12	Изготовление специального инструмента	10—12	0,5
13	Оформление заказа на покупные детали для опытного образца	4—13	1,0
		6—13	1,5
14	Получение покупных деталей	13—14	1,0
15	Изготовление опытного образца	14—15	4,0
16	Уточнение рабочего проекта	6—16	2,0
17	Уточнение технологии	8—17	2,5
18	Комплектация технологической документации	15—18	
		16—18	0,5
19	Передача в цехи технологической документации, специальных приспособлений и инструмента	17—18	
		17—20	
		11—20	0,3
		12—20	
20	Оформление заказа на покупные детали для серийного выпуска	18—19	1,0
21	Перепланировка оборудования	18—21	0,5
22	Получение покупных деталей для серийного выпуска	19—21	2,0
23	Производственный инструктаж рабочих	20—21	0,5

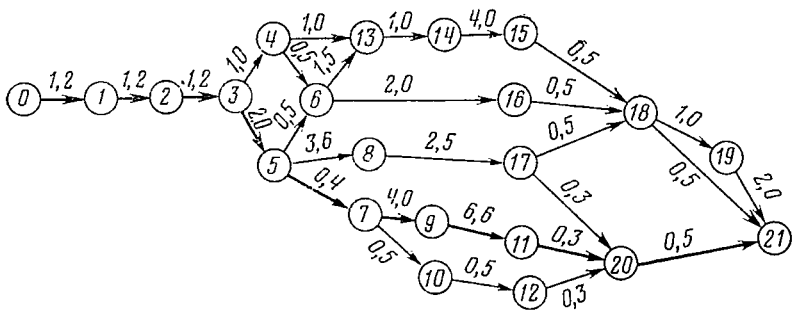


Рис. 39. Примерный сетевой график технической подготовки производства

Если какому-либо событию предшествует только одно событие, то работа, определяемая им, обозначается одной связью. Если данному событию предшествует несколько событий, то процесс перехода от этих событий к данному обозначается пучком связей, соединяющих предшествующие события и данное событие.

Сетевой график ограничен начальным и конечным событиями. Начальное событие не имеет предшествующих связей и означает момент начала разработки сетевого графика. Конечное событие не имеет последующих связей и наступает в момент достижения поставленной цели.

Длительность тех или иных работ пишется над стрелками, обозначающими работы.

Расчет сетевого графика *Таблица 31*

Количество предшествующих работ	Шифр работы $(i-j)$	Продолжительность работы $t(i-j)$	Раннее начало $РН(i-j)$	Раннее окончание $РО(i-j)$	Позднее начало $ПН(i-j)$	Позднее окончание $ПО(i-j)$	Резерв времени $Р(i-j)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-1	1,2	0	1,2	0	1,2	0
1	1-2	1,2	1,2	2,4	1,2	2,4	0
1	2-3	1,6	2,4	4,0	2,4	4,0	0
1	3-4	1,0	4,0	5,0	6,3	7,3	2,3
	3-5	2,0	4,0	6,0	4,0	6,0	0
1	4-6	0,5	5,0	~~5,5~~	7,3	7,8	–
	4-13	1,0	5,0	~~6,0~~	~~8,3~~	9,3	–
1	5-6	0,5	6,0	6,5	~~7,3~~	7,8	1,3
	5-7	0,4	6,0	6,4	6,0	6,4	0
	5-8	3,6	6,0	9,6	~~8,2~~	11,8	2,2
2	6-13	1,5	6,5	8,0	7,8	9,3	1,3
	6-16	2,0	6,5	8,5	~~12,3~~	14,3	5,8
1	7-9	4,0	6,4	10,4	6,4	10,4	0
	7-10	0,5	6,4	6,9	~~16,0~~	16,5	9,6
1	8-17	2,5	9,6	12,1	11,8	14,3	2,1
2	9-11	6,6	10,4	17,0	10,4	17,0	0
1	10-12	0,5	6,9	7,4	16,5	17,0	9,6
1	11-20	0,3	17,0	17,3	17,0	17,3	0
1	12-20	0,3	7,4	~~7,7~~	17,0	17,3	–
2	13-14	1,0	8,0	9,0	9,3	10,3	1,3
1	14-15	4,0	9,0	13,0	10,3	14,3	1,3
1	15-18	0,5	13,0	13,5	14,3	14,8	1,3
1	16-18	0,5	8,5	~~9,0~~	14,3	14,8	–
2	17-18	0,5	12,1	~~12,6~~	14,3	14,8	–
	17-20	0,3	12,1	~~12,4~~	~~17,0~~	17,3	–
3	18-19	1,0	13,5	14,5	14,8	15,8	1,3
	18-21	0,5	13,5	~~14,0~~	~~17,3~~	17,8	–
1	19-21	2,0	14,5	~~16,5~~	15,8	17,8	–
3	20-21	0,5	17,3	17,8	17,3	17,8	0

После построения сетевого графика необходимо определить критический путь. Критический путь это непрерывная последовательность работ и событий от начального до конечного события, требующая наибольшего времени для ее выполнения. Продолжитель-

ность работ, лежащих на критическом пути, определяет общую продолжительность работ.

Расчет сетевого графика производится в следующем порядке:

упорядочение событий;

упорядочение связей;

определение наиболее раннего ожидаемого времени свершения событий;

определение наиболее позднего допустимого свершения событий;

расчет резервов времени на свершение событий.

Упорядочение событий заключается в кодировании событий таким образом, чтобы значение кода последующего события всегда было больше значения кода предшествующего события.

При упорядочении связей они группируются по степени общности последующих событий и вносятся в табл. 31 строго в порядке возрастания нижнего кода последующих событий. Коды событий, определяющие связи, заносятся в колонку 2, одновременно в колонке 3 по строке каждой связи записывается ее временная оценка. В колонке 1 записывается число связей, выходящих из предшествующего события.

Для начального события раннее начало равно нулю. Для остальных ранним началом событий будут служить значение кода любого предшествующего события. Поэтому значение кода очередного предшествующего события отыскивается в колонке 2, затем по строке найденного кода из колонки 5 выбирается значение раннего окончания, которое переносится в колонку 4 строки очередного предшествующего события в качестве раннего начала. Если в предшествующее событие входит несколько связей, то в колонке 5 будет сгруппировано соответствующее значение ранних окончаний. Из них для переноса в колонку 4 выбирается максимальное, а остальные вычеркиваются. Вычеркиваются также все, кроме максимального, значения раннего окончания для конечного события.

Определение наиболее раннего ожидаемого времени свершения событий выполняется путем последовательного сложения в каждой строке показателей, записанных в колонках 3 и 4.

Выделение критических связей основано на выделении совокупности связей, определяющих общую наибольшую продолжительность создания объекта. В колонке 2 отыскиваются и подчеркиваются связи, входящие в конечное событие и имеющие невычеркнутое значение раннего окончания. Далее отыскиваются предшествующие связи с невычеркнутым ранним окончанием. Подчеркнутые связи и будут критическими.

Определение наиболее позднего допустимого свершения событий выполняется путем последовательного вычитания в каждой строке, начиная с последней, показателей, записанных в колонке 3, из показателей, записанных в колонке 7. Результат, полученный от вычитания, заносится в колонку 6.

Для конечного события позднее окончание принимается равным заданной продолжительности создания объекта, и ее значение записывается в колонке 7 по строкам связей, входящих в конечное со-

бытие. Определение позднего окончания для остальных последующих событий основано на том, что значение кода очередного последующего события всегда будет фигурировать в списке расположенных ниже связей в качестве кода предшествующего события. Значение кода очередного последующего события отыскивается в колонке 2, затем по строке найденного кода из колонки 6 выбирается значение позднего начала, которое переносится в колонку 7 строки очередного последующего события в качестве позднего окончания. Если число выходящих из предшествующего события связей два или более, то в колонке 6 отыскивается соответствующее число значения позднего начала и из них для переноса в колонку 7 выбирается минимальное, а остальные вычеркиваются. Вычеркиваются также все, кроме максимального, значения позднего начала для начального события.

Расчет резервов времени на совершенствование событий выполняется путем вычитания последовательно в каждой строке показателей, внесенных в колонку 5, из показателей, внесенных в колонку 7. Результат проставляется в колонке 8. По строкам, в которых имеются вычеркнутые значения раннего окончания, расчет резервов времени не производится и в колонке 8 делается прочерк.

На основании подсчитанных резервов времени можно определить возможность сокращения критического пути за счет перераспределения ресурсов.

§ 2. РАСЧЕТ СМЕТЫ ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ ПРОИЗВОДСТВА

Смета затрат на техническую подготовку производства рассчитывается по следующим статьям:

1) заработная плата конструкторов, технологов, чертежников, копировальщиков и других работников, занятых технической подготовкой, и отчисления на социальное страхование;

2) затраты на материалы;

3) затраты на изготовление оснастки.

В первую статью включается заработная плата конструкторов, технологов и других работников, выплачиваемая за проведенные работы по технической подготовке производства. Кроме того, в эту статью включаются отчисления на социальное страхование.

Заработная плата конструкторов, технологов и других работников рассчитывается с учетом месячных окладов и затрат времени по этапам технической подготовки.

$$l_{ср} = L_м T_м \text{ или } l_{ср} = l_ч t_ч,$$

где $L_м$ — месячный оклад конструктора (технолога и т. д.);

$T_м$ — затраты времени конструктора (технолога и т. д.) по этапам технической подготовки (в месяцах);

$l_ч$ — среднечасовая заработная плата конструктора (технолога и т. д.);

$t_ч$ — затраты времени конструктора (технолога и т. д.) по этапам технической подготовки, ч.

Отчисления на социальное страхование рассчитываются в зависимости от предусмотренных для данного предприятия процентов и ранее рассчитанной суммы заработной платы.

Затраты на материалы (ватман, кальки и пр.) рассчитываются или по существующим данным предприятия, или определяются в процентах от заработной платы конструкторов и технологов.

В затраты на изготовление оснастки включаются: затраты на материалы, потребляемые для изготовления оснастки; основная и дополнительная заработная плата рабочих, изготовляющих оснастку с начислениями; накладные расходы (цеховые и общезаводские).

Затраты на материалы рассчитываются в зависимости от потребности в них и цены. Для определения потребности в материалах может быть составлена спецификация.

Основная заработная плата рабочих рассчитывается на основе данных о затратах времени на изготовление оснастки и часовых тарифных ставок рабочих, а также премий рабочим. Дополнительная заработная плата может быть рассчитана в процентах от основной зарплаты (7—8% или по данным предприятия).

Начисления на зарплату (отчисления на социальное страхование) рассчитываются в установленных процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы рабочих.

§ 3. КАЛЬКУЛЯЦИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Калькуляция себестоимости вновь проектируемого или модернизируемого изделия рассчитывается по следующим статьям затрат:

1) основные материалы (за вычетом отходов);
2) топливо и энергия на технологические цели;
3) основная заработная плата производственных рабочих;
4) дополнительная заработная плата основных производственных рабочих;
5) отчисления на социальное страхование;
6) расходы на освоение и подготовку производства;
7) расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
8) цеховые расходы;
9) общезаводские расходы;
10) внепроизводственные расходы.

В статье «Основные материалы» учитывается только стоимость материалов, узлов и полуфабрикатов, которые идут непосредственно для изготовления данного изделия и составляют его основу.

При определении затрат на основные материалы можно воспользоваться следующей формулой:

$$S_м = G_м Ц_м K_{т.-з} - G_о Ц_о,$$

где $S_м$ — затраты на основные материалы, руб.;

$G_м$ — норма расхода материала, кг;

$Ц_м$ — цена материала за 1 кг, руб.;
$К_{т.-з}$ — коэффициент транспортно-заготовительных расходов;
$G_о$ — масса возвратных отходов, кг;
$Ц_о$ — цена возвратных отходов, руб.

Цены на материалы и отходы берутся из прейскурантов оптовых цен.

Как правило, для изготовления изделия требуется несколько видов материалов, полуфабрикатов и узлов, поэтому расчеты могут быть сведены в таблицу, которая составляется по форме 7.

Форма 7

Расчет необходимых материалов и полуфабрикатов

№ п.п	Материалы, полуфабрикаты и узлы	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество на изделие	Сумма затрат, руб.
1	2	3j	4	5	6

В статье «Топливо и энергия на технологические цели» учитываются затраты на все виды технологического топлива и технологической энергии. Технологической энергией (топливом) является энергия (топливо), непосредственно участвующая в технологическом процессе, например в электросварке, гальванике, установках ТВЧ и др. Расчеты затрат по данной статье производятся по нормам расхода, потребности и цен на топливо и электроэнергию.

В статью «Основная заработная плата производственных рабочих» включают заработную плату за выполнение производственных операций по изготовлению деталей, узлов и по сборке проектируемого изделия. Основной заработной платой считается часовой фонд, т. е. сумма заработной платы по тарифу плюс доплата до часового фонда (премии, доплата за ночные часы, доплата за обучение учеников и неосвобожденным бригадирам). Основная заработная плата рассчитывается на основании затрат времени, часовых тарифных ставок и суммы доплат.

Дополнительной заработной платой считается плата за основные и дополнительные отпуска, за учебные отпуска, за выполнение государственных и общественных обязанностей, оплата льготных часов кормящим матерям и подросткам.

Дополнительную заработную плату можно рассчитать в процентах от основной заработной платы. Процент плановых невыходов, оплачиваемых из фонда заработной платы, может быть взят из баланса рабочего времени одного среднесписочного рабочего.

Отчисления на социальное страхование рассчитываются на основании утвержденных норм отчислений в процентах от основной и дополнительной заработной платы рабочих, выполняющих производственные операции.

Расходы на освоение и подготовку производства (итог сметы затрат на техническую подготовку) относятся на себестоимость проектируемого изделия следующим образом: если по заданию проектируется одно изделие, то расходы относятся полностью на это изделие, если же проектируется партия изделий, то на себестоимость одного изделия относится только часть расходов (общая сумма расходов делится на количество изделий в партии, и итоговая величина проставляется в калькуляции себестоимости проектируемого изделия).

В расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включаются стоимость материалов, электроэнергии и т. п., необходимых для нормальной работы оборудования, заработная плата с начислениями рабочих, обслуживающих оборудование, затраты на текущий ремонт, амортизацию производственного оборудования и транспортных средств, возмещение износа малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и т. п. Эти расходы могут быть приняты в процентах (по данным предприятия) от основной заработной платы производственных рабочих.

В цеховые расходы входят заработная плата цехового персонала с начислениями, расходы на содержание зданий, сооружений и их текущий ремонт, амортизацию основных фондов (кроме оборудования), расходы по рационализации и изобретательству, охране труда и технике безопасности и др. Эти расходы в проекте могут быть приняты по действующим на предприятии процентам к основной заработной плате производственных рабочих.

Под общезаводскими расходами понимаются затраты по содержанию заводоуправления и затраты на общепроизводственные нужды. Эти расходы в проекте также могут быть приняты в процентах от основной заработной платы производственных рабочих (по данным предприятия).

Внепроизводственные расходы включают затраты, связанные с реализацией продукции (транспортировка, упаковка и т. д.). Эти расходы могут быть приняты в размере 4—5% от фабрично-заводской себестоимости. Для получения оптовой цены предприятия необходимо к полной себестоимости прибавить накопления (5—6% или по данным предприятия).

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Эффективность от внедрения проектируемого изделия

Под эффективностью организационно-технических мероприятий следует понимать всякий полезный результат от их внедрения. В отличие от промышленных предприятий, где эффективность внедрения мероприятий определяется как полезный результат в произ-

водстве, на предприятиях службы быта она может определяться как суммарно полезный результат в производстве услуг и обслуживании населения, т. е. находить свое выражение в увеличении выработки каждым рабочим, в снижении издержек на производство услуг и в улучшении обслуживания населения.

Задачей дипломанта является выявление эффективности внедрения проектируемого (модернизируемого) изделия при выполнении заданной программы услуг и продукции.

Приступая к расчетам, необходимо иметь в виду, что производственная программа должна быть взята по плану конкретного предприятия или же обоснована автором дипломного проекта.

Основными показателями, которые могут быть рассмотрены в проекте при определении эффективности от внедрения в производство проектируемого изделия, являются следующие: 1) объем реализации услуг и продукции; 2) численность рабочих; 3) трудоемкость единицы изделия (услуги); 4) выработка на одного рабочего; 5) фонд заработной платы рабочих; 6) средняя заработная плата одного рабочего; 7) количество единиц оборудования (рабочих мест); 8) фондовооруженность; 9) фондоотдача; 10) установленная мощность оборудования; 11) мощность на одного рабочего; 12) полная себестоимость единицы изделия (услуги); 13) затраты на рубль реализованных услуг; 14) уровень рентабельности; 15) оптовая цена предприятия проектируемого (модернизируемого) изделия; 16) капитальные затраты; 17) годовой экономический эффект; 18) срок окупаемости капитальных затрат.

Все рассчитываемые в проекте показатели должны сравниваться с показателями базового предприятия, в случае отсутствия базовых показателей расчеты можно проводить параллельно по базовому и проектному вариантам.

Расчеты производятся в следующем порядке.

1. На основании проектной трудоемкости единицы услуги или продукции и заданной годовой программы рассчитывается необходимое количество спроектированного или модернизированного оборудования

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\text{рр}}}{F_{\text{д}}},$$

где $C_{\text{р}}$ — расчетное количество оборудования или рабочих мест;

$T_{\text{рр}}$ — годовая трудоемкость ремонтных работ, выполняемых на данном оборудовании, нормо-ч;

$F_{\text{д}}$ — годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч.

2. Рассчитывается количество основных рабочих:

по годовой трудоемкости или рабочим местам и нормам обслуживания

$$P_{\text{р}} = \frac{T_{\text{рр}}}{F_{\text{эф}} K_{\text{в. н}} K_{\text{мн}}},$$

где $T_{\text{рр}}$ — годовая трудоемкость ремонтных работ, нормо-ч;

$F_{эф}$ — годовой эффективный фонд времени одного среднесписочного рабочего, ч;

$K_{в.н}$ — коэффициент выполнения норм рабочими;

$K_{мн}$ — коэффициент многостаночности;

по количеству рабочих мест и норм обслуживания

$$P_р = \frac{C_р}{H_о},$$

где $H_о$ — норма обслуживания, единиц станков, агрегатов, стендов и т. п.

Норма обслуживания показывает, сколько станков (агрегатов, стендов и т. п.) может обслуживать одновременно один рабочий, и определяется по формуле

$$H_о = \frac{T_{м\text{-}а}}{T_{зан}} + 1,$$

где $T_{м\text{-}а}$ — машинно-автоматическое время работы оборудования, мин;

$T_{зан}$ — время занятости рабочего (вспомогательное время, время активного наблюдения и время на переходы от станка к станку), мин.

3. Выработка на одного рабочего рассчитывается путем деления годовой производственной программы (в натуральном или денежном выражении) на списочную численность рабочих.

4. Фонд заработной платы, а также средняя заработная плата рабочих рассчитываются в порядке, изложенном в параграфе 2 главы V.

5. Фондовооруженность рассчитывается путем деления стоимости основных фондов на численность рабочих.

6. Фондоотдача рассчитывается путем деления годового объема услуг и продукции на стоимость основных фондов и показывает, сколько реализуется услуг и продукции (в денежном выражении) на рубль основных производственных фондов.

7. Для расчета полной себестоимости услуг или продукции необходимо составить калькуляцию по форме 8.

В дипломном проекте перерассчитывают только те статьи калькуляции себестоимости, на которые окажет воздействие внедрение спроектированного (модернизированного) изделия. Остальные статьи расходов оставляют неизменными, т. е. такими же, как и по базовому варианту.

Сметы расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховых и общезаводских расходов перерассчитываются также только по изменяющимся статьям затрат. Сметы и методика расчета отдельных статей приведены в главе V.

Любые изменения расходов, входящих в эти сметы, должны быть рассчитаны. Ни в коем случае не рекомендуется по проектному варианту рассчитывать эти расходы в процентах к изменившейся в проекте основной заработной плате производственных рабочих. Если внедрение спроектированного изделия не окажет влия-

Форма 8

Калькуляция себестоимости

№ п.п	Статьи затрат	Затраты на единицу		Затраты на программу	
		по базовому варианту	по проекту	по базовому варианту	по проекту
1	Основные материалы . .				
2	Основная заработная плата производственных рабочих				
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих . .				
4	Начисления на заработную плату				
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования				
6	Цеховые расходы				
7	Общезаводские расходы				
8	Внепроизводственные расходы				
	Итого полная себестоимость				

ния, скажем, на цеховые или общезаводские расходы, то они должны быть по проекту равны базовому варианту (сумма на программу).

8. Затраты на рубль реализованных услуг рассчитываются путем деления полной себестоимости услуг на объем реализации в прейскурантных ценах.

9. Уровень рентабельности рассчитывается как отношение прибыли к полной себестоимости услуг в процентах.

10. Капитальные затраты — это затраты, которые увеличивают стоимость основных фондов. В капитальные затраты, связанные с осуществлением мероприятий, включаются затраты на проектно-конструкторские работы, на новое оборудование (включающие стоимость оборудования, затраты на его доставку и монтаж), на строительство или реконструкцию зданий, сооружений и т. п., на модернизацию оборудования, на изготовление нестандартного оборудования и остаточная стоимость ликвидируемого оборудования за минусом стоимости его реализации.

11. Годовой экономический эффект определяется по формуле

$$Э_г = (S_1 - S_2) - E_н K_д,$$

где S_1 и S_2 — полная себестоимость услуг или продукции до и после внедрения мероприятий, руб;

$E_п$ — нормативный отраслевой коэффициент экономической эффективности;

$K_д$ — дополнительные капитальные затраты, руб.

12. При механизации процессов выполнения услуги путем внедрения станков, машин, приспособлений и т. д., т. е. когда к существующим основным производственным фондам дополнительно добавляются новые без изменения состава и стоимости действующих фондов, срок окупаемости капитальных затрат определяется по формулам:

$$T_{ок} = \frac{K_д}{(S_1 - S_2) B_2}, \quad T_{ок} = \frac{K_д}{Э}.$$

где $K_д$ — дополнительные капитальные затраты, необходимые для внедрения мероприятия, руб.;

S_1 и S_2 — себестоимость услуги до и после внедрения мероприятий, руб.;

B_2 — годовой объем услуг в натуральном выражении после внедрения мероприятий;

$Э$ — экономия средств, являющаяся следствием внедрения мероприятий.

Форма 9

Технико-экономические показатели

№ п. п	Показатели	Единица измерения	По базовому варианту	По проекту	Проектные данные к базовому, %
1	Объем реализации услуг и продукции	тыс. руб.			
2	Численность рабочих	чел.			
3	Трудоемкость единицы изделия (услуги)	нормо-ч			
4	Выработка на одного рабочего	руб.			
5	Фонд заработной платы рабочих	тыс. руб.			
6	Средняя заработная плата одного рабочего	руб.			
7	Количество единиц оборудования (рабочих мест)	шт.			
8	Фондовооруженность	руб./чел.			
9	Фондоотдача	руб.			
10	Установленная мощность оборудования	кВт			
11	Мощность на одного рабочего	кВт			
12	Полная себестоимость единицы изделия (услуги)	руб.			
13	Затраты на рубль реализованных услуг	коп.			
14	Уровень рентабельности	%			
15	Стоимость спроектированного (модернизированного) изделия	руб.			
16	Капитальные затраты	тыс. руб.			
17	Годовой экономический эффект	тыс. руб.			
18	Срок окупаемости капитальных затрат	годы			

Если при внедрении мероприятий происходит изменение в составе действующих основных производственных фондов, то необходимо придерживаться следующих правил.

Если высвобождаемые фонды (например, оборудование) могут быть использованы на другом участке, то потерь от замены старой техники новой не произойдет. Если при этом часть основных фондов должна пойти на лом или дальнейшее использование их неизвестно, то неамортизированная часть первоначальной стоимости основных фондов должна окупиться за счет экономии, достигнутой от внедрения мероприятий. Поэтому неамортизированная часть стоимости добавляется к сумме дополнительных капитальных вложений. Срок окупаемости капитальных вложений определяется тогда следующим образом:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1 + S_c}{(S_1 - S_2) B_2},$$

где K_1 и K_2 — стоимость основных фондов до и после внедрения мероприятий, руб.;

S_c — неамортизированная (остаточная) стоимость ликвидируемых основных производственных фондов (за вычетом суммы от реализации фондов), руб.

После произведенных расчетов составляется по форме 9 сводная таблица технико-экономических показателей.

Эффективность мероприятий по совершенствованию конструкций машин и повышению качества их ремонта

Весь многообразный комплекс организационно-технических мероприятий по совершенствованию качества машин и приборов и их ремонта направлен на снижение непроизводительных затрат, экономию материалов и других затрат. При расчете экономической эффективности таких мероприятий целесообразно определять снижение затрат труда, экономию материалов и запасных частей. Например, экономия затрат труда на ремонтных предприятиях за счет мероприятий по улучшению надежности и долговечности может быть рассчитана по формуле

$$Э_{р.в} = \frac{Ф_{з.п}\, p}{l_m \cdot 100},$$

где $Ф_{з.п}$ — фонд заработной платы, израсходованный на ремонт машин и приборов, руб.;

l_m — заработная плата за 1 нормо-ч ремонтных работ, руб.;

p — снижение объема ремонтных работ, %.

При этом возможно рассчитать количество условно высвобождающихся рабочих по формуле

$$P_в = \frac{Э_{р.в}}{F_{эф} H_п},$$

где $Э_{р.в}$ — экономия рабочего времени, ч;
$F_{эф}$ — годовой эффективный фонд времени одного рабочего, ч;
$H_п$ — среднее выполнение норм выработки по цеху (ателье, мастерской) за базовый период, %.

Экономия рабочего времени на предприятии, где изготовляются запасные части за счет уменьшения объема ремонта, может быть определена как результат от деления фонда заработной платы, израсходованной при производстве запасных частей, на заработную плату рабочих, производящих эти запасные части за 1 нормо-ч. Например, объем определенных ремонтных работ в год составляет 260 тыс. руб., из него расходы на запасные части составляют 20%, т. е. 52 тыс. руб. Удельный вес заработной платы в цене запасных частей составляет 30% (15 600 руб.), заработная плата за 1 нормо-ч рабочих, производящих запасные части, составляет 0,55 руб. Мероприятия позволяют сократить объем ремонтов на 50%. Тогда экономия рабочего времени от снижения объема ремонта составит

$$Э_{р.в} = \frac{15\,600 \cdot 0{,}5}{0{,}55} = 14\,000 \text{ чел-ч.}$$

Количество условно высвобождающихся рабочих в производстве запасных частей может быть определено как частное от деления сэкономленного рабочего времени на годовой эффективный фонд времени одного рабочего.

Если в проекте рассматривается ремонт бытовых машин, то дополнительно можно рассчитать экономию времени у владельцев машин и приборов и экономию денежных средств.

Экономия времени у населения, владеющего бытовыми машинами, может быть подсчитана по формуле

$$Э_{в.и} = \frac{NT_д p}{Ц_{ср} \cdot 100},$$

где N — объем данного вида ремонта;
$T_д$ — среднее время, затрачиваемое владельцами на доставку машины в мастерскую и обратно, ч;
p — снижение объема ремонтных работ, %;
$Ц_{ср}$ — средняя цена одного ремонта (одной услуги), руб.

Экономию денежных средств у владельцев бытовых машин и приборов можно определить по формуле

$$Э_д = \frac{Ц_у p}{100},$$

где $Ц_у$ — сумма оплат за услуги, включая стоимость материалов и запасных частей, израсходованных на ремонт;
p — снижение объема ремонта, %.

Кроме перечисленных показателей, могут быть рассчитаны высвобождение производственных площадей, оборудования и т. п. как

на ремонтных предприятиях, так и на предприятиях-изготовителях, а также возможный дополнительный выпуск бытовых машин и приборов.

Эффективность организации централизованного ремонта

Внедрение мероприятий по организации централизованных производств для ремонта агрегатов, узлов и деталей обеспечивает экономию труда в производстве запасных частей. Эта экономия обусловливается тем, что часть потребностей в запасных частях может быть удовлетворена не новыми, а отремонтированными на предприятиях бытового обслуживания населения агрегатами, узлами и деталями. В связи с этим на предприятиях-изготовителях появляется возможность более рационально использовать трудовые ресурсы и направлять их на дополнительное производство бытовых машин и приборов.

Экономия труда на предприятиях-изготовителях в этом случае может быть рассчитана как произведение затрат труда при производстве агрегата (узла, детали) на количество ремонтируемых агрегатов (узлов, деталей).

Экономия труда выразится как разность между затратами труда на производство запасных частей и их ремонт.

При расчете экономии металла учитывается масса ремонтируемых деталей и узлов и их количество. Дополнительный возможный выпуск машин и приборов можно рассчитывать в зависимости от экономии затрат труда на предприятиях-изготовителях и экономии металла.

Экономию затрат владельцев бытовых машин и приборов можно определить как разность между ценой на новые детали (агрегаты, узлы) и ценой на восстановленные.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РСФСР
МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет _____

Кафедра _____

Дипломный проект

тема:

Зав. кафедрой:

Руководитель проекта:

Консультанты:

по экономической части:

по технологической части:

по строительной части:

по энергетике:

по охране труда:

Дипломант:

«____»_____ 197 г.

Москва—197 г.

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РСФСР
МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра _____

_____

Зав. кафедрой _____ (подпись)

Задание
по дипломному проекту

Студенту _____

1. Тема проекта _____

_____

_____

Утверждена приказом по МТИ от _____ за № _____

_____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____

_____

3. Исходные данные к проекту _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) _____

_____

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта) _____

_____

7. Дата выдачи задания _____

_____

Руководитель _____ (подпись)

Задание принял к исполнению

Студент _____ (подпись)

Приложение 3

Министерство бытового обслуживания
населения РСФСР

Предприятие _____

_____

Дефектная ведомость
на капитальный ремонт

Наименование агрегата _____

Инвентарный номер _____ Модель _____

Установлен и работает _____
(место установки)

Дата и вид предыдущего ремонта _____

Категория сложности ремонта _____

Трудоемкость (плановая) ремонта:	фактическая
Слесарные работы, нормо/ч	_____
Станочные работы, нормо/ч	_____
Прочие работы, нормо/ч	_____
Стоимость материалов, руб.	_____
Накладные расходы, руб.	_____
Полная сметная стоимость ремонта, руб.	_____
Фактическая стоимость ремонта, руб.	_____
Отклонения от сметы, руб.	_____

Начало ремонта _____

Конец ремонта _____

Сдан в эксплуатацию _____ по акту приемки № _____

Оценка выполненного ремонта _____

Главный (старший) механик _____

Оборотная сторона ведомости

№ п. п	Наименование деталей и узлов, подлежащих замене или ремонту	№ детали или чертежа	Количество деталей	Описание дефектов узлов или деталей	Перечень работ, подлежащих выполнению	Примечание
1	2	3	4	5	6	7

Дефектную ведомость составил _____

Представитель ОГМ _____

Приложение 4

Министерство бытового обслуживания
населения РСФСР

Предприятие_____

_____

Приемо-сдаточный акт №_____

«_____»_____19 г.

Мы, нижеподписавшиеся, произвели осмотр, проверку, прием и сдачу в эксплуатацию после капитального ремонта:

Наименование агрегата_____ Модель_____ № _____

Завод-изготовитель _____

Дата испытаний _____

Результаты испытаний _____

_____

Агрегат может быть допущен к работе_____

Отклонения в произведенных работах по сравнению с указанными в дефектной ведомости _____

_____

Заключение приемо-сдаточной комиссии _____

_____

Дата сдачи агрегата в ремонт_____

выдачи из ремонта_____

Работа производилась по дефектной ведомости № _____

Подписи:

Сдали:	Приняли:
Начальник РМЦ _____	Начальник _____
Производитель работ_____	Механик_____
Представитель ОГМ_____	Представитель _____

Приложение 5

Тарифная сетка для ремонтных рабочих, коп.

Категория рабочих и условия труда	Разряд					
	1	2	3	4	5	6
Холодные работы:						
для повременщиков	43,3	47,1	51,2	56,6	63,7	74,2
» сдельщиков	40,4	44,0	47,9	53,0	59,6	69,3
Горячие, тяжелые работы и работы с вредными условиями труда:						
для повременщиков	48,7	53,0	57,6	63,7	71,7	83,5
» сдельщиков	45,5	49,5	53,9	59,6	67,0	78,0
Особо тяжелые работы и работы с особо вредными условиями труда:						
для повременщиков	53,9	58,6	63,7	70,5	79,4	92,4
» сдельщиков	50,3	54,8	59,6	65,9	74,2	86,3

Приложение 6

Нормы расхода электроэнергии на 1 кг наплавленного металла при различных способах сварки стальных деталей

	кВт·ч
Сварка автоматами и полуавтоматами на постоянном токе	5—6
Автоматическая сварка трехфазным током под флюсом	2—2,5
Ручная сварка:	
на переменном токе	3,5—4,0
от однопостового сварочного агрегата на постоянном токе с приводом от электродвигателя	6—7
трехфазной дугой	2,5—3,1
Сварка при питании дуги от выпрямителя	4,0—4,5

Приложение 7

Оптовые цены на оборудование для электродуговой сварки

Оборудование	Марка или тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение В	Цена, руб.
Агрегат однопостовой для ручной электродуговой сварки, наплавки, резки на воздухе и под водой, стационарный	САМ-400	500	40	2400
	САМ-400-1	500	40	4000
Преобразователь сварочный передвижной однопостовой:				
для ручной электродуговой сварки	ПСО-300-А	300	32	355
» ручной и автоматической » под флюсом	ПСО-500	500	40	550

Оборудование	Марка или тип	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Цена, руб.
для автоматической и полуавтоматической сварки в защитных газах плавящимся электродом	ПСГ-500	500	40	620
Преобразователь сварочный стационарный однопостовой для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом	ПС-1000	1000	45	1430
Выпрямитель однопостовой:				
для ручной дуговой сварки на постоянном токе	ВД-101	125	25	425
для автоматической сварки в защитных газах плавящимся электродом	ВС-300	300	30	260
для ручной дуговой и автоматической сварки плавящимся электродом в защитных газах	ВС-600	600	40	500
для ручной дуговой и автоматической сварки под флюсом	ВКС-500-1	500	40	820
Трансформатор однопостовой для ручной дуговой сварки:				
переносной	ГСП-2	300	30	120
передвижной	ТС-500;	500	30	170
	СТЭ-34-4	500	30	195
для сварки с флюсом	СТШ-500-80	500	50	380
Автомат для сварки под флюсом	АБС	1000	42	1240
Установка для наплавки под флюсом	ПАУ-1	—	—	1100
Универсальная наплавочная головка	ГМВК-2	—	—	600

Приложение 8

Оптовые цены на металлические электроды

Назначение электродов	Тип или марка	Оптовая цена (в руб./т) при диаметре электродов, мм			
		2	3	4	5—6
Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей, ГОСТ 9466—60 и 9467—60	Э42/ОММ5; Э42/ОМ5; Э42/ЦМ7	—	381	258	252
	Э42/КПЗ-32	—	432	292	285
	Э42/АНО-1	—	—	388	380
	Э42/ОМА-2	481	332	—	—
	Э42/УОНИ 13/45	618	426	288	282
	Э50А/УОНИ 13/45	625	430	291	284

Назначение электродов	Тип или марка	Оптовая цена (в руб./т) при диаметре электродов, мм			
		2	3	4	5—6
Электроды для сварки низколегированных и легированных сталей повышенной прочности, ГОСТ 9466—60 и 9467—60	Э60А/УОНИ 13/45	653	450	304	—
	Э85/УОНИ 13/65	970	666	448	439
Электроды для сварки теплоустойчивых сталей	ЭМХ/ЦЛ-14	—	625	421	413
	ЭХМФ/ЦЛ-20А	—	—	419	411
	Э Х2МФБ/ЦЛ-26М	—	1150	773	758
Электроды для сварки коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей	ЭА-1/ОЗЛ-14	—	1480	1340	1300
	ЭА-1/ОЗЛ-14-1	—	—	1490	1490
	ЭА-1М2 и	—	2100	1910	1850
	ЭНТУ-3М	—	640	582	565
	УОНИ/10Х13	—	—	287	282
Электроды для наплавки, сварки, заварки	ОЗН-250	—	—	—	—
	ОЗН-300	—	—	—	—
	ОЗН-350	—	678	—	—
	ОЗШ-1	—	—	456	447
	ОМГ-Н	—	1580	490	481
	ОЗЧ-1	—	—	1060	1040
	ЦЧ-4	—	—	1320	1300

Приложение 9

Средний расход электродной проволоки и марганцовистого флюса на 1 кг наплавленного металла при различных способах сварки конструкций из малоуглеродистой и низколегированной стали

Вид сварки	Тип шва	Расход электродной проволоки, кг	Расход флюса, кг
Автоматическая и полуавтоматическая под флюсом	Угловой	1,03	1,5
Автоматическая и полуавтоматическая аргонодуговая	Стыковой и угловой	1,10	0,03—0,08
Автоматическая и полуавтоматическая в среде углекислого газа:			
на токе прямой полярности . . .	То же	1,15	0,03—0,08
» » обратной полярности . . .	»	1,10	0,03—0,08

Приложение 10

Показатели использования сварочных постов ($K_и$) по времени при различных способах сварки и в разных типах производства

Вид сварки	Значение показателя $K_и$ в условиях производства	
	единичного и мелкосерийного	массового и крупносерийного
Автоматическая под флюсом	0,30—0,45	0,50—0,65
Полуавтоматическая:		
под флюсом	0,40—0,50	0,60—0,70
в среде углекислого газа	0,45—0,50	0,60—0,80
Ручная электродуговая	0,40—0,50	0,65—0,80
Ацетилено-кислородная на стационарных постах	0,35—0,45	0,70—0,80

Приложение 11

Оптовые цены на проволоку сварочную (прейскурант № 01—05, 1967)

Марка электродной проволоки	Оптовая цена (в руб./т) при диаметре сварочной проволоки, мм							
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5—4
СВ-08 и 08А	312	250	214	198	185	170	160	155
СВ-08ГА и 10ГА	326	261	224	208	194	179	169	165
СВ-08ГС и 12ГС	533	891	312	277	247	215	186	185
СВ-08Г2С	647	464	363	318	280	240	215	200
СВ-10ХГ2С	1750	959	614	519	468	392	345	315
СВ-12Г2Х	1390	774	511	436	396	339	303	280
СВ-18ХГСА	1400	789	525	450	411	352	317	290
СВ-18ХМА	1440	825	561	484	445	386	350	320

Приложение 12

Оптовые цены на электроды и ниппели графитированные и угольные

	руб./т
ЭГО и ЭГ1 диаметром 200—250 мм	425—400
ЭУО и ЭУ1 диаметром 200—250 мм	240—225

Приложение 13

Нормативы времени на подготовительно-заключительные гальванические работы, обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности

№ п. п	Операции	Затраты времени (в % к оперативному времени) на			
		подготовительно-заключительные работы	обслуживание рабочего места	отдых	личные надобности
1	Галтование	2,7	1,3	6,0	2,7
2	Крацевание	2,7	1,3	6,0	2,7
3	Шлифование	2,7	1,3	6,0	2,7
4	Полирование	2,7	1,3	6,0	2,7
5	Глянцевание	2,7	1,3	6,0	2,7
6	Обезжиривание венской известью или органическими растворителями	1,3	2,7	5,0	2,7
7	Монтаж и демонтаж	0,7	1,4	5,0	2,6
8	Загрузка приспособлений с деталями в ванну и выгрузка их:				
	а) для химического обезжиривания, декапирования, травления	1,3	2,7	5,0	2,7
	б) для электрохимического обезжиривания, никелирования, меднения и хромирования	1,9	2,1	6,0	2,7
9	Загрузка деталей в сетчатые корзины, ведра и выгрузка их	1,3	1,3	5,0	2,7
10	Загрузка деталей в колокол и выгрузка их	1,9	2,7	6,0	2,7
11	Промывка в воде	1,3	2,7	5,0	2,7
12	Сушка	1,3	2,7	5,0	2,7
13	Протирка деталей ветошью, опилками	1,2	1,6	5,0	2,7

Приложение 14

Примерные среднегодовые затраты на все виды плановых ремонтов, осмотров и межремонтного обслуживания металлорежущего оборудования средней сложности при семичасовом рабочем дне в новых тарифных условиях

	руб.-коп. на 1 ремонтную единицу
Ремонтные и профилактические работы (ремонты и осмотры)	19—40 *
Межремонтное обслуживание	27—75

* При восьмилетнем ремонтном цикле, принятом для станков в возрасте до 10 лет.

Приложение 15

Примерное соотношение средних тарифных разрядов работ и категорий сложности ремонта оборудования

Вид оборудования	Средний тарифный разряд					
	2,3	3,5	4	4,5	5	5,5
	Категория сложности оборудования					
	Малой сложности	Средней сложности	Большой сложности			Особой сложности
Металлорежущее	1—5	7—12	13—18		19—24	25—30 31 и выше
Деревообрабатывающее	1—7	8—13	14 и выше			
Кузнечно-прессовое	1—7	8—14	15—20		21—20	30—35 36 и выше
Литейное	1—8	9—15	16—25		26—40	41 и выше
Часовой и приборостроительной промышленности	0,5—2	3—5	6—8		9—11	12 и выше
Подъемно-транспортное	1—8	9—15	16—25		26—40	41 и выше
Электротехническое		До 35				36 и выше

Примечание. Дано в соответствии с «Единой системой ППР», Машгиз, 1962, с.31.

Приложение 16

Примерные затраты на материалы, расходуемые при ремонте оборудования (примерные соотношения)

	% от основной зарплаты ремонтных рабочих
Металлорежущее оборудование:	
малой и средней сложности	50
большой сложности	250
особой сложности	350
Деревообрабатывающее оборудование:	
кузнечно-прессовое оборудование	40
кузнечно-прессовые автоматы, механические прессы усилием до 300 т	100
ковочные и гибочные машины, механические прессы усилием от 300 до 600 т	250
подъемно-транспортные, кроме ленточных транспортеров	160
ленточные транспортеры	200
теплосиловое оборудование	150—200
электрооборудование, кроме электрических сетей	100
электрические сети	200

Отпускные цены на материалы

руб./т

Черные металлы

Сталь качественная горячекатаная (круглая и квадратная) диаметром до 200 мм:	
углеродистая 10, 15, 20	87—62
15Г, 20Г	97—74
хромистая 15Х, 40Х	108—82
никелевая 25Н, 30Н	130—106
молибденовая 15М, 20М	158—128
хромомарганцевая 15ХГ	123—83
хромоникелевая 20ХН, 40ХН	129—98,5
автоматная А-12, А-20	100—83
Сталь инструментальная:	
качественная У7, У8	120—72
высококачественная У7А, У8А	137,5—106
быстрорежущая Р18, Р18М, Р9, Р9М	8080—2000 1256—1179
Сталь калиброванная холоднотянутая (круглая) диаметром 3—90 мм:	
углеродистая качественная 10, 20, 30, 40, 50	140—90
хромистая 15Х, 45Х	200—119
хромоникелевая 20ХН, 40ХН	250—160
инструментальная У7-У13, У7А-У13А	267,5—143 292—168

Твердые сплавы

Т5К10; Т15К6, Т60К6	16500—13000
ВК8, ВК6, ВК3, ВК2	14000—13000

Цветные металлы

Латунь в прутках Л62, Л59 диаметром до 100 мм	760
Бронза » » БрАЖ9-4	1100—810
Медь в прутках, тянутая	900
Дюралюминий в прутках Д1, Д-16	390—470

Отходы (стружка)

Стружка:	
стальная недробленая	6,5
» и чугунная для доменных печей	8,6
Цинковые сплавы	150
Алюминиевые сплавы	175
Оловянистая бронза	550
Свинцовая бронза	250
Латунь	310

Примечание. Большие цены относятся к меньшим размерам сортимента.

Отпускные цены на оборудование

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
		Токарные станки				
ТС-135	270×500	2,8	1700×850	0,9	994	5
1И-61	320×1000	7	2500×1250	2,2	4000	8
1К-62	400×1000	10	2800×1180	2,29	2000	11
163	630×1400	14	3500×1716	4,35	4247	13
165	1000×5000	28	8280×2000	16	7960	26
		Токарно-заточные станки				
К-96	570×800	2—3	3000×1080	2,8	2550	10
1812-А2	660×1000	4,5	3590×1700	5,1	8000	9
		Токарно-многорезцовые полуавтоматы				
1А720	300×300 многорезцовый	7	1960×1360	2,1	2230	9
1А730	430×500 многорезцовый	14	2460×1820	3,7	2760	11
1712	410×500 гидрокопировальный	10—14	2300×1150	3,8	6934	12
1722	490×828 гидрокопировальный	14—28	2930×1345	5,5	6966	14
1732	560×250	20—40	4100×1680	9	10016	14
1А283	300×200 шестишпиндельный	20	2895×2720	13	9985	40
1284	400×200 шестишпиндельный	20	3150×2975	15	12000	39
МК-147	400×200 шестишпиндельный	20	3150×1985		11600	36
		Револьверные и токарно-одношпиндельные автоматы				
1П12	12×80	2,8	1470×870	0,8	3200	12
1А118	18×60	2,8	1560×625	0,95	2387	12
1А136	36×90	4,2	2300×880	2	2276	14
		Токарно-многошпиндельные автоматы				
1А225-6	25×130	14	5550×1250	6,8	12000	21
1240-6	40×190	20	5685×1350	9,0	10278	23
1265-6	65×200	28	5270×1500	13,5	18922	27
1290-4	100×215	28	5360×1955	17	18413	24

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
		Токарно-револьверные станки				
1П318	18	4,5	4215×1085	1,45	2900	7
1П326	25	4,5	4215×1085	1,45	2952	7
1336	35 с горизонтальной осью	2,8	2280×1000	1,21	864	8
1341	40	4,5	3000×1160	2,2	3280	9
1К36	65	10	3200×1780	2,87	1652	10
		Карусельные станки				
1531	1150×1000	28	3000×2840	12	7500	28
1551	1400×1000	28	3360×3050	17,3	16709	32
1553	2300×1600	40	4345×5440	34	17900	40
		Вертикально-сверлильные станки				
2А-106	6	0,6	614×360	0,082	105	1
2Б-118	18	1,7	727×625	0,45	503	4
2А-125	25	2,8	980×825	0,925	530	5
2А-135	35	4,5	1240×810	1,525	720	7
2А-150	50	7	1550×960	2,35	1690	8
		Радиально-сверлильные станки				
2А-53	35	2,8	2250×910	3,05	2100	10
2А-55	50	4,5	2445×1000	4,10	2415	11
257	75	7	3700×1550	10,6	46000	13
		Координатно-расточные станки				
КР-450	520×380	0,85	1710×1425	1,2	4320	25
2Б-440	880×400	2	1700×1870	4,3	17600	35
2450	630×1100	4,5	1840×2300		9128	35
		Горизонтально-расточные станки				
2А613	62	4,5	4090×1975	5,5	4610	13
2614	65	7	4300×2735	5,5	13000	15
262Г	85	7	5070×2250	11,75	6460	18
2620А	90	10	5470×2935	11,8	27000	21
		Вертикальные алмазно-расточные станки				
28—697	80—165	1,7	1500×1200		810	10
		Универсальные фрезерные станки				
678М	195×550	1,7	970×1090	0,84	771	7
675	200×500	1,7	960×1080	0,95	6093	
6П80	200×800	2,8	1720×1750	1,35	1990	8
676	240×630	2,8	1200×1225	1,1	9210	
УФ600С	215×600	1,7	1100×1130	0,87	1850	8
6Н81А	250×1000	2,8	2100×2100	2,1	1970	11
6Н82Ш	320×1250	7	2100×1670	3,3	2740	15
6Н83Ш	400×1600	10	2630×2140	4,4	3715	18

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
		Горизонтально-фрезерные станки				
6Н801	200×800	2,8	1720×1750	1,35	1860	8
6Н81Г	250×1000	1,5	2100×1930	1,9	1380	10
6Н82Г	320×1250	7	2100×1740	2,7	1590	12
6Н83Г	400×1600	10	1370×2140	3,7	2170	14
ТГД2	268×1000	4,5	1935×2015	1,8	1240	11
		Вертикально-фрезерные станки				
6Н10	200×800	2,8	1720×1750	1,4	1750	8
6Н11	250×1000	4,5	2100×1540	2,1	1350	10
6Н12ПБ	320×1250	10	2275×2480	3,15	2560	14
6Н13П	400×1600	14	2575×2170	4,25	2990	15
6Н14	500×2000	14	4100×2910	7	7500	
656П	630×1800	28	3780×4800	16,5	20000	20
659	900×2500	28	6350×4685	21	25000	20
256К	800×2000	20	3780×5000	15	20000	20
256ПК	800×2000	20	3780×5000	15	25000	20
		Продольно-фрезерные станки				
6622	450×1600	7×17	5100×3020	18	6940	12
6632	650×2200	3×10	5900×4350	23	13250	26
6642	900×3000	4×14	7650×4650	30	18500	34
6652	1250×4250	4×20	11150×5600	46	50110	43
6662	1800×6000	4×28	14600×6050	80	56780	54
		Шлицефрезерный станок				
5350	500×750	6,5	2330×1550	3,65	5000	15
		Шпоночно-фрезерный станок				
692А	250×900	2—3	1400×900	1,3	1020	8
		Резьбофрезерный станок				
5М5662	390×700	1,7	2105×1125	2,8	2490	13
		Резьбонарезные станки				
РН-220	20	1	670×730	—	364	—
5Б07	8—70	2,8	1560×600	—	480	—
5053	6—16	1	520×760	—	477	—

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
		Зубофрезерные станки				
5А301	125 · 80	0,6	1065×625	1,46	2167	9
5310	200×180	1,7	1562×925	1,7	1920	10
5313	200×200	5,5	1805×2180	2,435	4150	11
5324	500 . 230	2,8	2175×1150	1,89	2850	11
5А326	250×280	7	3195×1605	8,3	4220	13
5Д32	800×275	2,8	2395×1210	3,66	2285	12
5327	1000×250	7	3370×2040	8,7	4500	15
5342	2200×500	14	5875×2355	25,6	42850	20
5370	500	10	5960×2250	22,5	41900	12
530А	50×40	0,5	520×560	0,36	1480	6
5А308	80×100	0,6	570×675	0,4	1610	8
		Зубошлифовальные станки				
5832	10—200	4,5	2840×1890	6,4	8386	17
5833	100—320	7	3000×1890	6,9	36300	
586А	100—800	10	4310×3075	11,05	16000	18
5861	150—1250	14	4730×2600	15,8	18000	18
6831	30—320	3,75	2390×2100	4,5	8670	15
5892А	20—250	3,45	1840×1620	2,7	13300	15
5893	100—320	5,25	1850×1620	6	20000	15
584	60—500	6,25	2580×2140	3	21450	16
5872	до 800	10	2600×2100	12,5	26050	21
		Круглошлифовальные станки				
310	100×150	0,7	670×650	0,45	5310	7
3153М	130×150	4,5	2000×1500	2,3	9500	9
312М	200×500	2,8	2000 . 1365	2,3	2877	8
3130	300×750	2,8	2320×1720	3,6	2580	8
3161	300×1000	7	4400×1800	4	1850	11
3164	400×2000	14	6300×2450	10	3950	16
3172	500×4000	20	12000×4100	30	16840	18
3162	300×1000 врезной	14	3320 · 2360	5,85	2810	8
		Бесцентровые шлифовальные станки				
391282	0,8—2,5		1600—1400	2,2	2200	8
3184	3—75	14	2030—1900	3,85	3000	13
3182	10—150	20	2590—1700	6,5	6550	13
		Плоскошлифовальные станки				
3Б71	630×200	3,75	2570×1520	1,82	2500	10
3А732	800×320	14	3450×1450	6	6000	11
373	750×300	12,9	3450×1645	5	1950	10
372Б	1000×300	7,4	3505×1845	4,5	1780	11
3722	1000×320 торцешлифовальный двусторонний	13,4	3200×1900	6	12500	12

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
3724	2000×400 с горизонтальным шпинделем	41,45	5000×2505	17	8357	18
3740	⌀400 с круглым столом и горизонтальным шпинделем	12,65	2250×1585	3,75	3180	7
3А376	⌀800 с круглым столом и вертикальным шпинделем	28	2660×1495	6,4	9300	11
3А544	Для шлифования направляющих станин	21,2	10430×4670	2,9	23890	50
	Внутришлифовальные станки					
3225	6—25	5	1690×840	1,125	4630	8
3А240	12—100	2,8	2100×1150	1,9	1510	8
3А250	50—200	4,5	2700×1350	3,3	2720	11
3260	150×500	4,5	3800×1550	5	3940	17
	Шлицешлифовальные станки					
3451А	400×1000	8,27	6000×1425	6,3	5240	14
3453А	400×2500	8,27	7800×1425	7,9	6170	14
	Профилешлифовальные станки					
31195	140×350		1500×1200	1,3	14500	—
395М			1485×1600	1,56	5590	—
	Обдирочно-шлифовальные станки					
332А	250	1,7	560×630	0,16	211	1
332В	200	1,7	480×760	0,22	211	2
3382	200 передвижной с гибким валом	2,8	752×530	0,175	140	1
3М634	400	2,8	900×600	0,45	160	2
3374	400 подвесной	4,5	2550×540	0,27	150	2
3М636	600	7	1280×750	0,75	360	3
ТШЛ300	300	1,7	630×640	0,29	272	2
ШП	300	4,5	1800×815	0,55	330	2
	Поперечно-строгальные станки					
7311	200×180	1	1135×670	0,58	990	3
Ш3А	500×450	2,8	1670×1080	8,1	810	6
7А35	500×360	4,5	2335×1355	2,22	1458	8
	Продольно-строгальные станки					
7133	3000×900	53,3	7600×3870	24,3	18340	27
7134	3000×900	50	7495×3275	20,0	9000	27
7142А	6000×1250	53	13390×4010	40,0	15170	28
7233	3000×900	53	7600×3960	23,7	21000	29

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
			Долбежные станки			
7412	310×180	1	1000×750	0,78	1140	5
7417	⌀500	2,8	1880×1410	2,27	1180	6
7А420	500×400	2,8	1950×1700	2,34	1500	7
7430	⌀650	7	2500×1990	7	3078	9
			Универсально-заточные станки			
3641	100×650		1200×1215	0,58	1050	5
3А64	134×920		1700×1460		605	5
			Заточный и доводочный станок для резцов			
3818	275	0,65	736×952	0,3	299	3
			Заточные станки для сверл и зенкеров			
36652	3—12	1,5	730×650			
3659А	10—80	2,9	1475×780	0,995	1190	8
			Заточные станки для червячных фрез			
3660	45×30	0,25	490×465	0,17	1070	6
3662	125×200	3,45	2160×1100	1,73	2870	8
			Заточные станки для резцовых головок			
3665	0,5—6″	1,125	9000×885	0,65	1170	6
ЭР666	6—18″	1,395	1870×1150	1,85	3750	8
3666	3,5—18″	3,825	2300×1220	3,25	7100	10
			Заточный станок для фрезерных головок			
3667	100 ÷ 700	1	1590×1250	1,5	1120	7
			Заточный станок для дисковых пил			
3692	275 ÷ 1010	2,5	920×690	1,05	1217	8
			Электроэрозионные станки			
18	Электроискровой для штампов	4,2	900×1100	0,8	4028	—
57	Для твердых сплавов	0,8	450×400	0,08	2184	—
473	Электроимпульсный копировальный прошивной	74		1,2	17400	—
4822	Анодно-механический разрезной	11,2	1690×2240	3,5	7850	—
			Отрезной токарный автомат			
74ТМ	⌀25—100 мм Токарно-отрезной	4,5			5000	—

Модель	Характеристика станка	Мощность, кВт	Габаритные размеры (длина и ширина), мм	Масса, т	Цена, руб.	Категория ремонтной сложности
		Дисковые отрезные станки				
8631	350	2,8		3000		—
8541А	510	4,5	2100×2600	(3350 модель 8641)		—
8Б66	710	7		1670	8	—
8А67	1010	10		2900	10	—
		Ножовочные станки				
871	220	1,7	1350×750		500	5
872А	250	1,7	1470×825		310	5
		Ленточная пила				
ЭР95	620×620	1			3000	4
		Станок для клеймения				
36А	3—60	0,25	750×535		645	—
		Балансировочные станки				
2Б200	20—200 кг	4,5	3000×1030		8625	—
ДБ-4	0,3—10 »	1,7	1490×1000		1894	—

*Приложение 19**

Средние отпускные цены на 1 т (м³) синтетических смол и пластмасс

Материалы	Действующие в 1964 г.		Вводимые в действие с 1 января 1965 г.		Изменение цен (+,—), %
	1 т	1 м³	1 т	1 м³	
Фенопласты типа К-18-2	425	595	325	455	—23,5
Волокнит	750	1050	475	665	—36,7
Текстолит поделочный типа ПТ-1	3880	5238	3400	4590	—12,4
Стекловолокнит:					
типа АГ-ЧВ	4000	6800	3400	5780	—15
» АГ-ЧС	5000	8500	4500	7650	—10
Стеклотекстолит типа КАСТ	9350	16830	4500	8100	—51,9
Аминопласты	500	700	380	532	—24
Декоративно-слоистые пластики	1700	2295	900	1215	—47,1
Смола:					
капроновая	1700	1955	1365	1570	—19,7
полиамидная 54	4200	4620	1250	1370	—70,3
эпоксидная:					
типа ЭД-5	7400	8880	5100	6120	—31,1
» ЭД-6	4680	5616	3700	4440	—21,4
полиэфирная типа ПН-1	1225	1347	840	924	—31,1
полихлорвиниловая типа ПБ-1	450	607	310	418	—31,1

Продолжение прилож. 19

Материалы	Действующие в 1964 г.		Вводимые в действие с 1 января 1965 г.		Изменение цен (+, —), %
	1 т	1 м³	1 т	1 м³	
Полиэтилен	2200	2024	600	552	—72,7
Винипласт листовой	680	952	600	840	—11,8
Пластикат полихлорвиниловый кабельный	820	1107	620	837	—24,4
Полистирол блочный неокрашенный	550	605	400	440	—27,3
Сополимер стирола:					
МСН	1400	1540	950	1045	—32,2
СНП:					
в гранулах	2280	2508	800	880	—64,9
» листах	3120	3432	1700	1870	—45,5
Полиметилметакрилат	1720	2064	1050	1260	—39
Этрол ацетилцеллюлозный черный	4000	5600	2200	3080	—45

* Глаголева Л. А., Рыхлин И. В. Экономическая эффективность применения пластмасс в машиностроении. М., 1964.

*Приложение 20**

Средняя трудоемкость и себестоимость изготовления деталей и полуфабрикатов из пластмасс

Детали и полуфабрикаты	Технологическая трудоемкость 1 т продукта, чел.-ч.	Себестоимость 1 т продукции (в руб.) при действующих в 1964 г. отпускных ценах
Прессованные детали:		
из пресспорошков:		
фенольных	147	860
мочевиноформальдегидных	165	980
меламиноформальдегидных	340	3620
» волокнитов	270	1320
» стекловолокнитов типа АГ-4	410	5840
» асбоволокнитов	315	1360
» пропитанных тканей:		
дешевых марок	435	1850
дорогих »	435	4200
» древесной пресскрошки	290	1080
Литьевые детали:		
из полистирола	182	1510
» сополимеров стирола	182	2300
» полиамидов	136	2180**
» полиэтилена	160	3060
» ацетилцеллюлозного этрола	225	5390
Винипласт листовой	99	590
Пластикат кабельный полихлорвиниловый	—	740
Трубы полихлорвиниловые диаметром более 10 мм	80	700

* Глаголева Л. А., Рыхлин И. В. Экономическая эффективность применения пластмасс в машиностроении. М., 1964.

** Данные приведены для деталей из поликапролактама.

Приложение 21

Углеродистые инструментальные стали стандартных марок (ГОСТ 1435—54)

Марка стали	Содержание элементов, %							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
				не более				
Качественная сталь								
У7	0,65—0,74	0,20—0,40	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У8	0,75—0,84	0,20—0,40	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У8Г	0,80—0,90	0,35—0,60	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У9	0,85—0,94	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У10	0,95—1,04	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У11	1,05—1,14	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У12	1,15—1,24	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
У13	1,25—1,35	0,15—0,35	0,15—0,35	0,030	0,035	0,20	0,25	0,25
Высококачественная сталь								
У7А	0,65—0,74	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У8А	0,75—0,84	0,15—0,30	0,15—0.30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У8ГА	0,80—0,90	0,35—0,60	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У9А	0,85—0,94	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У10А	0,95—1,04	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У11А	1,05—1,14	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У12А	1,15—1,24	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20
У13А	1,25—1,35	0,15—0,30	0,15—0,30	0,020	0,030	0,15	0,20	0,20

Приложение 22

Легированные инструментальные стали стандартных марок, применяемые для режущего инструмента (ГОСТ 5950—63)

Группа и марка стали	Химический состав, %					
	C	Mn	Si	Cr	W	V
Неглубокой прокаливаемости						
11Х	1,05—1,14	0,40—0,70	0,15—0,35	0,40—0,70	—	—
ХВ5	1,25—1,45	0,15—0,40	0,15—0,35	0,40—0,70	4,0—5,0	0,15—0,30
В1	1,05—1,20	0,15—0,40	0,15—0,35	0,20—0,35	0,80—1,20	0,15—0,30
Глубокой прокаливаемости						
Х	0,95—1,10	0,15—0,40	0,15—0,35	1,30—1,65	—	—
9ХС	0,85—0,95	0,30—0,60	1,20—1,60	0,95—1,25	—	—
ХВГ	0,90—1,05	0,80—1,10	0,15—0,35	0,90—1,20	1,20—1,60	—
ХВСГ	0,95—1,05	0,60—0,90	0,65—1,00	0,60—1,10	0,70—1,00	0,05—0,15

Быстрорежущие инструментальные стали (ГОСТ 9373—60)

Марка стали	Содержание элементов, %										
	C	Mn (не более)	Si (не более)	Cr	W	V	Co	Mo (не более)	Ni (не более)	S	P
P18	0,7—0,8	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,0—1,4	—	0,3	0,4	0,03	0,03
P9	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	8,5—10,0	2,0—2,6	—	0,3	0,4	0,03	0,03
P9Ф5	1,4—1,5	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	4,4—5,0	—	0,4	0,4	0,03	0,035
P14Ф4	1,2—1,3	0,4	0,4	4,0—4,6	13,0—14,5	3,4—4,1	—	0,4	0,4	0,03	0,035
P18Ф2	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,8—2,4	—	0,5	0,4	0,03	0,03
P9К5	0,9—1,0	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	5,0—6,0	0,3	0,4	0,03	0,03
P9К10	0,9—1,0	0,4	0,4	3,8—4,4	9,0—10,5	2,0—2,6	9,5—10,5	0,3	0,4	0,03	0,03
P10К5Ф5	1,45—1,55	0,4	0,4	4,0—4,4	10,0—11,5	4,3—5,1	5,0—6,0	0,3	0,4	0,03	0,035
P18К5Ф2	0,85—0,95	0,4	0,4	3,8—4,4	17,5—19,0	1,8—2,4	5,0—6,0	0,5	0,4	0,03	0,03

Приложение 24

Химический состав и физико-механические свойства металлокерамических твердых сплавов для изготовления пластинок (ГОСТ 3882—61)

Марка твердого сплава	Ориентировочный состав смеси (без учета примесей), %				Физико-механические свойства		
	WC	TiC	TaC	Co	Предел прочности при изгибе, не менее, кгс/мм²	Удельный вес	HRA не менее
Вольфрамовые сплавы							
ВК2	98	—	—	2	100	15,0—15,4	90,0
ВК3М	97	—	—	3	110	15,0—15,3	91,0
ВК4	96	—	—	4	130	14,9—15,1	89,5
ВК4В	96	—	—	4	135	14,9—15,1	88,0
ВК6М	94	—	—	6	130	14,8—15,1	90,0
ВК6	94	—	—	6	135	14,6—15,0	88,5
ВК6В	94	—	—	6	140	14,6—15,0	87,5
ВК8	92	—	—	8	140	14,4—14,8	87,5
ВК8В	92	—	—	8	155	14,4—14,8	86,5
ВК10	90	—	—	10	150	14,2—14,6	87,0
ВК15	85	—	—	15	165	13,9—14,1	86,0
ВК20	80	—	—	20	190	13,4—13,7	85,0
ВК-25	75	—	—	25	200	12.9—13,2	84,5
ВК30	70	—	—	30	200	12,5—12,8	82,5
Титановольфрамовые сплавы							
Т30К4	66	30	—	4	90	9,5—8,8	92,0
Т15К6	79	15	—	6	110	11,0—11,7	90,0
Т14К8	78	14	—	8	115	11,2—12,0	89,5
Т5К10	85	6	—	9	130	12,3—13,2	88,5
Т5К1213	83	5	—	12	150	12,8—13,3	87,0
Титанотонталовольфрамовый сплав							
ТТ7К12	81	4	3	12	155	13,0—13,3	87,0

Приложение 25

Назначение инструментальных сталей и область их применения

Инструмент	Обрабатываемый материал			
	Сталь НВ до 230, $\sigma_в$ до 85 кгс/мм²	Чугун НВ до 220	Сталь НВ свыше 230, $\sigma_в$ свыше 85 кгс/мм²	Чугун НВ свыше 220
Резцы токарные и строгальные	Р9	Р9	Р9	Р9
Резцы фасонные	Р9	Р9	Р18, Р9	Р18, Р9
Сверла спиральные	Р9, 9ХС У10А, У12А	Р9, 9ХС У10А, У12А	Р18, Р9	Р18, Р9
Зенкеры	Р9, 9ХС	Р9, 9ХС	Р9	Р9

Инструмент	Обрабатываемый материал			
	Сталь НВ до 230, $\sigma_в$ до 85 кгс/мм²	Чугун НВ до 220	Сталь НВ свыше 230, $\sigma_в$ свыше 85 кгс/мм²	Чугун НВ свыше 220
Развертки машинные . . .	Р9, 9ХС У10А, У12А	Р9, 9ХС У10А, У12А	Р9	Р9
Протяжки	Р18, Р9 ХВГ	Р18, Р9 ХВГ	Р18, Р9	Р18, Р9
Фрезы с незатылованным зубом	Р9, 9ХС	Р9, 9ХС	Р9	Р9
Фрезы модульные, червячные, фасонные, затылованные и резьбовые . . .	Р19, Р9	Р18, Р9	Р18, Р9	Р18, Р9
Долбяки, зуборезные гребенки, зубострогальные резцы	Р9	Р9	Р18	Р18
Метчики	Р9, 9ХС У12А	Р9, 9ХС У12А	Р9	Р9
Плашки с резьбонарезными самооткрывающимися головками	Р9	Р9	Р18	Р18
Плашки круглые	9ХС, У10А Р9	9ХС, У10А Р9	Р9	Р9

Приложение 26

Назначение металлокерамических твердых сплавов при механической обработке [59]

Марки твердого сплава	Область применения	Условия обработки
ВК3М, ВК4	Режущие инструменты для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов	При больших скоростях и малых сечениях стружки (чистовая обработка)
ВК6	То же	При черновой обработке
ВК8	» »	» ударной нагрузке на инструмент
ВК10	Штамповочные инструменты	При небольших напряжениях
ВК15	То же	» повышенных »
ВК30	» »	Для горячей штамповки при больших ударных нагрузках
Т5К10, Т5К7	Режущие инструменты для обработки стали	При неравномерном сечении стружки
Т15К6, Т15К6Т	То же	При равномерном сечении стружки
Т30К4	» »	При малых сечениях стружки и больших скоростях
ТТ7К12	» »	При черновом точении в тяжелых условиях штамповок и отливок по корке с раковинами

Рекомендуемые марки сталей для нерабочей части инструмента [59]

Инструмент	Назначение	Марка стали
Резцы с наваренными пластинками из быстрорежущей стали	Стержни	Ст. 6, 45, 40Х
Резцы с пластинками твердого сплава	»	У7, У8, 45, 40Х, 45Х
Сверла сварные	Хвостовики	45, 50, 60, 45Х
» с пластинками твердого сплава	Корпуса	У8, 9ХС, 45Х
Зенкеры с пластинками твердого сплава	»	У7, 9ХС, 40Х
Развертки сварные	Хвостовики	45, Ст. 6, 45Х
» насадные	Корпуса	45, 40Х
» с пластинками твердого сплава	»	У7, 40Х, 45Х, 9ХС
Фрезы сварные	Хвостовики	45, 50, 40Х, 45Х
» сборные со вставными ножами из быстрорежущей стали и твердого сплава	Корпуса	45, 50, 40Х
Метчики сварные	Хвостовики	45, 50, Ст. 6, 40Х
Протяжки из быстрорежущей стали	»	45, 40Х, 45Х

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Материалы XXIV** съезда КПСС. М., Политиздат, 1971, с. 320.
2. **Брежнев Л. И.** Речь на Всесоюзном слете студентов. М., Политиздат, 1972, 15 с.
3. **Косыгин А. Н.** Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы. М., Политиздат, 1971, 80 с.
4. **Косыгин А. Н.** Об улучшении управления промышленностью, совершенствовании планирования и усилении экономического стимулирования промышленного производства. М., Политиздат, 1965, 64 с.
5. **Ананьев С. Л. и др.** Технологичность конструкции. Справочное пособие. М., «Машиностроение», 1969, 424 с.
6. **Архипов Н. Н. и др.** Основы конструирования и расчета типовых машин и аппаратов легкой промышленности. М., Машгиз, 1963.
7. **Балакшин Б. С.** Основы технологии машиностроения. М., «Машиностроение», 1969, 559 с.
8. **Балалов В. Д. и др.** Техпромфинплан предприятия бытового обслуживания. М., «Легкая индустрия», 1972, 296 с.
9. **Балалов В. Д., Низовцев Г. А.** Организация и планирование предприятий по ремонту бытовой техники. М., «Легкая индустрия», 1968, 340 с.
10. **Беспалов Б. Л. и др.** Технология машиностроения. М., «Машиностроение», 1965, 456 с.
11. **Ближевский А. А. и др.** Справочник по нормированию станочных работ в единичном и мелкосерийном производстве. М., Машгиз, 1958, 728 с.
12. **Блувштейн Н., Краснолуцкий А.** Исследования эксплуатационной надежности и долговечности бытовых электроприборов и машин. — В сб. «Бытовая электротехника», вып. I, М., 1970 (ВНИИЭМ), 3 с.
13. **Болгов И. В., Остроумов В. П.** Технология ремонта оборудования предприятий бытового обслуживания. М., «Легкая индустрия», 1972, 368 с.
14. **Болгов И. В.** Ремонт технологического оборудования. [Методическое пособие по курсовому проектированию]. М., МТИ, 1971, 30 с.

15. **Болгов И. В.** Технология, оборудование и автоматизация металлообрабатывающих производств. (Часть V. Основы технологии ремонта оборудования). М., МТИ, 1972, 124 с.

16. **Болотин Х. А., Костромин Ф. К.** Станочные приспособления. М., Машгиз, 1960, 344 с.

17. **Дипломное** проектирование. Методические указания. М., «Высшая школа», 1968. (Коломенский филиал Всесоюзного заочного политехнического института), 95 с.

18. **Егоров М. Е.** Основы проектирования машиностроительных заводов. М., «Высшая школа», 1969, 480 с.

19. **Егоров М. Е. и др.** Технология машиностроения. М., «Высшая школа», 1965, 590 с.

20. **Единая** система конструкторской документации. М., 1969. (Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР), 143 с.

21. **Единая** система технологической документации. М., 1969. (Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР), 86 с.

22. **Журавлев В. Н., Николаева О. Н.** Машиностроительные стали. [Справочник для конструкторов]. Москва — Свердловск, Машгиз, 1962, 237 с.

23. **Исаев В. В., Лечицкий В. И., Франц В. Я.** Бытовые швейные машины. М., «Легкая индустрия», 1968, 247 с.

24. **Ицкович Г. М., Винокуров А. И., Минин Л. С.** Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. М., «Высшая школа», 1970, 542 с.

25. **Киселев Н. Д. и др.** Основы техники безопасности и противопожарной техники в машиностроении. М., «Высшая школа», 1964, 312 с.

26. **Кован В. М., Корсаков В. С. и др.** Основы технологии машиностроения. М., «Машиностроение», 1965, 492 с.

27. **Кован В. М.** Расчет припусков на обработку в машиностроении. М., Машгиз, 1953, 208 с.

28. **Корсаков В. С.** Основы конструирования приспособлений в машиностроении. М., «Машиностроение», 1971, 285 с.

29. **Лепаев Д. А., Штехман Н. Я.** Бытовые электроприборы. М., «Легкая индустрия», 1968, 402 с.

30. **Машиностроительные** материалы. [Краткий справочник]. Под ред. Раскатова В. М. М., «Машиностроение», 1969, 351 с.

31. **Методика** ремонта электрических пылесосов. М., «Легкая индустрия», 1966 (НИТХИБ), 117 с.

32. **Митрофанов С. П.** Научные основы групповой технологии. Лениздат, 1959, 435 с.

33. **Новиков М. П.** Основы технологии сборки машин и механизмов. М., Машгиз, 1969, 632 с.

34. **Нормы** расхода основных и вспомогательных материалов на ремонт холодильных агрегатов компрессионного типа. М., 1972 (НИТХИБ), 26 с.

35. **Нормы** расхода запасных частей и материалов на ремонт электрических бытовых стиральных машин. Киев, 1970. (Проектно-конструкторско-технологический институт Министерства бытового обслуживания населения УССР), 13 с.

36. **Остроумов В. П., Карпунин В. А.** Повышение динамической прочности пружин. Москва — Свердловск, Машгиз, 1961, 112 с.

37. **Остроумов В. П.** Производство винтовых цилиндрических пружин. М., «Машиностроение», 1970, 136 с.

38. **Положение** о планово-предупредительном ремонте оборудования предприятий бытового обслуживания населения РСФСР. М., 1971 (Министерство бытового обслуживания населения РСФСР), 105 с.

39. **Пронин В. А.** Специализация в бытовом обслуживании населения. М., «Легкая индустрия», 1972, 117 с.

40. **Проников А. С.** Основы надежности и долговечности машин. М., 1969. (Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР), 159 с.

41. **Рабинович А. И.** Автоматизация технологических процессов в машиностроении. Киев, «Государственное издательство машиностроительной литературы», 1955, 409 с.

42. **Разработка** рациональных норм потребности в бытовых услугах и перспективы развития бытового обслуживания населения на 1971—1975; 1976—1980 гг. (НИТХИБ. Отчет по теме Б-62—68), 204 с.

43. **Разумов И. М. и др.** Организация и планирование машиностроительных предприятий. М., Машгиз, 1967, 619 с.

44. **Режимы** резания металлов инструментами из быстрорежущей стали. [Для одноинструментальной обработки]. М., Машгиз, 1950, 340 с.

45. **Режимы** резания черных металлов инструментом, оснащенным твердым сплавом. Обработка резцами, фрезами, сверлами, зенкерами и развертками. М., Машгиз, 1958, 208 с.

46. **Рекомендации** по организационной структуре предприятий ремонта бытовой техники. М., 1972, 81 с.

47. **Сборник** технологических процессов ремонта бытовых стиральных машин новых марок «Сибирь-5», «Пчелка», «Аурика» и ЗВИ. М., 1971 (НИТХИБ), 110 с.

48. **Справочник** машиностроителя. М., Машгиз, т. 4, 1963, 402 с.; т. 5, 1964, 463 с.

49. **Справочник** технолога-машиностроителя. Под ред. А. Т. Косиловой и Р. К. Мещерякова, т. I, М., «Машиностроение», 1972, 694 с.

50. **Справочник** технолога-машиностроителя. Под ред. А. Н. Малова, т. II, М., «Машиностроение», 1972, 568 с.

51. **Справочник** технолога по обработке металлов резанием. Под ред. Долматовского Г. А. М., Машгиз, 1962, 1236 с.

52. **Технологический** процесс ремонта и настройки приборов автоматики домашних холодильников (реле и терморегуляторов). М., 1968 (НИТХИБ), 127 с.

53. **Тиллес С. А.** Экономика технологических процессов механической обработки. М., Машгиз, 1959, 300 с.

54. **Типовая** технология ремонта электрических бритв. М., «Легкая индустрия», 1969 (НИТХИБ), 134 с.

55. **Толченов Т. В.** Техническое нормирование станочных и слесарно-сборочных работ. М., Машгиз, 1956, 400 с.

56. **Укрупненные** нормы для нормирования станочных работ. Вып. I и II. М., 1968 (ОНТЛ), 168 с.

57. **Федоров Б. Ф.** Механизация слесарно-сборочных и монтажных работ. М., Машгиз, 1957, 308 с.

58. **Чарнко Д. В.** Основы выбора технологического процесса механической обработки. М., Машгиз, 1963, 320 с.

59. **Четвериков С. С.** Металлорежущие инструменты. М., «Высшая школа», 1965, 730 с.

60. **Шадричев В. А.** Ремонт автомобилей. М.— Л., «Машиностроение», 1965, 616 с.

61. **Якобсон М. О.** Планово-предупредительный ремонт в машиностроении. М., «Машиностроение», 1969, 151 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. Подготовка и организация работ по дипломному проектированию

§ 1. Задачи научно-исследовательской преддипломной практики 6
§ 2. Типы дипломных проектов, их объем и содержание 7
§ 3. Задание на дипломный проект и организация работ по его выполнению 10
§ 4. Защита дипломных проектов 13

Глава II. Расчет и проектирование изделий

§ 1. Разработка технического задания на проектирование изделия . . 14
§ 2. Классификация машин и аппаратов 15
§ 3. Анализ технологичности конструкции 17
§ 4. Разработка конструкции машины 23
§ 5. Расчет размерных цепей 27

Глава III. Разработка технологических процессов изготовления и ремонта изделий

§ 1. Конструкторско-технологическая характеристика изделия 33
§ 2. Анализ неисправностей и технические условия на ремонт бытовых машин и приборов 36
§ 3. Анализ неисправностей и технические требования к ремонту оборудования 37
§ 4. Система планово-предупредительного ремонта оборудования . . . 43
§ 5. Методические указания к проектированию технологических процессов ремонта 47
§ 6. Разработка технологических процессов разборки, очистки и промывки 57
§ 7. Разработка технологических процессов ремонта деталей 61
§ 8. Разработка технологических процессов изготовления деталей . . . 65
§ 9. Разработка технологических процессов сборки изделий 82
§ 10. Технико-экономическая оценка технологических процессов сборки . 104
§ 11. Механизация и автоматизация технологических процессов 106
§ 12. Оформление технологической документации 109
§ 13. Проектирование технологической оснастки 114

Глава IV. Основные расчеты при технологическом проектировании ремонтных цехов и предприятий

§ 1. Стадии проектирования и состав проектных материалов 124
§ 2. Расчет площадей предприятий 125
§ 3. Состав оборудования 128
§ 4. Определение потребного количества материалов для ремонта . . . 135
§ 5. Планировка цеха по ремонту бытовой техники . . . . . —
§ 6. Планировка ремонтно-механического цеха 147
§ 7. Энергетические расчеты 149
§ 8. Мероприятия по охране труда и противопожарной технике . . . 152

Глава V. Организационно-экономическая часть проекта ремонтного цеха

§ 1. Содержание организационной части 154
§ 2. Содержание экономической части дипломного проекта 170

Глава VI. Организационно-экономическая часть дипломного проекта конструкторского направления

§ 1. Техническая подготовка производства и расчет сетевого графика . 179
§ 2. Расчет сметы затрат на техническую подготовку производства . . 189
§ 3. Калькуляция себестоимости проектируемого изделия 190
§ 4. Определение экономической эффективности 192

Приложения 201
Указатель литературы 227

Владимир Павлович Остроумов, Иван Васильевич Болгов, Геннадий Анатольевич Низовцев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВ ПО РЕМОНТУ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Редактор *В. В. Комарова*
Художественный редактор
Л. К. Овчинникова
Переплет художника *С. Н. Орлова*
Техн. редакторы *А. И. Золотарева*,
Т. П. Астахова
Корректор *Е. Н. Титова*

Сдано в набор 12/XI 1973 г.
Подписано к печати 2/IV 1974 г.
Т-05824. Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 1. П. л. 14,5. Уч.-изд. л. 16,05
Тираж 4500 экз. Зак. № 2286. Цена 76 к.
Изд. № 1347.

Издательство «Легкая индустрия»,
103031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, 22.

Ленинградская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 196126, гор. Ленинград, Ф-126, Социалистическая, 14.

(

xp·2
gu 5

А 2123
Д4
27641

76 коп.