

**Министерство образования и науки РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Вологодский государственный технический университет**

машиностроительный техникум

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ
Учебное пособие по курсовому проектированию**

**Специальность: 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования
(по отраслям)**

**Вологда
2013**

Рецензенты:

Хохлов А.А.

Курсовое проектирование по дисциплине «Монтаж техническая эксплуатация и ремонт оборудования (по отраслям)»: учебное пособие: А.А. Хохлов Вологда, ВоГТУ, 2013-63с.

Представлены общие вопросы организации выполнения курсового проекта по дисциплине СД.03 Монтаж техническая эксплуатация и ремонт оборудования (по отраслям) (дата введения ГОС СПО 1.09.2002г.), а также его содержание и состав. Изложены общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части работы. Подробно описана последовательность выполнения разделов пояснительной записки с указанием литературных источников, откуда можно взять необходимый для выполнения работы материал. Приведены примеры выполнения расчетов, оформления технологической документации. Учебное пособие предназначено для студентов машиностроительного техникума очной формы специальности 150411- Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Объем и структура курсового проекта	5
2. Методика выполнения курсового проекта	7
3. Содержание курсового проекта	8
3.1 Вводная часть	8
3.2 Общая часть	8
3.2.1 Назначение ремонтируемого оборудования	8
3.2.2 Краткая техническая характеристика	8
3.2.3 Монтаж и демонтаж оборудования на фундамент	8
3.2.4 Смазка станка	10
3.3 Технологическая часть	12
3.3.1 Описание конструкции узла	12
3.3.2. Технологический процесс разборки станка и узла	12
3.3.3 Дефектная ведомость на детали узла	13
3.4. Разработка технологического процесса изготовления детали	14
3.4.1 Выбор заготовки	14
3.4.2 Маршрут изготовления детали	19
3.4.3 Расчет режимов резания	20
3.4.4 Расчет технической нормы времени	27
3.5. Разработка технологического процесса восстановления детали	30
3.5.1 Дефектная ведомость на восстанавливаемую деталь	31
3.5.2 Обоснование метода восстановления	31
3.5.3 Маршрут восстановления детали	35
3.5.4 Расчет режимов резания на операции восстановления.	36
3.5.5 Расчет норм штучного времени.	47
3.6 Технологический процесс сборки узла.	47
3.7 Испытание оборудования после ремонта.	49
3.8. Основные положения системы ЕСТД	50
4. Защита курсового проекта	53
Литература	54
Приложение 1	56
Приложение 2	58
Приложение 3	59
Приложение 4	60
Приложение 5	61
Приложение 6	62
Приложение 7	64

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курсовой проект (далее КП) выполняется студентами машиностроительного техникума очной формы обучения при реализации учебной дисциплины «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт оборудования (по отраслям)».

Он имеет своей целью:

1. Сформировать навыки самостоятельной работы по проектированию технологических процессов ремонта деталей средней степени сложности, сборки и разборки оборудования, а также решению технологических задач, связанных с механической обработкой деталей машин.
2. Обобщить знания, полученные студентами за предшествующий период обучения по общепрофессиональным и специальным дисциплинам.

В ходе достижения этой цели решаются следующие задачи:

- выявление знаний, умений и навыков студентов по различным дисциплинам учебного плана;
- ознакомление студентов с методикой выполнения различных частей КП и принципами решения производственных задач на базе полученных ими знаний;
- развитие у студентов навыков и умений самостоятельной инженерной деятельности, поиска информации для решения производственных проблем.

К защите допускаются КП, подписанные руководителем.

По результатам выполнения проекта и его защиты выставляется общая оценка проекта.

1. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

КП состоит:

- из пояснительной записки;
- из комплекта технологических документов (в соответствии с требованиями ЕСТД);
- графического материала.

Пояснительная записка (ПЗ) является основным документом КП, в котором приводятся расчеты и описания конструкторских и технологических разработок, экономические расчеты. Объем ПЗ, как правило, составляет 20-25 страниц текста. Состав и структура ПЗ должны соответствовать её содержанию. Графический материал КП включает:

- чертеж изготавливаемой детали (формат А3);
- ремонтный чертеж детали (формат А3);
- карты операционных эскизов восстановления и изготовления (формат А3);
- сборочный чертеж ремонтируемого узла (формат А1).

Содержание ПЗ и графической части может быть изменено по согласованию с руководителем проекта.

Обязательным приложением к пояснительной записке является комплект стандартных технологических документов, на которых, в соответствии с требованиями ГОСТов, входящих в ЕСТД, записывается проектируемый технологический процесс механической обработки изготавливаемой детали. Технологические документы заполняются в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 или ГОСТ 3.1418-82, а также ГОСТ 3.1401-86, ГОСТ 3.1103-82, ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1502-85, ГОСТ 3.1120-83.

Тематика курсовых проектов ежегодно обновляется и рассматривается на заседании предметной (цикловой) комиссии.

В КП разрабатывается технологический процесс сборки, разборки узла. Составляется дефектная ведомость на детали ремонтируемого узла. Разрабатывается технологический процесс изготовления детали, который содержит не менее 3-х различных видов технологических операций механической обработки (например: токарную, фрезерную, шлифовальную). Производится выбор варианта восстановления ремонтируемой детали. Разрабатывается технологический процесс восстановления детали. Рассматриваются вопросы демонтажа станка и его смазка.

Примерная тема КП:

- «Ремонт станка модели (токарный, сверлильный, шлифовальный и т.д.)».

Задание оформляется на бланке установленной формы (Приложение 1), с указанием даты выдачи задания и срока выполнения проекта. Задание должно быть подписано преподавателем – руководителем проекта и исполнителем – студентом, согласовано с председателем предметной (цикловой) комиссии, а также утверждено заместителем директора по УР.

За правильность всех данных и проектных решений отвечает автор проекта – студент.

Оформляется КП в соответствие с Методическими рекомендациями по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов/работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения, утвержденных приказом ректора от 14.02. 2012 № 01-69.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основные вопросы, касающиеся курсового проектирования, прорабатываются в процессе изучения специальных дисциплин, при выполнении лабораторных и практических работ. Однако имеется необходимость изложить ряд общих методических положений и требований, которые обеспечат эффективную самостоятельную работу студента над КП по дисциплине

Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт оборудования (по отраслям).

Изложенные методические рекомендации позволят студентам и руководителям КП обеспечить единство требований и решений отдельных вопросов, а также подготовить студентов к выполнению дипломных проектов.

Работая над каждым вопросом, студент должен подходить к проблеме вдумчиво, творчески, критически анализировать её и принимать самые оптимальные решения.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Вводная часть

Во вводной части (введении) КП рассматривают важность и актуальность выбранной темы. Необходимо уделить внимание современному состоянию оборудования машиностроения, механизации и автоматизации ремонтных производств, а также повышению качества технического обслуживания и ремонта оборудования, эффективности производства. Особое внимание студент должен обратить на развитие той отрасли машиностроения, к которой относится тема проекта. Введение должно быть увязано с темой КП и по объёму не должно превышать одной-двух страниц текста.

Мероприятия, предусмотренные в проекте для получения высоких технико-экономических показателей, перечисляют после их обоснования.

3.2 Общая часть

3.2.1 Назначение ремонтируемого оборудования

В данном подразделе приводят назначение станка, его модель (с расшифровкой). Раскрывают, какие детали, их поверхности обрабатываются на данном оборудовании. Если в процессе выполнения курсового проекта проводится его модернизация, то дополнительно необходимо указать назначение модернизации, какое воплощение она получила в конструкции станка и для какой цели предназначена.

Также при описании оборудования необходимо указать класс его точности, с уточнением, в условиях какого типа производства оно используется (мелкосерийного, серийного, крупносерийного, массового).

При наличии конструктивных особенностей данного станка необходимо дать их подробное описание.

3.2.2 Краткая техническая характеристика

В этой части курсового проекта необходимо привести техническую характеристику и назначение его основных узлов и элементов. Необходимо раскрыть конструктивные особенности каждого из узлов и агрегатов станка. Кроме этого необходимо отметить конструктивные элементы, объединяющие данные агрегаты в единое целое. Дать характеристику базового элемента, его роль в создании жесткости и геометрической точности всей системы СПИД (станок, приспособление, инструмент, деталь).

Техническую характеристику привести в виде таблицы.

3.2.3 Монтаж и демонтаж оборудования на фундамент

В этом подразделе необходимо дать представление о фундаменте, его виды в зависимости от типа оборудования, назначение. Установка станка на фундаменте, выверка, крепление. Привести монтажную схему обвязки станка при транспортировке.

Металлорежущие станки, устанавливаемые в цехах машиностроительных заводов, в основном относятся к группе средних и легких станков.

Вес для каждого станка приведен в [5].

Качество работы станка в значительной степени зависит от того, как он смонтирован на месте постоянной эксплуатации.

Фундаменты под станки подразделяют на две основные группы:

- только основание для станка, виды полов [16];
- фундаменты жестко связанные со станком и придающие ему дополнительную жесткость и устойчивость.

Расчет фундамента учитывает кроме этого тип грунта на месте установки станка. Типы грунтов приведены в таблице 3.2.1

Таблица 3.2.1 Грунты, используемые при изготовлении фундаментов

Грунты	Значение нормативного давления R^H в кгс/см ² при различной плотности
Глинистые: суперси суглинки глины	От 3 до 2 От 3 до 1 От 6 до 1
Песчаные: пески крупные пески средней крупности пески мелкие пески пылеватые	От 4,5 до 3,5 От 3,5 до 2,5 От 3 до 1,5 От 2,5 до 1
Крупнообломистые: щебнистые с песчаным заполнением пор дресвяной (гравийный)	6 от 5 до 3

Выверка станка, в процессе его установки на фундамент, предполагает различные технические средства и способы регулировки (подкладки, фундаментные болты, виброгасящие опоры, заливка по контуру). Последовательность установки основания станка на фундамент:

- очистка основания фундамента и опорной части М. О.;
- установка на фундамент комплекта подкладок, по высотным отметкам (по необходимости);
- опускание станка плавно, не повреждая резьбы фундаментных болтов;
- контроль прилегания по всей поверхности;
- регулировка положения станка по уровням, подливка.

Последовательность установки оборудования на фундамент требует особенной тщательности и времени для стабилизации фундамента (до 12 дней).

По завершении монтажных работ производятся испытания и приемка монтажа с оформлением «Акта».

3.2.4 Смазка станка

В этом подразделе необходимо привести общие принципы смазки оборудования, схему смазки с указанием мест смазывания и смазочного материала, его количества, периодичность смазки.

Смазочная жидкость подается к трущимся поверхностям для того, чтобы путем создания жидкостных смазочных пленок уменьшить площадь непосредственного металлического контакта или полностью избежать его, понизив тем самым коэффициент трения и связанные с ним потери. Если коэффициент трения несмазанных поверхностей колеблется обычно в пределах 0,1...0,5, то при полном жидкостном трении, то есть в случае, когда трущиеся поверхности разделены непрерывным смазочным слоем, коэффициент трения не превышает, как правило, величин порядка 0,0002...0,01 в зависимости от вязкости масла и условий трения.

Смазка способствует уменьшению трения, потерь энергии, износа и нагрева трущихся поверхностей, увеличению долговечности оборудования, плавности и бесшумности работы передач, повышению коэффициента полезного действия (КПД), длительному сохранению точности. В узлах и механизмах оборудования для смазывания применяются жидкие минеральные масла и реже пластические смазочные материалы. Важнейшей характеристикой масла является вязкость. Чем выше скорость в подвижном соединении и меньше удельная нагрузка, тем меньше должна быть вязкость.

В паспорте каждого станка указываются применяемые смазочные материалы, а также перечень возможных замен смазочных материалов отечественных и иностранных производителей. Однако рынок смазочных материалов развивается быстро, а оборудование эксплуатируется десятилетиями [13]. Ряд смазочных материалов уже не выпускается. Область применения отдельных видов смазочных материалов приведены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Смазочные масла и мази

Наименование	ГОСТ	Область применения
Масло индустриальное И- 5А	20799- 75	Быстроходные точные механизмы, работающие с частотой вращения 15000...20000 об/мин или окружной скоростью на шейке вала 4,5...6 м/с
Масло индустриальное И- 8А	20799- 75	Механизмы, работающие с малой нагрузкой при частоте вращения 1000...1500 об/мин или с окружной скоростью на шейке вала 3...4,5

		м/с
Масло индустриальное И- 12А	20799- 75	Механизмы, работающие с окружной скоростью вала до 3 м/с; гидросистемы с давлением до 6 МПа; поршневая группа аммиачных компрессоров
Масло индустриальное И- 20А	20799- 75	Механизмы, работающие при средних нагрузках и повышенных скоростях; гидросистемы металлообрабатывающих станков и других механизмов
Масло индустриальное И- 30А	20799- 75	Крупные и тяжелые станки; гидравлические системы с поршневыми регулируемыми насосами
Масло индустриальное И- 40А	20799- 75	Тяжелые станки, работающие с малыми скоростями
Смазка ЦИАТИМ- 202 (универсальная, тугоплавкая, влагостойкая, морозоустойчивая, активированная)	11110- 75	Подшипники качения закрытого типа и другие сборочные единицы трения, работающие при температурах от -60 до +120°С
Солидол синтетический УС01 УС-2 (универсальная среднеплавкая, синтетическая, влагостойкая)	1033-75	Сборочные единицы трения, работающие при температурах до +65° С
Графитовая смазка УСс-А (влагостойкая)	3333-80	Тяжело нагруженные сборочные единицы трения, зубчатые передачи, рессоры, лебедки и т.п.

Различают следующие системы смазывания:

- индивидуальные с независимым подводом масла к каждой точке;
- централизованные с подводом масла от одного источника к группе точек;
- комбинированные.

Смазывание может быть непрерывным, периодическим, циркуляционным, ресурсным.

В КП необходимо на общем виде станка указать точки смазки и раскрыть способы подачи смазочного материала к трущимся поверхностям, а также применяемые смазочные устройства в тех или иных местах станка.

Для каждой точки смазки указать объем смазочного материала, подаваемого за один раз. Кроме этого необходимо раскрыть периодичность смазывания по данным точкам.

Более подробно остановиться на смазке ремонтируемого узла.

3.3 Технологическая часть

3.3.1 Описание конструкции узла

В пределах данного подраздела необходимо произвести описание конструкции ремонтируемого узла, то есть:

- сама конструкция;
- входные и выходные параметры узла;
- принцип работы;
- кинематическая схема, возможность регулирования передаточного отношения, чем и как;
- характеристика элементов;
- виды нагрузок внутри узла, подшипники, а также другие элементы обеспечивающие надежную работу узла (крышки подшипников, сальники, манжеты, стопорные элементы, крепеж и т.д.);
- смазка отдельных элементов узла;
- перечень быстроизнашиваемых деталей.

Описание сопровождается выполнением поясняющих рисунков, таблиц, схем.

В данной части КП также необходимо произвести анализ конструкции изготавливаемой и ремонтируемой детали [1], [14].

3.3.2 Технологический процесс разборки станка и узла

В отчете по данному разделу необходимо привести требования к разборке данного оборудования (если к разборке предъявляются особые требования, то их также необходимо отразить в пояснительной записке).

Место разборки определяется видом ремонта и другими задачами перед ремонтниками. Предварительно изучают конструкцию станка, электрическую, кинематическую, гидравлическую схемы.

Перед самой разборкой данные системы отключают от цеховых систем снабжения и вывешивают табличку «Не включать».

Технологический процесс разборки станка выполняется в карте технологического процесса разборки. Форма карты технологического процесса разборки приведена в приложении 2.

При составлении карты технологического процесса разборки станка необходимо учитывать следующие факторы:

- разборку выполняют в определенной последовательности;
- в первую очередь снимают детали и узлы (щитки, кожуха, экраны), препятствующие снятию других элементов конструкции, строго соблюдая при этом правила безопасности труда и обеспечивая сохранность оборудования;

- рассоединяют узлы между собой (ременные, зубчатые передачи, муфты, шпонки, штифты);
- затем снимают шкивы, зубчатые колеса внешних зацеплений, рукоятки управления;
- снимают сборочную единицу со станка, соблюдая меры безопасности;
- на столе сборщика снимают общую крышку, крышки подшипников, при этом смотрят за уплотнениями;
- перед разборкой соединений внутри узла отмечают взаимные положения отдельных деталей, при необходимости делают эскизы;
- при частичной разборке узла крепеж вкручивают в свои отверстия;
- остатки сломанных шпилек, болтов, винтов удаляют (высверливанием, вывертыванием, электроискровым методом);
- валы снимают в сторону большего диаметра, предварительно сняв фиксирующие элементы зубчатых колес, втулок и т.д.;
- разборку самих валов производят на отдельном столе, подшипники выпресовывают различными съемниками;
- все детали складывают в ящики и закрывают крышками.

В карте технологического процесса разборки должны быть указаны: оборудование, приспособления, съемники, инструменты, которые применяются в процессе разборки.

3.3.3 Дефектная ведомость на детали узла

При разработке данного подраздела в пояснительной записке курсового проекта целесообразно отразить следующие пункты:

- назначение дефектации;
- составляется ведомость технологического процесса дефектации выполненная согласно ГОСТ 3, 1115-79, (исключение данного раздела недопустимо), приложение 3;
- составляется ведомость технологического процесса дефектации на ремонтируемый узел.

Ведомости дефектации составляются в виде документов различной формы. Все графы, касающиеся деталей, не требующих ремонта или замены, при составлении ведомости дефектации прочеркиваются. Приведенная в пояснительной записке ведомость дефектации является рабочей и выполнена в соответствии с ГОСТ 3.1115 – 79.

Не зависимо от технического состояния подлежат замене:

- замковые и пружинные шайбы;
- шплинты;
- шпонки;
- сальниковые уплотнения (фетровые, войлочные);
- детали муфт;
- резиновые манжеты, медноасбестовые и неметаллические прокладки;
- крепежные изделия.

Зубчатые колеса и шестерни подлежат замене при наличии следующих дефектов:

- сквозные трещины любого размера и расположения;
- облома одного или нескольких зубьев;
- износа зубьев по толщине превышающего двойной допуск на длину общей нормали по сравнению с чертежами завода-изготовителя;
- колебания длины общей нормали превосходящие величину допуска по ГОСТу на передачи зубчатые цилиндрические, действовавшие в период изготовления станка.

Подшипники качения следует заменять при наличии следующих дефектов:

- повышенного, против указанного в технической документации, радиального и осевого зазора;
- цветов побежалости на поверхности;
- сколов и трещин любых размеров и расположений;
- отпечатков шариков или роликов на беговых дорожках;
- выкрашивания, шелушения и раковин коррозионного характера;
- неравномерный износ беговых дорожек в упорных и радиально-упорных подшипниках;
- выступление роликов из-за наружной обоймы конического подшипника.

При дефектации детали комплектуют на сборочные единицы и оценивают их сопряжение. В сопряжении восстановлению подлежат наиболее дорогие детали.

Цель дефектации - разделить все детали на три группы:

- годные к эксплуатации;
- негодные;
- ремонтпригодные.

При необходимости маркируют:

- белой –годные
- зеленой –ремонт;
- красной – негодные.

Ведомость заполняется следующим образом:

- перечисляются дефекты по узлу в целом;
- далее перечисляются все детали с указанием, что с ними делать (метод восстановления тоже может оговариваться).

3.4 Разработка технологического процесса изготовления детали

3.4.1 Выбор заготовки

Выбор заготовки и её конструирование – ответственный этап проектирования технологического процесса. Конструирование заготовки предполагает выбор метода её изготовления, определение её размеров с допусками и технических требований, предъявляемых к заготовке.

Основная задача при изготовлении заготовок заключается в приближении их форм к формам готовых деталей. Формообразование заготовок может быть выполнено литьем, ковкой, штамповкой, прокатом, волочением, прессованием и сваркой.

Повышение точности изготовления заготовок сокращает расход материала и снижает трудоемкость механической обработки, а повышение точности механической обработки сокращает трудоемкость сборки и монтажа и обеспечивает взаимозаменяемость деталей и узлов, что дает возможность поточную сборку и обеспечивает условия для высокопроизводительного ремонта машин.

Для деталей, изготавливаемых заводами для ремонта своего оборудования, приходится выбирать заготовку исходя из величины партии.

Штамповка, литье по выплавляемым моделям и другие подобные методы получения заготовок могут использоваться только для деталей изготавливаемых сериями. Для единичных деталей используется сортовой прокат, поковки, получаемые свободной ковкой, сварные конструкции [16].

Для определения размера заготовки необходимо знать габаритные размеры детали (для тел вращения: максимальный диаметр и длину), а также припуск на обработку.

Припуск на обработку – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали.

Припуск существует общий и промежуточный. В КП следует для двух разнохарактерных поверхностей (наружный диаметр вала и плоскости торцев; наружный диаметр фланца и внутренний диаметр отверстия и т.п.) определить припуск табличным методом таблица 3.4.3. Припуск на черновое подрезание торцев составляет 2-3 мм на сторону, припуск на чистовое подрезание торцев см. таблицу 3.4.2

Расчетные размеры на заготовку округляют до стандартного типоразмера (сортамент), таблица 3.4.1 и экономической целесообразности принятой точности. Рекомендуемые расчетные размеры заготовок следует округлять в сторону увеличения припусков в зависимости от степени точности и типа производства (для массового производства увеличивают припуск до +0,1мм, для единичного +1,0мм).

Таблица 3.4.1- Сортамент и допуски на горячекатаную круглую сталь ГОСТ2590-87

Диаметр, мм	Допустимые отклонения δ , мм
10,11,12,13,14,15,16,17,18,19	+0,3 -0,5
20,21,22,24,25	+0,4 -0,5
26,28,30,32,34,36,38,40,42,45,48	+0,4 -0,7
50,53,56,	+0,4 -1,0
60,63,65,70,75	+0,4 -1,1
80,85,90,95	+0,5 -1,3
100,105,110	+0,6 -1,7
120,125	+0,8 -2,0

130,140,150	+0,8 -2,0
160,170,180,190,200	+0,8 -2,5
210,220,240,250	+2,1 -3,0

Таблица 3.4.2.- Припуски на чистовое подрезание торцов, мм

Диаметр заготовки, мм	Общая длина заготовки, мм					
	До 18	18-50	50-120	120-260	260-500	Св.500
До 30	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
30-50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
50-120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
120-300	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5

Таблица 3.4.3. - Промежуточные припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Номинальный диаметр, мм	Операция	Припуск на диаметр при длине, мм								
		До 25	26-63	63-100	100-160	160-260	250-400	400-630	630-1000	1000-1600
До 6	Точение черновое	2,5	2,6	2,5	3,0	3,0	3,5		-	-
	Точение чистовое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1		-	-
	Шлифование	0,25	0,26/0,3	0,25/0,3	0,25/0,3	0,3/0,4	0,4	0,4/0,5	0,4	-
6-10	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	-
	Шлифование	0,26/0,3	0,26/0,3	0,26/0,4	0,26/0,4	0,3/0,4	0,4	-	-	-
10 - 18	Точение черновое	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	-	-
	Точение чистовое	1,2	1,2	1,2	1,5	1,6	1,6	1,5	2,0	-
	Шлифование	0,3	0,3	0,3	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4/0,5	0,4/0,5	0,4	0,5
18- 30	Точение черновое	3,6	3,5	3,6	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	5,0

	Точение чистовое	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5
	Шлифование	0,3/0,4	0,3/0,4	0,3/0,4	0,3/0,4	0,4	0,4/0,5	0,5	0,5/0,6	0,6/0,7
30- 50	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
	Точение чистовое	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4/0,5	0,4/0,5	0,5/0,6	0,5/0,7	0,7/0,8
50-80	Точение черновое	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,6	6,0
	Точение чистовое	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,6	2,5
	Шлифование	0,4	0,4	0,4	0,4/0,6	0,4/0,6	0,6	0,6	0,6/0,7	0,7/0,9
80-120	Точение черновое	6,5	5,6	6,5	6,0	6,0	7,0	7,6	8,5	8,5
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	3,0
	Шлифование	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5/0,6	0,5/0,7	0,6/0,7	0,6/0,8	0,8/0,9
120-200	Точение черновое	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	9,0	9,0
	Точение чистовое	2,0	2,0	2,0	2,6	2,6	2,5	3,0	3,0	3,5
	Шлифование	0,5	0,5	0,6	0,6/0,7	0,6/0,7	0,6/0,8	0,6/0,8	0,7/0,9	0,8/1,0

Примечания:

1. В числителе даны припуски для незакаленных деталей, в знаменателе - для закаленных.

2. При обработке с уступами припуск назначается по отношению к общей длине детали.

3. При закаливании деталей, изготовленных из сталей, подверженных значительным термическим деформациям (например, из стали 45), припуски под шлифование следует увеличивать.

3.4.2 Маршрут изготовления детали

Разработка технологического процесса изготовления состоит из комплекса взаимосвязанных работ, предусмотренных «Единой системой технологической подготовки производства», и должна выполняться в полном соответствии с требованиями ГОСТ 14301 83.

При разработке данного технологического процесса руководствуются следующими принципами:

- в начало технологического процесса следует относить те операции, на которых можно ожидать брака из-за скрытых дефектов металла;
- в первую очередь обрабатывают те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке;
- после обрабатывают поверхности с наибольшим припуском;
- затем выполняют обработку поверхностей, снятие металла с которых в меньшей степени влияет на жесткость заготовки;
- поверхности, с которыми связаны точность и допуски относительного расположения поверхностей, обрабатывают за одну установку.

При выборе установочных баз следует стремиться к соблюдению двух основных условий: совмещению баз и постоянству баз. Принцип базирования заготовок должен строго соответствовать ГОСТ 21495-76.

Разработка технологического процесса изготовления детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса по ГОСТ 3. 1118-82, ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3. 1404-86.

К заполнению граф технологических документов предъявляются следующие требования:

- при записи информации допускаются сокращения, предусмотренные ГОСТ 2. 316-68, ГОСТ 3. 1072-79 и др.;
- информация дается в виде кодов с их расшифровкой.

В случае отсутствия информации, для какой либо графы, в ней ставят прочерк длиной 4...5 мм. Вертикальные штрихи в строках указывают место информации под графой.

Учитывая, что маршрутная карта является основным и обязательным документом любого технологического процесса, в приложении 5 подробно рассматривается пример выполнения маршрутной карты по ГОСТ 3. 1118-82.

В условиях единичного производства может быть использована маршрутно-технологическая карта, приложение 6.

Информация, вносимая в отдельные графы и строки маршрутной карты, выбирается на основании приложения 8.

Маршрутная карта при выполнении курсового проекта должна сопровождаться картами эскизов по операциям, пример оформления, которых, приведен в приложении 9.

К заполнению карт эскизов на них указываются:

- схема базирования;

- закрепление заготовки;
- размеры обрабатываемой поверхности с указанием полей допусков;
- шероховатость обрабатываемой поверхности (R_a);
- эскизы режущих инструментов в конечном положении;
- движение заготовки и режущих инструментов.

3.4.3 Расчет режимов резания

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, фасонный инструмент, позволяющий обрабатывать сложные поверхности.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твердых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4) и др. Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамокобальтовых твердых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК6, ВК8) и быстрорежущих инструментальных сталей. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературы в зависимости от методов обработки деталей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно, это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

В маршрутных картах технологического процесса обработки заготовки необходимо правильно указать условные обозначения режущего и вспомогательного инструмента в соответствии с присвоенным ему в стандарте обозначением, например:

сверло спиральное $\varnothing 20$ мм из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком с конусом Морзе 2: сверло 2301-0439 ГОСТ 2092-77.

Сверло диаметром 6 мм, общего назначения, правого исполнения I из твердого сплава ВК8: Сверло 2309-0067 ВК8 ГОСТ 17275-71.

Фреза цилиндрическая тип I, диаметром D=80мм, L=125мм, правая: фреза 2200-0157 ГОСТ 3752-71.

Фреза торцовая D=200мм со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава ВК8, праворежущая: фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80.

Фреза червячная для чистовой обработки, однозаходная для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем, правая с $m=6$ мм, длина L=112мм, тип II, класса А: фреза червячная правая Т6×112А – II ГОСТ 9324-80.

Фреза дисковая зуборезная модульная с $m=3$ №5: фреза m3M №5 ГОСТ 10996-64.

Хвостовой прямозубый долбяк с $m=0,5$ мм, номинальным делительным диаметром 25мм, класса А, с конусом Морзеб: долбяк хвостовой прямозубый 0,5x25A=16 ГОСТ 10059-80Е.

Резец строгальный проходной с пластинкой из твердого сплава, тип I, исполнение I, сечением HxB=20x16мм, с пластинкой твердого сплава Т15К6: резец 2171-0001 Т15К6 ГОСТ 18891-73.

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материала и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

При расчете режимов резания сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают, по возможности, наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допускаемую подачу.

После установлении глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам или по нормативам с учетом жесткости технологической системы.

Аналитический расчет режимов резания производится с учетом необходимых поправочных коэффициентов на какую-нибудь обрабатываемую поверхность, указанную руководителем проекта.

В КП следует включить расчет режимов резания аналитическим методом не более чем на одну - две операции. Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания рассчитываются, правильность расчетов проверяется преподавателем, и полученные данные сводятся в общую таблицу. Структура таблицы произвольная.

В процессе определения режимов резания необходимо частоту вращения шпинделя станка, подачу или число двойных ходов скорректировать по паспорту станка [9].

Методика расчетов режимов резания сверлильных фрезерных и других металлорежущих станках имеет ряд отличий от расчетов одноинструментальной обработки. При расчете режимов резания на все виды работ, прежде всего, следует установить исходные данные, необходимые для расчета. К исходным данным можно отнести конфигурацию детали, схему обработки, технологическую оснастку и станочное оборудование.

В данном учебном пособии приведены алгоритм расчета и данные для расчета режимов резания при точении одним резцом.

1. Назначить глубину резания. При черновых переходах определяется слоем срезаемого металла и возможностями оборудования (для среднего, универсального оборудования до 4 мм). Отсюда определяется и число проходов.
2. Рассчитать длину рабочего хода.

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

где $L_{рез}$ -длина резания. мм; y -подвод, врезание и перебег инструмента, мм; $L_{дон}$ - дополнительная длина хода, вызванная особенностями конструкции детали, мм.

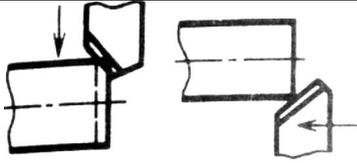
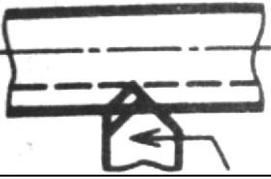
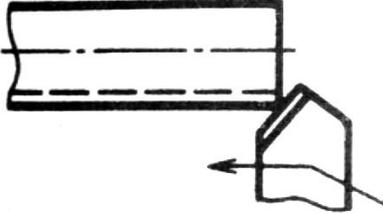
Длину подвода и перебега режущего инструмента при точении выбирают по нормативным таблицам 3.4.4-3.4.5.

Таблица 3.4.4 - Длина подвода и перебега инструмента

Заготовка	l_1+l_3 , мм, при точении	
	на проход	до упора
Предварительно обработанная и прокат	4	2
Поковка	6	3

Таблица 3.4.5 - Длина врезания l_2 режущего инструмента при точении

Эскиз метода обработки	Угол в плане, град.	l_2 , мм, при глубине резания t , мм					
		1	2	3	4	5	6

	45	1	2	3	4	5	6
	60	1	2	2	3	3	4
	70-75	1	1	1	1	2	2
	45 - 90	2	4	6	8	10	12
	45	1	2	2	3	4	4
	60	1	1	2	2	3	3
	70-75	1	1	1	1	2	2

Длину подвода режущего инструмента l_1 к обрабатываемой поверхности заготовки для поперечных суппортов 0,5- 1,0мм.

Перебег режущего инструмента, который учитывается по условиям обработки, принимают равным длине подвода инструмента.

3. Назначить подачу суппорта по таблице 3.4.6.

Таблица 3.4.6 – Рекомендуемые подачи

Материал детали	Подача суппорта, мм/об при глубине резания, мм				
	До 1	2	3	4	5
Сталь	0,6	0,4	0,3	0,25	0,2
Чугун	0,8	0,6	0,45	0,35	0,25

Примечание: значения подач уменьшать при чистовом точении, при фасонном точении, при недостаточной жесткости технологической системы до 0,05...0,15 мм
Значения подачи необходимо уточнять по паспорту станка.

5. Определить стойкость инструмента.

$$T = T_m \lambda, \text{ мин} \quad (3.2)$$

где T_m – стойкость в минутах машинной работы, мин; λ - коэффициент времени резания.

T_m – рекомендуется принимать при одноинструментальной обработке (45.....80 мин.). При использовании твердого сплава принимают большие значения.

Таблица 3.4.7 - Точность и качество поверхностей при обработке цилиндрических поверхностей

Обработка	Rz, мкм	T; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер при номинальных диаметрах, мм						
				10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Точение черновое	80	120	15-17	240	280	620	740	870	1000	1150
Точение чистовое	10	30	8-9	70	84	100	120	140	160	185
Точение тонкое	5	10	7	35	45	50	60	70	80	90
Шлифование чистовое	2,5	10-5	6-7	18	21	25	30	35	40	47

Таблица 3.4.8 - Точность и качество поверхностей при обработке отверстий

Обработка	Rz, мкм	T; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер при номинальных диаметрах, мм						
				10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-260
Сверление	80	70	15-17	240	280	340	400	-	-	-
Зенкерование черновое	40	50	14-15	240	280	340	400	460	-	-
Зенкерование чистовое	20	40	12-14	70	84	100	120	140	-	-
Развертывание нормальное	10	25	8-9	120	140	170	200	230	260	300
Протягивание черновое	10	25	12-14	-	-	170	200	230	260	-
Протягивание чистовое	2,5	10	7-8	35	45	50	60	70	80	-
Растачивание черновое	80	50	15-17	240	280	340	400	460	530	600
Растачивание чистовое	20	25	8-9	70	84	100	120	140	160	185
Растачивание тонкое	5	10	7	27	33	39	46	54	63	73
Шлифование чистовое	2,5	10-5	6-7	27	33	39	46	54	63	73

Таблица 3.4.9- Точность и качество поверхностей при обработке плоскостей

Обработка	Rz, мкм	Т; мкм	Квалитет	Допуски δ , мкм на размер обработки до базовой поверхности, мм			
				До 80	80-180	180-260	260-500
Фрезерование, строгание черновое	80	100	12-14	200	280	620	740
Фрезерование, строгание чистовое	20	50	10-11	120	160	185	250
Шлифование чистовое	2,5	15	6-8	25	40	47	62

6. Рассчитать скорость резания и число оборотов шпинделя.

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3, \text{ м/мин} \quad (3.3)$$

где $V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, м/мин; K_1, K_2, K_3 - коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, от стойкости и материала инструмента, от вида обработки.

$V_{табл}, K_1, K_2, K_3$ определить по таблицам 3.11-3.13.

Таблица 3.4.10 – Скорость резания

Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Обрабатываемый материал								
		Сталь						Чугун серый		
		Быстрорежущая сталь			Твердый сплав					
		$V_{табл.}$, мм/мин при угле в плане в град.								
		45	60	90	45	60	90	45	60	90
До 1	0,2	57	57	57	160	160	160	105	105	105
	0,3	48	48	48	150	150	150	100	100	100
	0,4	42	42	42	135	135	135	93	93	93
	0,5	40	40	40	130	130	130	88	88	88
	0,6	37	37	37	125	125	125	84	84	84
	0,8	33	33	33	120	120	120	80	80	80
2,5	0,2	50	46	44	150	150	140	100	96	92
	0,3	42	37	35	135	125	120	88	84	80
	0,4	35	32	30	125	120	115	80	77	74
	0,5	32	28	27	115	110	105	75	72	70
	0,6	30	26	25	110	105	100	72	68	65
	0,8	26	23	22	100	95	93	66	62	60
5	0,2	50	44	34	150	140	125	100	92	80
	0,3	40	34	27	130	125	105	85	77	70
	0,4	33	30	24	120	115	95	77	70	63
	0,5	30	26	22	110	100	90	70	65	58

	0,6	26	23	20	100	95	85	60	60	54
	0,8	23	20	17	90	85	75	56	56	48

Таблица 3.4.11 – K_1 .

Материал инструмента	Сталь 10-50				15X-40X			
	НВ							
	До 156	156-207	170-229	207-269	137-179	156-207	170-217	207-255
Быстрорежущая сталь	1,55	1,0	0,85	0,65	1,05	0,85	0,75	0,6
Твердый сплав	1,35	1,0	0,9	0,75	1,1	0,95	0,9	0,75
Условия обработки	Серый чугун							
	НВ							
	143-207	163-229	170-241	235-295				
Без корки	1,2	1,0	0,9	0,7				
По корке	1,0	0,8	0,7	0,6				

Таблица 3.4.12 – K_2 .

Обрабатываемый материал	Материал инструмента	K_2 при стойкости инструмента, мин			
		До 30	60	100	200
Сталь	Быстрорежущая сталь	1,3	1,15	1,0	0,8
	T15K6	2,0	1,55	1,25	0,9
	T5K10	1,25	1,0	0,8	0,55
Чугун серый	BK2	1,6	1,4	1,2	0,95
	BK4, BK6	1,35	1,15	1,0	0,8
	BK8	1,15	1,0	0,85	0,7
Сталь	Фасонное точение	1,4	1,15	1,0	0,85

Таблица 3.4.13 – K_3

Растачивание		Поперечное точение, при d_2/d_1			Фасонное точение		
$d > 75$ мм	$d < 75$ мм	0-0,4	0,5-0,7	0,8-1,0		предвар.	чистовое
1,0	0,85	1,35	1,2	1,05	профиль простой	1,0	0,8
					профиль сложный	0,85	0,7

d - диаметр отверстия, мм; d_2 , d_1 - наименьший и наибольший диаметр обработки, мм

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \text{ об/мин} \quad (3.4)$$

Уточнить по паспортным данным станка n_{ym} , об/мин и пересчитать V_{ym} , м/мин.

$$V_{ym} = \frac{\pi d}{1000n_{ym}}, \text{ м/мин} \quad (3.5)$$

7. Рассчитать основное время.

$$t_o = \frac{L_{p.x.}}{s_o n_{ym}}, \text{ мин} \quad (3.6)$$

3.4.4 Расчет технической нормы времени

Техническая норма времени на обработку заготовки является одной из основных параметров для расчета стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

В крупносерийном и массовом производстве общая норма времени, штучное время, мин на механическую обработку одной заготовки определяют по формуле 3.7.

$$T_{um} = (T_o + T_e) \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right), \text{ мин} \quad (3.7)$$

где T_o , T_e – основное и вспомогательное время обработки, мин; α , β - время организационного и технического обслуживания оборудования выраженное в процентах от оперативного времени, %.

Вспомогательное время на обработку заготовки T_e зависит от степени механизации, массы заготовки, от выбранной технологической оснастки, методов обработки, станочного оборудования и других элементов.

Вспомогательное время T_e состоит из времени на установку и снятия детали; времени, связанного с переходом (установки инструмента по лимбу, упору, разметке; предварительного промера; взятия пробной стружки и др.); времени, связанного с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы

(изменения частоты вращения шпинделя станка, изменения подачи, поворота резцовой головки и др.); вспомогательного времени на контрольные измерения, которые устанавливаются по нормативным таблицам в зависимости от точности измерения, размеров измеряемых поверхностей с учетом коэффициента периодичности. Вспомогательное время на технологическую операцию:

$$T_{\text{в}} = (T_{\text{уст}} + \Sigma T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{пер.к}} + \Sigma T_{\text{изм}}) K t_{\text{в}}, \text{ мин} \quad (3.8)$$

где $T_{\text{уст}}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин; $T_{\text{пер}}$ - вспомогательное время, связанное с переходом, мин; $T_{\text{пер.к}}$ - вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы, мин; $T_{\text{изм}}$ - вспомогательное время на контрольные измерения, мин; $K_{\text{тв}}$ - поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии обрабатываемых изделий.

Вспомогательное время рассчитать по таблицам 3.4.14-3.4.18.

Таблица 3.4.14. - Вспомогательное время на установку и снятие детали.

Способ установки		Масса детали, кг					
		0,25	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0
В патроне с пневмозажимом	Без выверки	0,11	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30
	С выверкой	0,25	0,35	0,40	0,47	0,55	0,65
В центрах	Вращением маховика	0,22	0,26	0,32	0,38	0,46	0,55
	Пневматическим устройством	-	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37
На оправке	Пневматическим устройством	-	0,23	0,27	0,34	0,41	0,50

Таблица 3.4.15. - Вспомогательное время связанное с переходом.

Характер обработки		Изменяемый размер	Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
			300	400
Резец установлен на размер при однопереходных операциях	25	0,08	0,11	
	100	0,09	0,12	
	Св.100	0,10	0,13	
Резец установлен на размер по лимбу или упору	25	0,13	0,17	
	100	0,14	0,19	
	Св.100	0,16	0,21	
Растачивание	25	0,24	0,29	
	100	0,35	0,43	
Поперечное точение	Резец установлен на размер по лимбу или упору	-	0,17	0,23
	С предварительным	100	0,31	0,35

	промером	300	0,43	0,49
	Со взятием пробных стружек	100	0,27	0,33
		300	0,50	0,60

Таблица 3.4.16 - Вспомогательное время связанное с переходом на приемы не вошедшие в комплексы

Прием		Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
		300	400
Изменение частоты вращения шпинделя		0,07	0,08
Изменить величину или направление подачи		0,06	0,07
Сменить резец поворотом резцовой головки		0,07	0,07
Установить и снять инструмент	Резец проходной, расточной, подрезной	0,5	0,6
	Резец резьбовой, отрезной, фосонный	0,6	0,8
	Сверло, зенкер, развертку	0,1	0,12

Таблица 3.4.17 - Вспомогательное время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности

Время	Наибольший диаметр, устанавливаемого над станиной изделия, мм	
	300	400
α , %	3,5	4,0
β , %	4,0	4,0

Таблица 3.4.18 - Вспомогательное время на контрольные измерения

Измерительный инструмент	Измеряемый размер	Длина измерения, мм			
		50	100	200	300
Штангенциркуль	50	0,1	0,13	0,16	0,21
	100	0,13	0,16	0,19	0,24
	200	0,16	0,17	0,21	0,25
Скоба	50	0,05	0,06	0,08	0,1
	100	0,07	0,08	0,1	0,11
Пробка	25	0,07	0,08	0,13	-
	50	0,09	0,11	0,15	-
Шаблон	-		0,1	0,13	0,16

В серийном и единичном производстве за техническую норму времени принимается штучно-калькуляционное время.

$$T_{и.к} = T_{и} + (T_{нз}/n_d), \text{ мин} \quad (3.9)$$

где $T_{п.з}$ - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на подготовку и наладку станка для обработки данной партии деталей, получение необходимой технологической оснастки, документации, а также на сдачу обработанных деталей, документации и оснастки; n_d - число обрабатываемых деталей в партии (в массовом производстве не учитывается).

3.5 Разработка технологического процесса восстановления детали

3.5.1 Дефектная ведомость на восстанавливаемую деталь

В процессе дефектации, в выполняемой в целях оценки технического состояния детали, выявляют дефекты и определяют возможности дальнейшего использования деталей, необходимость их ремонта или замены. При дефектации устанавливают: износы рабочих поверхностей, т.е. изменение размеров и геометрической формы деталей; наличие выкрашивания, трещин, сколов, пробоин, царапин, задиров и т. п.; остаточные деформации в виде изгиба, перекоса; изменение физико-механических свойств. Каждую деталь сначала осматривают, затем соответствующим поверочным и измерительным инструментом контролируют ее форму и размеры.

Цель дефектации – выявить дефекты детали и установить возможность ремонта или необходимость замены.

В процессе дефектации узла уже были разделены детали на три группы. На каждую из деталей, подлежащих восстановлению, составляется отдельная дефектационная ведомость, приложение 7. В ней указывается:

- наименование детали;
- обозначение детали по сборочному чертежу;
- материал, твердость;
- составляется эскиз детали с выделением изношенных поверхностей и их действительными размерами (обозначаются номерами);

В таблицу заносятся:

- номера позиций изношенных поверхностей;
- дефекты данных поверхностей;
- поверочные и измерительные инструменты;
- размер по чертежу и возможный износ в пределах допуска;
- заключение восстановить.

В дальнейшем по дефектным ведомостям деталей составляются ремонтные чертежи. Форма дефектационной ведомости детали приведена в приложении 9.

3.5.2 Обоснование метода восстановления

3.5.2.1. Определяем величину износа заданной детали (одной поверхности), вид износа. Определяем величину предварительной механической обработки в целях выравнивания формы поверхности и снятия деформированных слоев поверхности.

Рассчитываем окончательный размер изношенной поверхности. Производим расчет на возможность восстановления по прочностным характеристикам.

Допускаемые износы деталей.

Установить точно величины предельных износов для всех многочисленных видов деталей в станках и машинах самых разнообразных типов и назначений, исходя из предъявляемых к ним специфических требований, задача трудная.

Однако по опыту передовых предприятий сложились определенные усредненные данные [4].

Износ направляющих считают предельным:

- для станков повышенной точности (прецизионных) 0,02-0,03 мм на длине 1000 мм;
- для станков нормальной точности 0,1-0,2 мм на длине 1000 мм.

Допустимый износ шеек шпинделей (0,01-0,05 мм) зависит от точностных требований, предъявляемых к станку.

Износ шеек валов под подшипники качения не должен превышать 0,01-0,02 мм, а износ шлицов по ширине 0,1-0,15 мм.

Износ шеек валов, работающих в подшипниках скольжения (втулках) без компрессионных устройств, в коробках подач, в фартуках и других подобных механизмах, допускается в пределах 0,001-0,01 диаметра вала в зависимости от его точности, таблица 3.5.1.

Таблица 3.5.1

Диаметр вала	Механизмы неответственные	Механизмы ответственные, работающие при частоте вращения вала, об/мин			
		Менее 1000		Более 1000	
		При удельной нагрузке, Па			
		До 30	Св. 30	До 30	Св. 30
50-80	0,5	2,0	1,0	3,0	1,5
80-120	0,8	2,5	1,5	3,5	2,0
120-180	1,2	3,0	2,0	4,0	2,5
180-260	1,6	4,0	2,5	6,0	3,5
260-360	2,0	5,0	3,0	7,0	4,5

Допуски износа зубьев по толщине в зубчатых передачах приведены в таблице 3.5.2.

Таблица 3.5.2

Режим работы	Окружная	Максимальный предельный износ
--------------	----------	-------------------------------

	скорость, м/с	в % к номинальной толщине зуба на начальной окружности		
		малом	среднем	капитальном
Передача мощности в одном направлении без ударной нагрузки	До 2	20	15	10
	2-5	15	10	6
	Св. 5	10	7	5
Передача реверсивная при ударной нагрузке	До 2	15	10	5
	2-5	10	5	5
Примечание. Для чугунных зубчатых колес указанные здесь данные уменьшаются на 30 %				

При ремонте допускаются следующие предельные размеры уменьшения:
-диаметр резьбы ходовых винтов – 8% номинального диаметра;
-диаметры шеек валов, шпинделей и осей -5 -10 % номинального диаметра;
-толщина стенок полых шпинделей и осей -3 -5 %; номинальной толщины.

3.5.2.2. Производим сравнительный анализ технологических возможностей вариантов восстановления:

- механический способ;
- сварка и наплавка;
- электролитический;
- электромеханический;
- восстановление полимерными материалами и т.д.

Выбираем два наиболее целесообразных способа восстановления заданной поверхности детали.

3.5.2.3. Производим сравнительный расчет относительной себестоимости выбранных вариантов по формуле:

$$C_z = C_{bz} \times (1 + \xi_z) / P_z, \text{ где:} \quad 3.10$$

C_{bz} – стоимость восстановления;
 ξ_z – коэффициент, учитывающий возможные потери при неожиданном отказе;

P_z – показатель относительной долговечности.

$$C_{bz} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ где:} \quad 3.11$$

C_1 – заработная плата (в рублях);
 C_2 – стоимость материалов;
 C_3 – стоимость затрачиваемой электроэнергии;
 C_4 – накладные расходы.

$$P_z = \sum f_{zn} \times K_{zn} = f_{z1} \times K_{z1} + f_{z2} \times K_{z2} + f_{z3} \times K_{z3} + f_{z4} \times K_{z4}, \text{ где:} \quad 3.12$$

f_{zn} – коэффициент вероятности отказа ($f_{z1} = 0,72$, $f_{z2} = 0,18$, $f_{z3} = 0,06$, $f_{z4} = 0,04$);

K_{z1} – коэффициент долговечности по износостойкости;

K_{z2} – коэффициент долговечности по прочности;

K_{z3} – коэффициент долговечности по усталостной прочности;

K_{z4} – коэффициент долговечности по сцепляемости с основным металлом.

Коэффициенты K_z для различных способов восстановления приведены в таблице 3.5.3.

Таблица 3.5.3 Относительная долговечность деталей при восстановлении различными способами

Способы восстановления	Коэффициент относительной долговечности восстановления деталей K_{zn}			
	По износостойкости K_{z1}	По прочности K_{z2}	По усталостной прочности K_{z3}	По сцеплению с основным металлом K_{z4}
Ручная сварка и наплавка:				
- электродуговая;	0,7	0,95	0,6	1,00
- газовая;	0,7	0,9	0,7	1,00
- аргонодуговая.	0,7	0,95	0,7	1,00
Механизированная сварка и наплавка:				
- в среде углекислого газа;	0,72	0,95	0,9	1,00
- под слоем флюса;	0,91	0,95	0,87	1,00
- в среде пара;	0,9	0,95	0,75	1,00
- вибродуговая	1,00	0,9	0,52	0,98
Другие способы:				
- хромирование;	1,67	0,95	0,97	0,82
- оставивание;	0,91	0,95	0,82	0,65
- никелирование;	0,87	0,95	0,74	0,7
- металлизация напылением;	0,55	0,85	0,6	0,1
- пластическая деформация;	1,00	0,9	1,00	1,00
- постановка дополнительной детали;	0,9	0,75	0,9	1,00
- механическая обработка.	0,95	0,8	0,9	1,00

$$f_z = a_1 \times f_{z1} \times K_{z1} + a_2(f_{z2} \times K_{z2} + f_{z3} \times K_{z3} + f_{z4} \times K_{z4}), \text{ где} \quad 3.13$$

$$a_1 = 1, \quad a_2 = 10,$$

$$\dot{K}_{z1} = (1 - K_{z1}), \dot{K}_{z2} = (1 - K_{z2}), \dot{K}_{z3} = (1 - K_{z3}), \dot{K}_{z4} = (1 - K_{z4}). \quad 3.14$$

3.5.2.3.1 Производим расчет механических показателей относительной долговечности (P_z) и коэффициенты, учитывающие возможные потери при неожиданном отказе (f_z) для обоих вариантов.

3.5.2.3.2 Производим расчет площади восстанавливаемой поверхности.

В виде примера для тел вращения:

$$S = \Pi \times D^2 \times L / 4, \text{ где:} \quad 3.15$$

D – диаметр восстанавливаемой поверхности;

L – длина восстанавливаемой поверхности.

3.5.2.3.3 Производим расчет объема расходуемого материала.

$$V = S \times h_k \text{ (дм}^3\text{)}, \text{ где:} \quad 3.16$$

h_k – толщина наносимого слоя (толщина втулки), с учетом последующей механической обработки (для каждого варианта в отдельности).

3.5.2.3.4 Производим расчет массы наносимого материала.

$$G = V \times \rho, \text{ где:} \quad 3.17$$

ρ – коэффициент удельной плотности материала, таблица 3.5.4.

Таблица 3.5.4-		Плотность материалов
Наименование материала	Плотность, кг/мм ³	
Сталь	7,8·10 ⁻⁶	
Чугун	7,1·10 ⁻⁶	
Бронза	8,8·10 ⁻⁶	

3.5.2.3.5 Определяем трудоемкость операций нанесения слоя металла (изготовления втулки).

$$T_k = T_{ko} \times S \times h_k / H_k, \text{ где:} \quad 3.18$$

T_{ko} – приведенная трудоемкость, чел час;

H_k – рациональная толщина покрытия (после окончательной обработки);

3.5.2.3.6 Определяем трудоемкость операций последующей обработки (по необходимости). Формула аналогичная.

3.5.2.3.7 Расход силовой электроэнергии на восстановление определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{ko} \times S \times h_k / H_k, \text{ где:} \quad 3.19$$

$\mathcal{E}_{\text{ко}}$ – приведенный расход электроэнергии на восстановление и последующую обработку

3.5.2.3.8 Расход силовой электроэнергии на последующую обработку определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ко}} \times S \times h_k / H_k, \text{ где:} \quad 3.20$$

$\mathcal{E}_{\text{ко}}$ – приведенный расход электроэнергии на последующую обработку.

3.5.2.3.9 Затраты связанные с заработной платой рабочих, занятых на восстановлении определяем по формуле:

$$C_1 = \Sigma (T_k \times R_n), \text{ где:} \quad 3.21$$

R_n – часовая тарифная ставка рабочих, руб.(по всем выполняемым операциям.

3.5.2.3.10 Определяем затраты, связанные с расходом материалов

$$C_2 = \Sigma (G_n \times A_n), \text{ где:} \quad 3.22$$

G_n – вес каждого из использованных материалов;

A_n – средняя стоимость 1 кг. материала.

3.5.2.3.11 Стоимость затраченной силовой электроэнергии

$$C_3 = \Sigma (\mathcal{E}_n \times A_3), \text{ где:} \quad 3.23$$

\mathcal{E}_n – затраченная электроэнергия на восстановление и каждую дополнительную операцию;

A_3 – стоимость 1 кВт.ч. электроэнергии.

3.5.2.3.12 Накладные расходы

$$C_4 = J \times C_1, \text{ где:} \quad 3.24$$

J – коэффициент, равный 2...2,5.

3.5.2.3.13 Определяем относительную стоимость каждого из рассматриваемых способов восстановления и сравниваем. Расчет по каждому варианту проводим отдельно.

3.5.3 Маршрут восстановления детали

Основой отчета по данному подразделу должна быть карта технологического процесса ремонта, оформленная согласно требованиям ГОСТ 3.1115-79. Карта технологического процесса ремонта должна сопровождаться картами эскизов на выполняемые операции.

Исходные данные для проектирования технологического процесса ремонта детали следующие:

- сведения о дефектации и предлагаемой программе восстановления деталей;

- организационная форма восстановления деталей;

- выбранный рациональный способ устранения дефектов;

- схемы технологического процесса устранения каждого дефекта;

- план выполнения всех операций предусмотренных маршрутом.

Организационная форма восстановления деталей может быть маршрутная, подефектная, маршрутно-групповая.

Маршрутная форма предусматривает составление технологии на комплекс дефектов, которые устраняют в определенной последовательности.

Подефектная технология используется в тех случаях, когда программа ремонта небольшая, и заключается в том, что технологический процесс восстановления детали разрабатывается на каждый дефект в отдельности.

На данном этапе у нас дефектация произведена, рациональный способ устранения дефектов рассчитан, организационная форма восстановления детали ясна, осталось составить план выполнения всех операций и раскрыть схемы технологического процесса устранения дефектов теми или иными способами.

План выполнения операций восстановления (маршрут):

- исправление формы детали (пресс, тиски, струбцины и т.д.), контроль качества;

- обновление центровых отверстий (для деталей типа - тела вращения);

- предварительная механическая обработка;

- промывка детали и нанесение защитного слоя на необрабатываемые поверхности (при необходимости);

- выполнение операции устранения дефекта поверхности (по рассчитанному способу);

- снятие защитного слоя с поверхностей и промывка детали;

- окончательная механическая обработка (при необходимости).

3.5.4 Расчет режимов резания на операции восстановления.

3.5.5 Расчет норм штучного времени.

Данные подразделы рассчитываются аналогично изготавливаемой детали (предварительная и окончательная механическая обработка). Расчет производится табличным методом по всем операциям и сводится в дальнейшем в таблицы. Алгоритм самих операций восстановления приводится ниже.

Электродуговая сварка и наплавка.

Ремонт деталей ручной электродуговой сваркой и наплавкой выполняется как на переменном, так и на постоянном токе.

При ручной сварке и наплавке деталей на переменном токе применяют сварочные трансформаторы: СТЭ-24У, СТЭ-34У, ТС-120, ТС-300 и др., а при постоянном токе для этих целей используют сварочные агрегаты: ПС-300М; ПСО-120; ПСО-300; ПСО-500; САК-2-1 и др. [31].

Ручная электродуговая сварка стальных деталей. При ручной электродуговой сварке стальных деталей применяют металлические электроды с тонким и толстым покрытием (обмазкой) в зависимости от механических свойств свариваемой стали.

Производительность и качество такой сварки в значительной степени зависят от правильного выбора марки электрода и его диаметра. Марка электрода выбирается в зависимости от свариваемой стали, ее механических свойств, условий работы детали и ее толщины. Диаметр электрода зависит от толщины свариваемой детали и выбирается по следующим данным:

Толщина свариваемого металла

в мм 0,5-1 1-2 2-5 5-10 свыше 10

Диаметр электрода в мм 1-1,5 1,5-2,5 2,5-4 4-6 5-8

Величина тока может быть определена по эмпирической формуле

$$I=(20+6dэ)dэ, \text{ где:} \quad 3.25$$

- I-величина тока в А;

- dэ- диаметр электрода в мм.

Она может быть определена и по опытным данным, приведенным в табл. 3.5.5.

Таблица 3.5.5

Характеристика электродов, применяемых при ремонте деталей ручной электродуговой сваркой

Электрод		Диаметр электрода в мм	Коэффициент наплавки в г/а-ч	Величина сварочного тока в А
Марка	Назначение			
Э34 с меловой обмазкой	Сварка	3	6,5	100-130
	малоответственных конструкций, испытывающих	4		140-180

	статическую нагрузку	5		200-240
		6		270-320
Э42; ОММ-5	Сварка малоответственных конструкций, испытывающих статическую, динамическую и переменную нагрузку	3	7,25	100-130
		4		160-190
		5		210-220
		6		240-280
Э42; ЦМ-7	Сварка конструкций, работающих при знакопеременной и ударной нагрузках	4	10	160-190
		5		210-240
		6		260-300
Э42А; УОНИ-13/45	Сварка особо ответственных конструкций, испытывающих, статическую, динамическую и переменную нагрузку	3	8	80-100
		4		130-150
		5		170-200
		6		210-240
Э42; ОМА-2	Для сварки тонколистовой стали	1,5	9	16-25
		2		25-45
		3		50-80

Основное время при сварке T_0 (в часах) – это время непосредственного горения дуги, затрачиваемое на образование сварного шва. Оно определяется по формуле:

$$T_0 = 60 \times G \times A \times m / I \times a_{н}, \text{ где} \quad 3.26$$

G – вес наплавленного металла в г;

A – поправочный коэффициент на длину шва;

m – поправочный коэффициент на положение шва в пространстве;

I – величина сварочного тока;

a_n – коэффициент наплавки, (см. табл.1)

Вес наплавленного металла определяется по формуле

$$G = FLy, \text{ где:} \quad 3.27$$

G – вес наплавленного металла в г; j

F – площадь поперечного сечения шва в см^2 ;

L – длина шва в см;

y – удельный вес металла электрода в г/см^3 .

Удельный вес y принимается: для чугунных электродов 7,1 , для стальных с тонким покрытием 7,5 , с толстым покрытием 7,8 и для биметаллических 8 г/см^3 .

Коэффициент A , учитывающий длину шва , составляет: при длине шва до 200 мм 1,2 , от 200 до 500 мм 1,1 и от 500 до 1000 мм 1 .

Поправочный коэффициент m в зависимости от положения шва в пространстве принимается два шва: нижнего 1; вертикального 1,25; горизонтального 1,3; потолочного 1,6; кольцевого с поворотом детали 1,1 и без поворота ее 1,35.

Ручная электродуговая сварка чугунных деталей биметаллическими электродами. Ремонт чугунных деталей ручной сваркой сводится в основном к заварке трещин, которые требуют герметичности шва. Сварка производится биметаллическими электродами без подогрева.

Трещины для заварки готовят следующим образом: зачищают место заварки от грязи, ржавчины и масла; засверливают на концах трещины отверстия диаметром 5-12 мм и раззенковывают их под углом 60-70 °; разделяют кромки трещины под углом до 90 ° на всю ее глубину и по обеим сторонам трещины зачищают до чистого металла литейную корку на ширину , равную толщине свариваемой стенки.

Биметаллические электроды состоят из медного сердечника (80%) с оплеткой из жести или стальной проволоки (20%) и меловой обмазки.

Основные параметры режима сварки серого чугуна назначаются в зависимости от марки и диаметра электрода (табл. 3.5.6).

Таблица 3.5.6 Характеристика электродов и режимы сварки серого чугуна

Электроды		Коэффициент наплавки в г/а-ч	Диаметр электрода в мм	Величина сварочного тока в а
Марка	Название			
Биметаллический с меловой обмазкой	Заварка дефектов	6,5	3	130-170
			4	180-240
			5	250-290
034-1 и МНЧ-1	Сварка и наплавка	13,7	3	90-100

	чугунных деталей без подогрева		4 5	120-140 160-190
Примечание. Сварку рекомендуется вести на постоянном токе обратной полярности.				

Основное время при холодной сварке чугуна определяется по формуле (3.26), а вес наплавленного металла по формуле (3.2.7). Поправочные коэффициенты A к основному времени (на длину шва) приведены выше.

Ручная электродуговая наплавка стальных деталей. Качество металла, наплавленного на изношенную стальную поверхность, зависит от состояния поверхности перед наплавкой, от качества и марки электродов и от технологии наплавки.

Наплавка выполняется короткой дугой, валики должны перекрывать друг друга на $1/2 - 1/3$ своей ширины. Высота наплавленного металла зависит от величины износа поверхности и приписка на механическую обработку (2-3 мм на сторону). Во избежание коробления детали валики наплавливают с диаметрально противоположных сторон с перерывами для охлаждения. Для наплавки применяют электроды с толстым покрытием. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины слоя наплавки и диаметра детали по следующим данным:

Диаметр детали (не более) в мм 30	60	100
Диаметр электрода	3	4	5
Толщина слоя в мм	2	3 до 5

Марку электродов выбирают в зависимости от материала наплавливаемой детали [10].

Продолжительность наплавки зависит от диаметра электрода и величины сварочного тока.

Основное время определяется по формуле

$$T_0 = 60 \times G / I \times a_n \quad 3.28$$

Вес наплавленного металла определяется по формуле (2), а удельный вес электродов согласно данным, приведенным выше.

Величина сварочного тока I и коэффициент наплавки a_n выбираются в зависимости от марки электрода и его диаметра (табл.3.5.7).

Таблица 3.5.7

Электроды		Диаметр в, мм	Коэффициент наплавки в г/а-ч	Величина тока в А
Марка	Назначение			

УОНИ-13/45	Наплавка особо ответственных деталей, работающих при различных нагрузках	3	9,8	80-100
		4		130-150
		5		170-200
		6		210-240
У-340	Наплавка деталей твердостью НВ280-360	4	8	160-220
		5		200-240
ОЗН-300	То же, НВ270-330	4	8	170-220
		5		210-240
ОЗН-350	То же, НВ 320-380	4	8	170-220
		5		210-240

2. Газовая сварка

При ремонте строительных машин наиболее широкое применение получила ацетилено -кислородная сварка. Такую сварку используют для заварки стальных тонкостенных деталей толщиной от 0,2 до 4мм (баки , крылья, капоты, облицовка автомашин и др.), а также деталей из серого чугуна и цветных металлов.

Сварка производится при помощи специальной горелки, имеющей сменные наконечники. Выбор типа горелки и номера наконечника производится с учетом толщины свариваемого металла (табл.3.5.8).

Таблица 3.5.8 Данные для выбора горелки и наконечника

Тип горелки	Толщина свариваемого металла в мм	№ наконечника	Расход ацетилена В А/ч
СУ	0,3 -1	0	75
	1-2	1	150
	2-4	2	300
	4-6	3	500
СГМ	0,2-0,5	00	50
	0,5-1	0	75
	1-2	1	150

Чрезмерное увеличение расхода ацетилена может привести к прожогу основного металла.

В состав оборудования для ацетилено - кислородной сварки входят: кислородный баллон, ацетиленовый баллон или ацетиленовый генератор, кислородный и ацетиленовый редукторы, кислородные и ацетиленовые шланги и горелки.

Качество газовой сварки зависит от диаметра присадочной проволоки, которая выбирается по следующим данным:

Толщина свариваемого металла в мм 2-3 3-5 5-10 10-15 15 и более
 Диаметр присадочной проволоки в мм 2 3-4 3-5 4-6 6-8

Основное время T_0 , затрачиваемое сварщиком на прогревание и плавление основного и присадочного металлов, определяется по формуле

$$T_0 = 60 \times G \times A \times m / \beta, \text{ где} \quad 3.29$$

G – вес наплавленного металла в г;
 A – поправочный коэффициент, зависящий от длины шва;
 m – поправочный коэффициент, учитывающий способ сварки и положение шва в пространстве (табл. 3.5.9);
 β – расход ацетилена в л/ч (табл.3.5.8).

Таблица 3.5.9 Значение коэффициента m при газовой сварке

Материал, свариваемый и расположение шва в пространстве	Коэффициент
Углеродистая сталь:	
$C \leq 0,4\%$	1
$C > 0,4\%$	1,2
Чугун.....	0,8
Алюминий и его сплавы.....	0,6
Вертикальное положение шва.....	1,2
Горизонтальный шов на вертикальной плоскости	1,25
Потолочный шов.....	1,6
Кольцевой шов:	
с поворотом детали	1,15
без поворота детали	1,3

3. Автоматическая вибродуговая наплавка

Автоматическая вибродуговая (электроимпульсная) наплавка (рис. 1) производится на вращающуюся деталь с помощью специального наплавочного аппарата

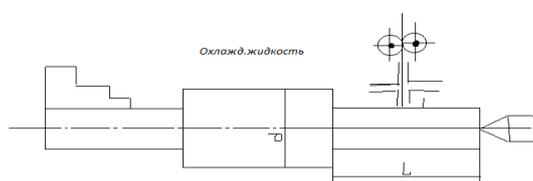


Рис.1. Схема автоматической вибродуговой наплавки
 1- механизм подачи проволоки, 2- вибратор

(головки). При изображении эскиза перехода в технологической карте вместо букв d и L следует указывать их цифровые значения.

Для улучшения формирования наплавляемого слоя металла и предохранения его поверхности от окисления применяется охлаждающая жидкость (обычно 5-6%-ный водный раствор кальцинированной соды). С увеличением подачи жидкости в зону наплавки твердость наплавленного слоя возрастет. Вибродуговой способ наплавки требует более строгого соблюдения параметров режима по сравнению с другими способами наплавки.

Порядок выбора режима вибродуговой наплавки.

1. Определяют толщину наплавляемого слоя в зависимости от величины износа и припуска на механическую обработку, который колеблется в пределах 0,6-1,2 мм на сторону; рекомендуемая толщина слоя не более 3,5 мм на сторону.

2. Выбирают марку и диаметр электродной проволоки применительно к материалу детали и ее поверхностной твердости [15]. Наибольшее применение получили проволоки (ГОСТ 2246-70) марок: Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2, а также легированная проволока марок: Ср-18ХГСА, Св-10ХМ, Св-18ХМА и пружинная класса II (ГОСТ 9389-60). Марку проволоки для наплавки стальных и чугунных деталей выбирают в зависимости от твердости, которую необходимо получить после наплавки. Диаметр электродной проволоки зависит от толщины наплавляемого слоя. При наплавке слоев толщиной менее 1 мм на сторону применяют проволоку диаметром 1-1,5 мм, для слоев толщиной до 2 мм – диаметром до 2,5, при большей толщине – диаметром 2-3 мм.

3. Выбирают электрические параметры наплавки. Устанавливают род тока (лучшие результаты получаются при использовании постоянного тока обратной полярности). Сила тока определяется диаметром электродной проволоки и скоростью ее подачи при наплавке. Для проволоки диаметром 1,3-1,8 мм рекомендуется сила тока 100-220 а. На практике силу тока выбирают по величине его плотности. Например, при диаметре электродной проволоки до 2 мм плотность тока принимают 60-75 а/мм², для проволоки большего диаметра 50-70 а/мм². При ускоренной подаче проволоки необходима и повышенная сила тока. Наиболее рациональное напряжение при наплавке слоя толщиной до 1 мм 12-15 в, при большей толщине 15-20в. Размах вибрации 0,75-1 диаметра электродной проволоки. Чем меньше значение напряжения тока на дуге, тем меньше размах вибрации проволоки.

4. Выбирают кинематические параметры:

а) скорость подачи проволоки назначают при напряжении тока до 15 в и диаметре проволоки 1,6-2 мм 50-70 см/мин, а при большем напряжении 90-150 см/мин;

б) шаг-наплавки целесообразно принимать 1,2-1,5 мм при напряжении тока 10-13 в и 1,5-2 мм при напряжении 13-22 в. Шаг наплавки s можно определять и в зависимости от диаметра электродной проволоки по формуле $s=(1,2/1,5) \cdot d$ мм/об;

в) скорость наплавки v определяют опытным путем или рассчитывают по формуле

$$V=0,785 \times d^2 \times v_n \times K / h \times s \times a \text{ мм/сек, где:} \quad 3.30$$

d - диаметр электродной проволоки в мм;

V_n - скорость подачи электродной проволоки в мм/сек;

K - коэффициент перехода электродной проволоки в наплавленный металл ($K=0,8/0,9$);

h - заданная толщина наплавленного слоя в мм (без механической обработки);

s - шаг наплавки в мм/об;

a – коэффициент ,учитывающий отклонения фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой – h (для учебных целей можно принимать $a=1$).

Средние значения скорости наплавки при толщине наплавленного слоя 1-3 мм находятся в пределах 5-20 мм/сек.

Число оборотов детали n , обеспечивающее получение слоя заданной толщины, определяют по формуле

$$n = 15 \times d^2 \times V_n \times K / (D + h) \times h \times s \times a, \text{ где:} \quad 3.31$$

D -диаметр наплавляемой детали в мм;

г) Расход охлаждающей жидкости составляет при наплавке деталей : из средне- и высокоуглеродистых , а также легированных сталей 0,3-0,5 л/мин, из малоуглеродистых сталей 1 л/мин.

При наплавке тонких деталей из низкоуглеродистых сталей обычно расходуют 3-5 л/мин.

Режим вибродуговой наплавки в зависимости от толщины слоя наплавки и диаметра электродной проволоки можно назначить по данным табл. 3.5.10.

Таблица 3.5.10 Данные для выбора режима автоматической вибродуговой

Толщина наплавляемого слоя в мм	Диаметр электродной проволоки в мм	Ток в а	Скорость в м/мин		Шаг наплавки в мм	Угол подвода проволоки к детали в град
			наплавки	Подачи проволоки		
0,3	0,6	120-150	2,2	0,6	1	35
0,7	1,6	120-150	1,2	0,4	1,3	35
1,1	2	150-210	1	0,8	1,6	45
1,5	2	150-210	0,6	1	1,8	45
2,5	2,5	150-210	0,3	1,1	2	45

наплавки

Примечание: Напряжение в пределах 12-15 в

После вибродуговой наплавки поверхности обрабатывают шлифованием, первоначально грубым (обдирочным), а затем чистовым под нужный размер. При наплавке проволокой Св-08 поверхность легко обрабатывается резанием.

Выбор оборудования. Установки для вибродуговой наплавки цилиндрических деталей в среде жидкости состоят из станка, вращающего направляемое изделие, источника питания, наплавочной головки и системы подачи жидкости.

Основное время (машинное).

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot V}, \text{ где:} \quad 3.32$$

L –длина поверхности;

i – число проходов.

Штучное время определяется по формуле

$$T. \text{ шт.} = T_0 \times K, \text{ где} \quad 3.33$$

K –поправочный коэффициент 1,3÷1,5.

Расход проволоки определяется по формуле

$$V = V_2 - V_1 = (\Pi \times D_2^2 \times l / 4) - (\Pi \times D_1^2 \times l / 4), \text{ где:} \quad 3.34$$

V_1 – объем поверхности до наплавки;

V_2 – объем поверхности после наплавки;

D_1^2 – диаметр детали до наплавки;

D_2^2 – диаметр детали до наплавки;

l - длина рабочей поверхности.

Вес наплавленного металла определяются по формуле

$$m = V \times p, \text{ где:} \quad 3.35$$

p – удельный вес металла проволоки.

Осталивание

Предварительная механическая обработка для выравнивания дефектной поверхности.

Обезжиривание – применяется ацетон;

Изолирование мест не требующих восстановления – применяется целлулойд;

Электролитическое обезжиривание. Производится в растворе едкого натра 40г./литр и углекислого натра 30г./литр при температуре 57-80° С в течение 2...3 мин. Анод - железные пластины, катод – деталь.

Напряжение - 6...12 В.

Плотность тока – $D = 10 \text{ А/дм}^2$.

Промывка в проточной воде.

Осталивание.

В качестве оборудования используется ванна с кислотостойкой обивкой и источник постоянного тока – трансформатор с выпрямителем.

Используют электролит № 3, состав:

хлористое железо FeCl_3 – 200...250 г./литр;

соляная кислота HCl – 0,8...1,2 г./литр.

Режимы:

температура электролита – 90°C ;

плотность тока – $D = 20 \text{ А/дм}^2$.

Скорость осадки составляет примерно 0,15...0,2 мм в час.

Основное время осталивания определяется по формуле

$$T_0 = 10 \times h \times J / E \times I \times \eta, \text{ где:} \quad 3.36$$

h – толщина покрытия, мм;

J – удельный вес осаживаемой стали;

E – электролитический эквивалент 0,323 г/а×ч;

I – плотность тока на катоде;

η – выход металла по току 0,8...0,95.

Промывка в холодной воде.

Промывка в горячей воде.

Снятие изолирующего покрытия ацетон.

Шлифование на первоначальный размер.

Хромирование

Предварительная механическая обработка для выравнивания дефектной поверхности.

Обезжиривание – применяется «Венская известь».

Хромирование.

Среда:

- хромистый ангидрид CrO_3 – 150...200 г / литр;

- серная кислота H_2SO_4 – 1.5...2 г / литр;

- вода – дистиллированная.

Режимы:

- плотность тока – $D = 40...60 \text{ А /дм}^2$;

- температура раствора – $50...55^\circ \text{C}$.

Основное время хромирования определяется по формуле:

$$T_0 = 10 \times h \times J / E \times D \times \eta, \text{ где:} \quad 3.37$$

h – толщина покрытия, мм (до 0,15);

J – плотность электролита хрома – 6,3...71 г /см²;

E – электролитический эквивалент 0,323 г/а×ч;

Д – плотность тока на катоде;
η – выход металла по току 0,12...0,18.
Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = 1,2 \times T_o / N \times K \text{ (час)}, \text{ где:} \quad 3.38$$

N – количество деталей;
K – коэффициент использования ванны – 0,75.
Промывка в дистиллированной воде (сбор хрома).
Промывка в проточной воде.
Окончательная механическая обработка.

3.6 Технологический процесс сборки узла.

Маршрутный технологический процесс сборки выполняется в виде маршрутной карты или схемы сборки. Если разборка станка дается в виде маршрутной карты, то целесообразно представить схему сборки. Схеме сборки наглядно отражает и последовательность комплектования изделия и его сборочных единиц.

Технологические схемы упрощают проектирование процессов сборки и позволяют оценить конструкцию изделия, при которой возможна его сборка из предварительно собранных элементов.

Построение процессов сборки может быть наглядно представлено при помощи технологических схем, которые отражают структуру и последовательность комплектования оборудования и его сборочных единиц.

На схеме сборки каждый элемент изделия обозначается прямоугольником, разделенным на три части, в которых записывается наименование элемента, его позиция и количество элементов входящих в данное соединение (см. рисунок 2)

1	2
3	

- 1 – позиция элемента;
- 2 – количество элементов;
- 3 – наименование элемента.

Рисунок 2.

Обозначение позиций элементов изделия производится в соответствии с номерами, проставленными на сборочном чертеже. Если необходимо указать элемент, который сам является сборочной единицей, то вместо номера позиции ставят аббревиатуру «СБ» (сборочная единица).

При составлении схемы сборки узлов и механизмов после ремонта необходимо в позицию элемента внести дополнительное обозначение:

- если деталь восстанавливают, то добавляют индекс «Р» (отремонтированная);
- если деталь изготавливают заново, то добавляют «Н» (новая), см. рисунок 3.

2 Р	1
Крышка	

5 Н	1
Манжета	

СБ	1
Цилиндр	

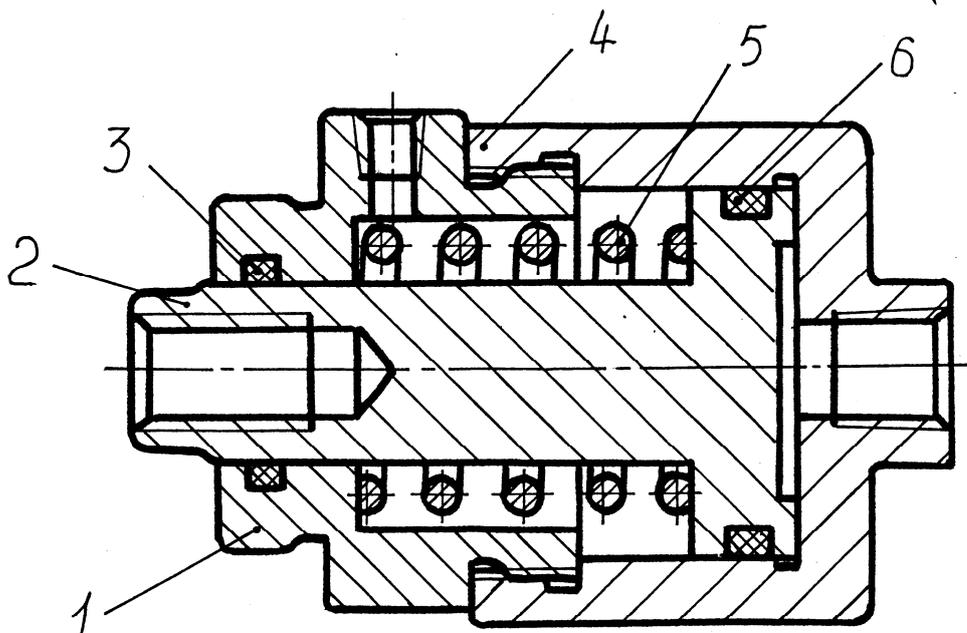
Рисунок 3.

Процесс комплектования объекта сборки изображается горизонтальной линией, которую проводят в направлении от базового элемента изделия к собранному объекту. К этой линии в порядке последовательности сборки подсоединяют детали и сборочные единицы. Пример разработки схемы сборки приведен на рисунке 4.

Примечание.

При модернизации оборудования, которая включает в себя проектирование новой сборочной единицы, целесообразно дать схему сборки спроектированного узла.

Эскиз гидроцилиндра со схемой его сборки



- | | |
|-------------------------|-----------|
| 1 Крышка | 4 Корпус |
| 2 Поршень | 5 Пружина |
| 3 Уплотнительное кольцо | 6 Манжета |

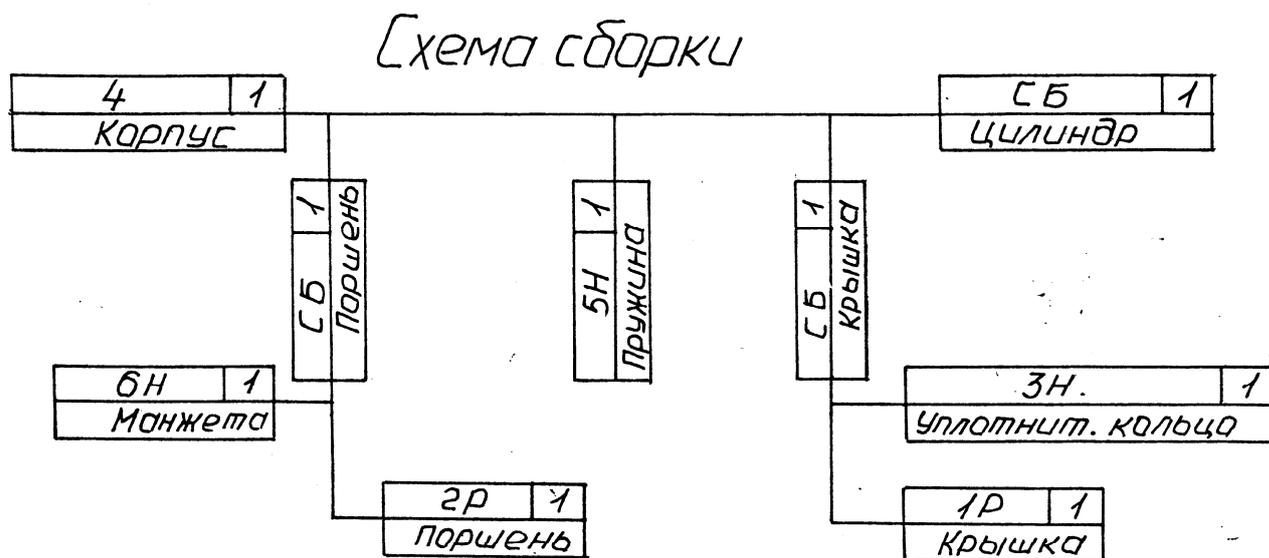


Рисунок 4.

3.7 Испытание оборудования после ремонта.

Каждый станок после изготовления или ремонта должен удовлетворять отдельным техническим условиям. Согласно Действующим общетехническим условиям приемочные испытания станков должны включать:

- испытание станка на холостом ходу, проверку работы механизмов и проверку паспортных данных;
- испытание станка в работе под нагрузкой, а специальных станков на производительность;
- проверку станка на геометрическую точность, шероховатость поверхности и точность обрабатываемой детали;
- испытание станка на жесткость;
- испытание на виброустойчивость при резании.

Проверка станков на точность заключается в проверке их геометрической точности. При проверке на геометрическую точность нужно проверить прямолинейность направляющих, плоскость столов; горизонтальность или вертикальность стоек, направляющих колонн и плит; положение и точность вращения шпинделей; параллельность или перпендикулярность осей между собой или соответствующими направляющими; погрешности ходовых винтов, делительных устройств и т.д. Геометрическую точность проверяют в соответствии со стандартом для данного типа станков.

Проверку узлов и механизмов оборудования по нормам точности проводят с помощью контрольных линеек, угольников, специальных

оправок и измерительных головок, в том числе и индикаторов, установленных на стойках.

Для проверки геометрической точности особо точных узлов и механизмов используют специальные приборы: коллимационные и автоколлимационные теодолиты, профилометры, профилографы и др.

Одних геометрических проверок для станков недостаточно, т.к. при этом учитывают (или недостаточно учитывают) жесткость деталей станка, качество их обработки и сборки, не говоря уже о влиянии жесткости системы СПИД.

Государственными стандартами предусмотрена обязательная проверка точности станка путем обработки образца и одновременно проверки шероховатости поверхности обрабатываемой детали. Проверку стоит проводить после предварительной обкатки станка в холостую или после испытания при работе, причем главные элементы станка должны достичь рабочих установившихся температур. Вид образца, его материал и характер обработки для различных станков указаны в соответствующих стандартах.

Приемка после ремонта (текущего, среднего, капитального) производится комиссией в составе:

- начальника цеха, эксплуатирующего оборудование;
- инспектора отдела главного механика (ОГМ);
- контрольного мастера;
- механика, мастера ремонтного цеха;
- бригадира слесарей.

Приемка оформляется актом, составленным непосредственно после осмотра и проверок в работе. После капитального ремонта технический персонал цеха производит пробную эксплуатацию в условиях нормального использования. Она составляет 2...5 дней. Если дефектов не выявлено, производится окончательная приемка. Если дефекты выявлены – ремонт считается не законченным.

3.8. Основные положения системы ЕСТД

Единая система технологической документации содержит комплекс стандартов по правилам разработки, оформления и обращения технологической документации в машиностроении.

Стандарты ЕСТД устанавливают единые правила разработки технологических процессов изготовления изделий на предприятиях и учебных заведениях нашей страны.

Технологические процессы механической обработки должны соответствовать требованиям Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП). Технологические процессы механической обработки изделия выполняются на формах,

установленных стандартами ЕСТД в зависимости от вида обработки. Каждому технологическому документу должно быть присвоено самостоятельное обозначение согласно ГОСТ 3.1201-74 «Системы обозначения технологических документов» с указанием в основной надписи по ГОСТ 3.1103-82.

В КП студенты оформляют Альбом технологической документации. Альбом технологической документации состоит: из титульного листа (Приложение), операционно-маршрутных карт (Приложение), карт эскизов (Приложение)

Операционное описание содержания технологической операции следует применять в серийном и массовом производстве, а также в мелкосерийном и единичном производстве для станков с ЧПУ.

В содержании технологической операции необходимо указывать все элементы операции, выполняемые в технологической последовательности по обработке изделия. При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. При наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке заготовки, следует использовать сокращенную запись, например: «Сверлить 4 отв. $d=12^{+0,1}$ согласно чертежу». Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений. Порядок формирования записи содержания перехода условно выражается в виде следующей информации:

1. Ключевое слово (точить, зенкеровать, нарезать и т.д.);
2. Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов (поверхность, торец, фаска, выточка, буртик, зуб и т.д.);
3. Условное обозначение размеров и конструктивных элементов ($d=6$; $l=15$; $r=5$; $R=10$; $B=4$ и т.д.).

В записи операции или технологического перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Допускаются в текстовой записи информации сокращения слов и словосочетаний в соответствии с ГОСТ 3.1702 - 79. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов по ГОСТ 3.1702 - 79.

Запись информации и оформление документов следует выполнять в соответствии с классификатором технологических операций в машиностроении и приборостроении.

Для обработки резанием установлены коды 41 и 42.

Обработка резанием - код технологических операций 41:

4101-агрегатная; 4102-автоматно-линейная; 4103-программно-комбинированная; 4104-балансировочная; 4105-опиловочная; 4106-гайконарезная; 4107-болтонарезная; 4108-резьбонарезная; 4110-токарная; 4111-токарно-револьверная; 4112-автоматная токарная; 4113-токарно-карусельная; 4114-токарно-винторезная; 4115-лоботокарная; 4116-токарно-затыловочная; 4117-токарно-копировальная; 4118-специальная токарная; 4120-сверлильная; 4121-вертикально-сверлильная; 4122-горизонтально-сверлильная; 4123-

радиально-сверлильная; 4124-центровальная; 4130-шлифовальная; 4131-круглошлифовальная; 4132-внутришлифовальная; 4133-плоскошлифовальная; 4134-бесцентрово-шлифовальная; 4135-резьбошлифовальная; 4136-координатно-шлифовальная; 4137-обдирочно-шлифовальная; 4138-ленточно-шлифовальная; 4139-шлифовально-затыловочная; 4141-заточная; 4142-специальная шлифовальная; 4150-зубообрабатывающая; 4151-зубошлифовальная; 4162-зубодолбежная; 4153-зубофрезерная; 4154-зубострогальная; 4155-зубопротяжная; 4156-зубозакругляющая; 4357-зубошевинговальная; 4158-зубопритирочная; 4359-зубоприрабатывающая; 4161-зубообкатывающая; 4162-специальная зубообрабатывающая; 4170-строгальная; 4171-продольно-строгальная; 4172-поперечно-строгальная; 4175-долбежная; 4180-протяжная; 4181-горизонтально-протяжная; 4182-вертикально-протяжная; 4190-отделочная; 4191-полировальная; 4192-хонинговальная; 4193-суперфинишная; 4194-доводочная; 4195-притирочная; 4196-виброабразивная; 4197-шабровочная.

Обработка резанием - код технологических операций 42:

4220-расточная; 4221-горизонтально-расточная; 4222-вертикально-расточная; 4223-координатно-расточная; 4224-алмазно-расточная; 4260-фрезерная; 4261-вертикально-фрезерная; 4262-горизонтально-фрезерная; 4263-продольно-фрезерная; 4264-карусельно-фрезерная; 4265-барабанно-фрезерная; 4266-универсально-фрезерная; 4267-копировально-фрезерная; 4268-гравировально-фрезерная; 4269-фрезерно-центровальная; 4272-специальная фрезерная; 4280-отрезная; 4281-ножовочно-отрезная; 4282-ленточно-отрезная.

4. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Законченный КП сдается для проверки руководителю проекта. При проверке производится анализ графической части, расчетно-пояснительной записки и альбома технологической документации.

Руководитель проекта указывает студенту на ошибки и недостатки проекта и дает возможность доработать его.

Руководитель проекта по результатам проверки может дать письменный анализ, прилагаемый к проекту. В нем указывается:

- соответствие выполненного проекта заданию;
- анализ каждого раздела;
- техническое качество графической части;
- перечень положительных сторон и недостатков проекта.

После получения отзыва на курсовой проект студент не имеет права вносить исправления.

Защита курсового проекта является завершающим этапом работы студента.

На защиту курсового проекта отводится 15 - 20 минут.

При защите студент делает сообщение, которое строится по следующей схеме:

- тема КП и ее актуальность;
- исходные данные к КП и пути решения задачи;
- краткое изложение содержания всех разделов расчетно-пояснительной записки;
- экономическая эффективность предложенных в проекте решений.

Целесообразно сообщение сопроводить показом презентации.

В докладе студент сообщает содержание выполненной работы по проектированию техпроцесса восстановления детали с иллюстрацией основных положений проекта по чертежам (графической части).

На защите курсовых проектов могут присутствовать преподаватели машиностроительного техникума, ведущие курсовое проектирование или специальные дисциплины по данной специальности. Они предлагают свои вопросы студенту по теме КП.

Решение об общей оценке принимает руководитель КП.

Защита курсовых проектов дает возможность студентам глубже осознать проблемы, поставленные в проекте, оценить результаты проделанной работы, приобрести необходимый опыт для защиты своих решений и подготовиться к защите дипломных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. –М.: Машиностроение, 2006.
2. Воронкин Ю.В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования./ Ю.В. Воронкин, Н.В.Поздняков. –М.: Машиностроение, 2002.
3. Борисов Ю.С. Организация ремонта и технического обслуживания оборудования. –М.: Машиностроение, 1978.
4. Гельберг В.Т. Ремонт промышленного оборудования./В.Т.Гельберг, Г.Т.Пекелис. –М.: Высшая школа, 1988.
5. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». - М.: Машиностроение, 1985.
6. Кузнецов, В.А. Технологические процессы в машиностроении: учебник для студентов СПО - М.: Издательский центр «Академия», 2009.
7. Покровский Б.С. Ремонт промышленного оборудования: учебное пособие / Б.С. Покровский. – Изд. 3-е стереотипное. – М.: Академия, 2007. – 2008 с
8. Нефедов, Н.А., Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Нефедов, Н.А., Осипов К.А. Издательство: Машиностроение 1990.
9. Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебник для студентов СПО- 3 изд. испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.
10. Силантьева, И.А., Малиновский, В.Р. Технологическое нормирование труда в машиностроении/Силантьева, И.А., Малиновский, В.Р. - М.: Машиностроение, 1990.
11. Стародубцева, В.С. Сборник задач и упражнений по техническому нормированию. Учебное пособие для техникумов. Изд.2-е перер. и доп..М., «Машиностроение», 1974.
12. Режимы резания металлов: справочник под ред. Ю.В. Барановского, - М.: Машиностроение, 1972
13. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник/ под общ. ред. Л. В. Худобина. - М.: Машиностроение, 2006. - 543 с.: ил.
14. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х т.: справочник под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеряковой - М.: Машиностроение, 1985.
15. Марочник сталей и сплавов: справочник под общ. ред. А.С. Зубченко 2-е издание доп. и испр. М.: Машиностроение 2003г. 784 стр.
16. Шейнгольд Е.М. Технология ремонта и монтаж промышленного оборудования/ Е.М.Шейнгольд, Л.Н.Нечаев. –Ленинград.: Машиностроение, 1973.

Интернет ресурсы

17. www.i-mash.ru ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Единая система конструкторской документации;
18. www.ozon.ru Смазочно-охлаждающие технологические средства. Справочник;

19. *reliability-theory.ru* Теория надежности.

20. Машиностроительные материалы. [Электронный ресурс]

http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php

Перечень ГОСТов

21. ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.

22. ГОСТ 3.1418-82 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

23. ГОСТ 3.1401-86 Карта технологической информации.

24. ГОСТ 3.1103-82 Единая система технологической документации. Основные надписи.

25. ГОСТ 3.1105-84 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения

26. ГОСТ 3.1502-85 ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технический контроль.

27. ГОСТ 3.1120-83 Единая система технологической документации. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

28. ГОСТ 3.1108-74 Единая система технологической подготовки производства. Термины, определения основных понятий.

29. ГОСТ 7505-74 Допуски, припуски и кузнечные напуски.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Вологодский государственный технический университет»
(ВоГТУ)**

Машиностроительный техникум

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной
работе

_____ Е.Б.Сидорова

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине

«Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт технологического оборудования
(по отраслям)»

Студент: _____, Группа № __МО41-09__

Тема: Ремонт станка модели _____

Ремонтный узел: _____

Восстанавливаемая деталь: _____

Изготавливаемая деталь: _____

Тема рассмотрена на заседании ПЦК

Протокол № ____ от « ____ » _____ 2012 г.

Председатель ПЦК _____ Хохлов А.А.

Содержание пояснительной записки:

Введение

1. Общая часть.

Назначение ремонтируемого оборудования.

Краткая техническая характеристика.

Монтаж и демонтаж оборудования на фундамент.

Смазка станка.

2. Технологическая часть.

Описание конструкции узла.

Технологический процесс разборки узла.

Дефектная ведомость на детали узла.

Разработка технологического процесса изготовления детали.

Выбор заготовки.

Маршрут обработки детали.

Расчет режимов резания.

Расчет норм штучного времени.

Разработка технологического процесса восстановления детали.

2.5.1 Дефектная ведомость на восстанавливаемую деталь.

2.5.2 Обоснование метода восстановления.

2.5.3 Маршрут восстановления детали.

2.5.4 Расчет режимов резания на операции восстановления.

2.5.5 Расчет норм штучного времени.

2.7 Технологический процесс сборки узла.

2.8 Испытание оборудования после ремонта.

3. Список используемой литературы.

Содержание графической части:

1. Сборочный чертеж ремонтируемого узла – Ф А1.

2. Ремонтный чертеж детали – Ф А3.

3. Чертеж изготавливаемой детали – Ф А3.

4. Эскизы операции восстановления.

5. Альбом технологической документации на изготавливаемую деталь.

Дата выдачи задания: _____

Срок исполнения проекта: _____

Руководитель курсового проектирования: _____

ВоГТУ
машиностроительный техникум

Альбом технологической документации

к курсовому проекту по теме _____

Ф.И.О. студента _____

Курс _____

Группа _____

Вологда
2012 г.

Приложение 5

Разраб.			МТ		КП...					
Проверил	Хохлов А.А.									
Н.контр.	Хохлов А.А.									
М01	Сталь 45 ГОСТ1050-88									
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02	XXXX	мин	1,7	1	0,25	0,75	XXXX	прокат	1	2,0

				Опер		СМ		Лр.х., мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	To, мин	Tшт, мин
A				005	заготовительная								
B					8725	2	шт						
T					тиски								
O	Отрезать .Ø 80 , L =100												
T	Ножовочное полотно Р6М5												
A				010									
B													
T													
O													
T													

