


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет Автомеханический техникум	Форма	
Ф- Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы		

УТВЕРЖДЕНО  
 решением научно-педагогического совета  
 Протокол № 01 от 09 09 2014 г.  
 Председатель А.В.Юдин



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

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


(код специальности (направления), полное наименование)


Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » 09 2014 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	ПЦК (наименование цикла, отделения)	Учетная степень, звание
Забиров Махмуд Ниязович, преподаватель высшей квалификационной категории	Спецдисциплин технического направления	
Петрова Юлия Николаевна, преподаватель высшей квалификационной категории	Экономических и социальноправовых дисциплин	

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
 Протокол № 1 от 10.09.15  
 Председатель ПЦК дисциплин  
 технического направления  
  
 Забиров М.Н.

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
 Протокол № 1 от 09.09.16  
 Председатель ПЦК дисциплин  
 технического направления  
  
 Забиров М.Н.

СОГЛАСОВАНО  
 Председатель ПЦК  
 / Забиров М.Н. /  
 (Подпись) (ФИО)  
 « 29 » 08 20 14 г.

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

## Учебное пособие

*Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов средних учебных заведений, обучающихся по специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)».*

В учебном пособии изложены основные вопросы проектирования технологических процессов связанных с ремонтом технологического оборудования. Освещены также тематика, состав, объем, структурное построение и правила оформления проекта. Пособие подготовлено с учетом новых стандартов ЕСТПП и ЕСТД.

Учебное пособие предназначается для студентов специальности 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)».

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
1. Содержание и организация курсового проектирования .....	5
1.1. Цель и задачи курсового проектирования .....	5
1.2. Тема, состав и объем курсового проекта .....	5
1.3. Применение ЭВМ и элементов САПР для решения технологических задач в курсовом проекте .....	6
1.4. Организация курсового проектирования .....	6
2. Общие правила оформления курсового проекта .....	8
2.1. Оформление пояснительной записки .....	8
2.2. Оформление графической части проекта.....	10
2.2.1. Сборочный чертёж ремонтируемого узла .....	10
2.2.2. Рабочий чертёж детали и ремонтный чертёж .....	10
2.2.3. Технологические эскизы .....	11
2.2.4. Сборочный чертёж приспособления.....	12
2.2.5. Схема планировки РМЦ .....	12
3. Проектирование технологического процесса ремонта узла .....	13
3.1. Введение и задачи проекта .....	14
3.2. Исходная информация для курсового проекта .....	15
3.2.1. Описание назначения и устройства ремонтируемого оборудования... 15	
3.2.2. Назначение и работа ремонтируемого узла .....	15
3.3. Маршрутная технология разборки ремонтируемого узла.....	16
3.4. Дефектация детали .....	16
3.5. Описание служебного назначения ремонтируемой детали .....	17
3.6. Анализ технических требований ремонтируемой детали .....	18
3.6.1. Анализ рабочего чертежа детали .....	18
3.6.2. Анализ ремонтируемого чертежа детали .....	20
3.7. Маршрутная технология ремонта детали .....	20
3.7.1. Ремонт сваркой .....	21
3.7.2. Ремонт пайкой .....	26
3.7.3. Ремонт наплавкой .....	28
3.7.4. Ремонт напылением и металлизацией .....	36
3.7.5. Ремонт электролитическим (гальваническим) покрытием .....	40
3.8. Разработка технологических операций обработки детали.....	45
3.8.1. Выбор средств технического оснащения .....	46
3.9. Технологические расчёты .....	47
3.9.1. Расчёт межоперационных припусков.....	48
3.9.2. Расчёт режимов резания.....	49
3.9.3. Расчёт технической нормы времени.....	49
3.10. Маршрутная технология сборки узла после ремонта.....	51
3.10.1. Технологическая схема сборки.....	51
3.10.2. Маршрутная технология сборки.....	52

4. Проектирование приспособления .....	53
4.1 Разработка технического задания.....	53
4.2 Расчет и проектирование приспособления .....	53
6. Заключение .....	55
Список литературы, рекомендуемой для курсового проектирования .....	56
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Выпускная квалификационная работа является завершающим этапом обучения и имеет своей целью:

- расширить, систематизировать и закрепить знания, полученные в процессе учебы;
- выявить подготовленность выпускников к самостоятельной творческой работе в области ремонтного производства;
- принимать решение по выбору способов ремонта оборудования.

В учебном пособии приводится методика проектирования технологических процессов ремонта деталей машин, расчета приспособления применяемого при выполнении монтажных и демонтажных работ, рассматриваются вопросы, связанные с организацией производства, а так же обоснование выбора способа ремонта.

В учебном пособии представлен большой объем справочных данных, необходимых для разработки технологии и выполнения технологических и экономических расчетов, что значительно облегчит работу над курсовым проектом. Много внимания уделено ГОСТам. Данное пособие будет способствовать более качественному выполнению выпускной работы.

# **1 ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Задание на выпускную квалификационную работу оформляется на бланке установленного образца и содержит тему работы и необходимые исходные данные. Оно выдаётся студенту за 2-3 недели до преддипломной практики и должно быть подшито в пояснительную записку.

В задании указываются вопросы, подлежащие разработке в курсовом проекте, а также годовая программа выпуска деталей. Задание подписывают преподаватель - руководитель проекта и студент.

Материал (паспорт ремонтируемого оборудования, чертеж детали и заводской технологический процесс ремонта) для выпускной квалификационной работы студенты в период преддипломной практики на базовых машиностроительных предприятиях. Во время практики студенты подробно изучают заводской технологический процесс ремонта оборудования, узла, детали, анализируют его, выявляют "узкие места". Кроме этого знакомятся с организацией и экономикой производства. Результаты работы должны быть отражены в соответствующих разделах.

## **1.1 Содержание ВКР**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки (ПЗ), графических материалов.

Пояснительная записка является основным документом курсового проекта, в котором приводится информация о выполненных расчетах, технических и организационно-экономических разработках. Объем ПЗ примерно составляет 40-50 листов напечатанного с помощью компьютера текста. Содержание ПЗ должно соответствовать выданному заданию.

Графическая часть выполняется на 4-6 листах формата А1 с соблюдением правил машиностроительного черчения и включает в себя следующее:

1. Сборочный чертёж узла ремонтируемого оборудования;
2. Рабочий чертеж ремонтируемой детали;
3. Ремонтный чертеж ремонтируемой детали;

4. Чертеж приспособления;
5. Технологические операционные эскизы;
6. Плакат технико-экономических показаний.

Пояснительная записка выполняется в четырех частях, которые содержат такие разделы:

#### Технологическая часть

- Введение;
- Описание назначения, устройства и основных технических характеристик ремонтируемого оборудования;
- Назначение и работа ремонтируемого узла;
- Маршрутная технология разборки ремонтируемого узла;
- Ведомость дефектов;
- Описание служебного назначения восстанавливаемой детали;
- Анализ технических требований восстанавливаемой детали;
- Маршрутная технология восстановления детали;
- Определение межоперационных припусков на восстанавливаемую поверхность;
- Расчет режимов резания на восстанавливаемую деталь;
- Расчет норм времени;
- Маршрутная технология сборки ремонтируемого узла.

#### Расчетно-конструкторская часть

- Назначение, устройство и принцип действия приспособления;
- Расчет приспособления.

#### Организационно-экономическая часть

- Определение структуры ремонтного цикла, его длительности, межремонтного и межосмотрового периодов;
- Расчет затрат связанных с ремонтом технологического оборудования.

## **1.2 Применение ЭВМ и элементов САПР для решения технологических задач в ВКР**

ВКР предоставляет самые благоприятные возможности для приобщения студентов к решению инженерно - технических задач с помощью вычислительной техники и элементов САПР. Применение ЭВМ становится обязательным элементом ВКР, что позволяет уменьшить трудоемкость выполнения расчетной части проектов и повысить качество конструкторско - технологических разработок.

При выполнении ВКР с помощью ЭВМ можно решить задачи, не требующие специальной подготовки студентов, например: расчет припусков на заготовку; режимов резания на обработку; техническое нормирование операций; расчет на прочность и жесткость технологической оснастки и т. д.

### **1.3. Организация ВКР**

Задание на ВКР по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) выдается студентам перед выходом на преддипломную практику.

ВКР студенты выполняют самостоятельно, консультируясь в процессе работы у руководителя, консультанта по организационно-экономической части и старшего консультанта.

Руководитель подписывает титульный лист окончательно оформленной пояснительной записки и завершённые чертежи проекта.

Самостоятельная работа студента над ВКР организуется в соответствии с составленным графиком выполнения работы с указанием сроков выполнения отдельных этапов. Текущий контроль хода ВКР осуществляет преподаватель – руководитель, консультант по организационно-экономической части и старший консультант.

Выполненную ВКР студенты всех форм обучения защищают перед государственной комиссией из 4-5 человек, при участии преподавателя - руководителя проекта.

Для изложения содержания ВКР студенту предоставляется 8-10 минут. При этом студент должен осветить основные вопросы:



- назначение и устройство ремонтируемого оборудования и узла;
- служебное назначение ремонтируемой (изготавливаемой) детали;
- обоснование выбора способа ремонта;
- принципы построения технологических процессов;
- устройство и принцип действия применяемого при ремонте приспособления;
- организационно-экономические вопросы связанные с ремонтом оборудования.

Необходимо четко выделить все-то новое, что предложено самим студентом, остановиться на техническом и экономическом обосновании принятых в проекте решений.

По окончании доклада студенту задают вопросы по содержанию ВКР. После ответов на вопросы комиссия определяет оценку защиты ВКР.

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВКР

ВКР должна разрабатываться и оформляться в строгом соответствии с Единой системой конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД).

ВКР присваивается шифр (обозначение), который состоит из букв ВКР (выпускная квалификационная работа), номера специальности (15.02.01), года поступления в учебное заведение (например, 2014), порядкового номера по журналу регистрации ВКР (001, 002, ..., 025). На титульном листе и основных надписях пояснительной записки проставляется этот же шифр, полная запись которого, например: ВКР 15.02.01 2014 001. В обозначение каждого листа чертежей добавляется еще его порядковый номер. Например, ВКР 15.02.01 2014 001 001 (02 ... 05).

### 2.1. Оформление пояснительной записки

Основным документом ВКР является пояснительная записка, в которой приводится информация о выполнении технических разработок и экономических обоснований.

Пояснительная записка ВКР оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79 и ГОСТ 7.32-81 на листах формата А4 с рамками и основной надписью по ГОСТ 2.106-68.

В пояснительной записке материал должен быть изложен в логической последовательности, достаточно убедительно и аргументировано, с необходимыми иллюстрациями (схемами, таблицами, графиками) и расчетами. Текст оформлять на одной стороне листа формата А4 (210×297 мм).

**Титульный лист пояснительной записки и ведомость ВКР оформляются, как показано в приложении 1 и выполняется заодно с обложкой на чертежной бумаге или на отдельном листе А4.** Текст пояснительной записки делится на разделы, подразделы и пункты с соответствующей нумерацией.

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сплошной: первой страницей является титульный лист, второй - задание на курсовой проект,

третьей - содержание и т. д. На титульном листе и задании номер страницы не ставят; следовательно, содержание располагается на третьей странице. Приложения и список литературы также включают в себя сквозную нумерацию страниц.

Все рисунки, таблицы и формулы в пояснительной записки должны иметь нумерацию, состоящую из номера раздела и порядкового номера. Порядковый номер формулы обозначается арабской цифрой в круглых скобках. После формулы дается расшифровка величин, входящих в формулу, их размерность и наименование.

Иллюстрации (таблицы, схемы, графики) должны иметь наименование и поясняющие данные. Ссылки в тексте пояснительной записки на литературные источники обозначают порядковым номером списка источников, заключенным в квадратные скобки.

Пояснительная записка должна иметь следующее структурное построение, разделы и подразделы:

- Титульный лист.
- Задание на курсовой проект.
- Содержание курсового проекта:
- Формулирование задач проекта.
- 1. Технологический раздел.

1.1 Описание назначения и устройства ремонтируемого оборудования.

1.2 Назначение и работа ремонтируемого узла.

1.3 Маршрутная технология разборки ремонтируемого узла.

1.4 Описание служебного назначения ремонтируемой детали.

1.5 Ведомость дефектов. Дефектация ремонтируемой детали.

1.6 Анализ технических требований ремонтируемой детали.

1.7 Маршрутная технология восстановления детали.

1.8 Определение межоперационных припусков на восстанавливаемую поверхность.

1.9 Расчет режимов резания на восстанавливаемую деталь.

1.10 Расчет норм времени.

1.11 Маршрутная технология сборки ремонтируемого узла.

2. Расчетно-конструкторская часть.

2.1 Назначение, устройство и принцип действия приспособления.

2.2 Расчет основных параметров.

3. Организационно-экономическая часть

- Заключение
- Список используемой литературы.
- Приложения.

Во всех материалах курсового проекта должен соблюдаться ГОСТ 8.417-81, который регламентирует единицы физических величин, их правила написания и обозначения.

В пояснительной записки должно быть наличие списка литературы, который должен включать все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте, соблюдая требования ГОСТ 7.1-84.

Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки на последующих ее страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. Каждое приложение начинают с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение 1 ... n» с соответствующей сквозной нумерацией.

Стандартная технологическая документация оформляется в виде отдельного альбома, на титульном листе (ТЛ) которого делают такую же надпись как и на ПЗ, добавив слово «Приложения». Альбом сброшюровывается вместе с текстовой частью и титульным листом ПЗ в одно целое.

## **2.2. Оформление графической части проекта**

Графическая часть проекта, состоит из чертежа детали, заготовки, режущего инструмента, контрольно-измерительного инструмента, демонстрационных плакатов с технологическими эскизами, схема планировки механического участка. Все чертежи выполняются по общим правилам ЕСКД черным

карандашом (разрешается тушью). Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 1-1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Цифры, буквы и знаки должны быть отчетливы и соответствовать требованиям ГОСТ 2.304.

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги формата А1 (594×841). Рекомендуется масштаб чертежей 1:1, так как он обеспечивает лучшее представление о действительных размерах элементов конструкции. Применение других масштабов и форматов чертежей в каждом конкретном случае решается студентом совместно с руководителем курсового проекта.

### **2.2.1 Сборочный чертёж ремонтируемого узла**

Сборочный чертёж ремонтируемого узла выполняется на чертёжной бумаге формата А1(Приложение 2).

### **2.2.2 Рабочий чертеж детали и ремонтный чертёж**

Рабочие чертежи детали и ремонтный чертёжи делают отдельно. Внешнее оформление чертежей должно соответствовать стандартам ЕСКД (Приложение 3, Приложение 4). Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о предмете.

Чертежи должны содержать технические требования и другие данные, необходимые для их изготовления и контроля, в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.107; ГОСТ 2.109; ГОСТ 2.301; ГОСТ 2.308; ГОСТ 2.309; ГОСТ 2.310; ГОСТ 2.316 и др.). При этом указываются технические требования, предъявляемые к материалу детали, термической обработке, качеству поверхностей, размеры, предельные отклонения и др.

### **2.2.3 Технологические эскизы**

В ВКР для наглядности часть технологических операций или переходов изображается на листе чертежной бумаги форматом А1(Приложение 5). На карте приводятся основные наиболее интересные и оригинальные операции технологического процесса, а также те операции, в которые внесены изменения по сравнению с базовым вариантом. Каждый эскиз на такой карте

сопровождается номером, содержанием операции или перехода, что пишется над ним и дополнительной таблицей, которая приводится под ним табл. 1.

Таблица 1- Таблица к операционному эскизу

Наименование и модель станка	t, мм	S, мм/об. (мм/мин)	n, об/мин	V, м/мин	T <sub>о</sub> , мин	T <sub>шт</sub> , мин

На карте эскизов деталь показывается обязательно в том положении, в каком она проходит указанную в этом документе обработку, в том виде и с теми размерами, которые она приобретает после ее окончания. Указывается все, что необходимо для выполнения данной технологической операции или перехода - технологические базы, места, направления и виды зажимов, номера обрабатываемых поверхностей, размеры с предельными отклонениями, шероховатость поверхностей и технические требования (для чистовых операций). На плакате для наглядности приводится упрощенное изображение режущих инструментов в положении после обработки.

На эскизах также указываются стрелками движения инструмента и детали.

Обрабатываемые поверхности следует обводить сплошной жирной линией толщиной 2-3 S, где S - толщина линии по ГОСТ 2.303. На операционных эскизах все размеры обрабатываемых поверхностей и выдерживаемые технические требования условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера проставляют в окружность диаметром 6-8 мм и соединяют с размерной линией. При этом размеры и предельные отклонения обрабатываемой поверхности в содержании операции (перехода) не указываются, например, «развернуть отверстие 1, подрезать торец 2». Нумерация производится по часовой стрелке, начиная с левой стороны. Для каждого эскиза применяется своя нумерация.

## 2.2.4 Сборочный чертёж приспособления

Рабочий чертеж приспособления выполняется на листе форматом А2 (Приложение 6). Внешнее оформление чертежа должно соответствовать стандартам ЕСКД. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о предмете.

Чертеж приспособления должен содержать технические требования и другие данные, необходимые для их изготовления и контроля, в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.107; ГОСТ 2.109; ГОСТ 2.301; ГОСТ 2.308; ГОСТ 2.309; ГОСТ 2.310; ГОСТ 2.316 и др.).

Плакат технико-экономических показаний выполняется на листе форматом А2 (Приложение 7).

### **2.2.5 Схема планировки РМЦ**

Планировку РМЦ выполняют в масштабе (1:100), (1:50), (1:200) по заданию руководителя курсового проекта.

Расстояния между станками и расстояния от колонн и стен до станков должны соответствовать нормам проектирования механических цехов. Располагая станки на участке, следует обеспечивать рациональную организацию рабочего места в соответствии с требованиями НОТ и техники безопасности. Особое внимание должно быть уделено организации рабочих мест.

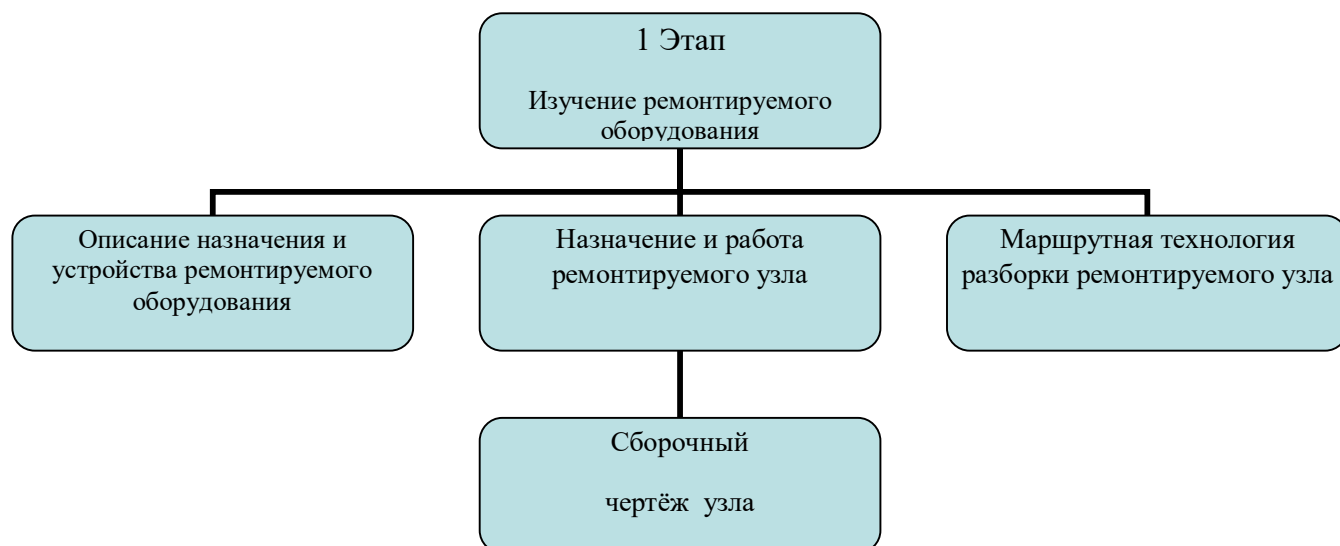
### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА УЗЛА В КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ

Предлагаемая методика выполнения ВКР позволит студентам выдержать единство требований в решении отдельных вопросов. Однако, работая над инженерными задачами, студент должен подходить творчески и принимать самые оптимальные решения.

Учитывая сложившуюся практику можно рекомендовать порядок проектирования технологических процессов (ТП), представленный на рис. 1.

Проектирование технологических процессов состоит из следующих взаимосвязанных этапов, для которых определены конкретные задачи:

1. Изучение ремонтируемого оборудования.
2. Изучение ремонтируемой детали.
3. Технология ремонта детали.
4. Технология сборки узла.
5. Конструкторская часть.
6. Организационно-экономическая часть.





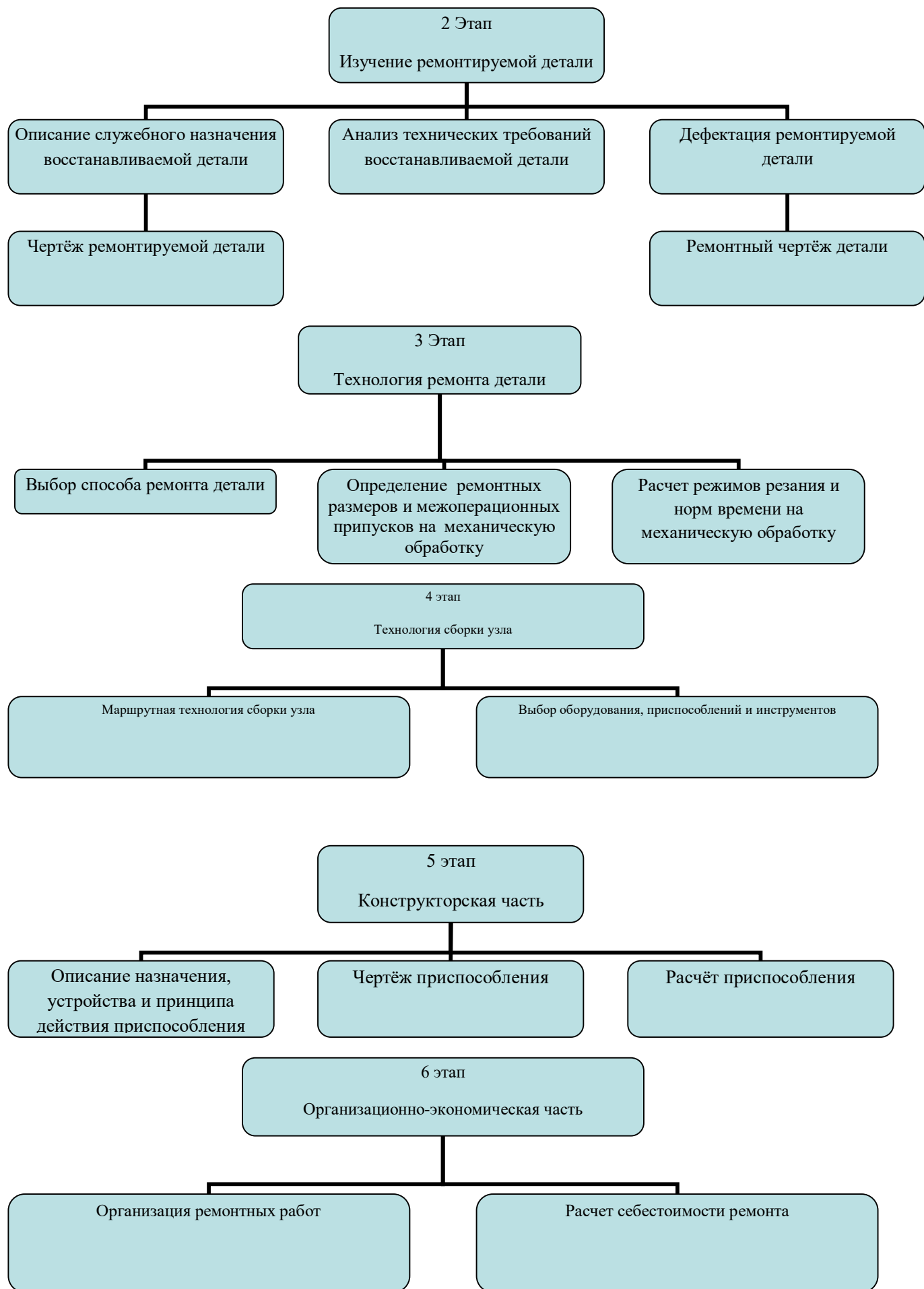


Рис. 1 Структурная схема этапов ВКР

### **3.1. Введение и задачи ВКР**

В введении к ВКР описывают общие направления решения задач проектирования, обосновывают актуальность разрабатываемой темы, ее значение для повышения эффективности производства и формируют основные задачи, поставленные перед студентом.

Можно рекомендовать такую последовательность построения введения:

- 1) перспективные направления развития ремонтного производства в машиностроении;
  - 2) состояние и перспективы развития производства на базовом предприятии;
  - 3) обоснование новизны и эффективности предлагаемых проектных решений;
  - 4) основные задачи, решаемые в ВКР, их практическая значимость.
- Объем введения не должен превышать 1-2<sup>х</sup> страниц текста.

### **3.2. Исходная информация для ВКР**

Исходная информация для выполнения ВКР подразделяется на базовую, руководящую и справочную (ГОСТ14.301-83).

Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации, в чертежах ремонтируемого оборудования, узла, детали.

Руководящая информация включает данные, содержащиеся в стандартах, устанавливающих требования к технологическим процессам, а также в стандартах на оборудование и оснастку, в документации на действующие единичные технологические процессы, в классификаторах технико-экономической информации, производственных инструкциях, материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков и др.), документации по охране труда.

Справочная информация содержит данные, имеющиеся в технологической документации опытного производства, в описаниях прогрессивных методов изготовления изделий, каталогах, паспортах, справочниках, методических

материалах. Справочная информация содержится также в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, в периодических изданиях.

Подбор и изучение руководящей и справочной информации является одной из основных задач технологической практики студентов.

В пояснительной записке студент приводит список справочной и руководящей информации, которую он собрал и использовал при выполнении ВКР.

На основе изучения исходной информации необходимо произвести технологическую подготовку исходных данных, необходимых для проектирования технологического процесса ремонта. Содержание технологической подготовки приведено ниже.

### **3.2.1 Описание назначения и устройства ремонтируемого оборудования**

В этом разделе описывается назначение устройство, принцип действия ремонтируемого оборудования и основные технические характеристики.

### **3.2.2 Назначение и работа ремонтируемого узла**

В разделе описывается назначение устройство и принцип действия узла с указанием основных деталей и механизмов, а также применяемые смазочные материалы.

### **3.3 Маршрутная технология разборки ремонтируемого узла**

В технологической карте разборки указывают наименование операции, вид применяемого оборудования, приспособления и инструмент. Технологические схемы разборки в дальнейшем могут быть использованы при проектировании сборочных работ табл. 2.

Таблица 2 - Технологическая карта разборки

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Инструмент, приспособление	Примечание
1	2	3	4	5

### 3.4 Дефектация детали

Перечисляются возможные дефекты (износы, изломы, выкрашивание, заедание и т.п.) поверхностей деталей кинематических пар при работе узла технологического оборудования. Способ проведения дефектации, применяемое оборудование и контрольноизмерительные приборы

Описательный материал должен заканчиваться выводами или принятием конкретных, обоснованных решений по восстановлению номинальных размеров поверхности. Характер и места расположения обнаруженных дефектов занесены в таблицу.

Таблица 3- Основные данные контролируемых поверхностей

№ п/п	Наименование детали	Кол-во	Описание работ подлежащих выполнению при ремонте	Материал			Заключение ОТК
				Марка	Масса, кг	Цена, руб	
1	Вал	1	Восстановление	Сталь 45	1.7	12	Износ посадочных поверхностей 0,08 мм Износ шпоночного паза

### 3.5 Описание служебного назначения ремонтируемой детали

Этот раздел пояснительной записки начинают с описания конструкции заданной детали, ее служебного назначения. Приводят техническую характеристику детали, анализируют чертеж детали.

В случае отсутствия технических требований на чертеже детали, они разрабатываются студентом, исходя из служебного назначения детали и условий их изготовления.

Служебное назначение детали должно включать функциональное назначение и перечень условий, в которых она должна работать в узле или механизме. Если назначение детали неизвестно, то следует описать назначение ее как типовой детали и назначение поверхностей.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное значение для служебного назначения, и какие - второстепенное.

В технической характеристике детали должны быть указаны все технические требования, предъявляемые к детали, и указанные на чертеже. Это требования к точности, качеству обрабатываемых поверхностей и другие технические указания на изготовление детали.

В этом же разделе следует привести данные о материале детали, его назначении и области применения в деталях машиностроения. Например: "Сталь 20Х ГОСТ 4543-88 легированная конструкционная применяется для деталей средних размеров с твердой износостойчивой поверхностью при достаточно прочной и вязкой сердцевине, работающей при больших скоростях и средних давлениях. Из стали 20Х рекомендуется изготавливать зубчатые колеса, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, копры, шлицевые валики, работающие в подшипниках скольжения и т.д."

Необходимо также указать химический состав, механические свойства и технологические свойства материала детали. Эти данные сводятся в табл. 4, 5, 6.

Таблица 4- Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88

C	Si	Mn	S не более	P не более	Ni	Cr
0,40-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Таблица 5 - Механические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_{вр}$ , МПа	$\sigma_5$ , %	$\psi$ , %	$\alpha_n$ , Дж/см <sup>2</sup>	НВ (не более)	
					Горячекатаной	Отожженной
не менее			40	50	241	197
360	610	16				

Таблица 6 - Технологические свойства стали 45 ГОСТ 1050-88

Прокаливаемость в масле, диаметр, мм	17 – 45
- в воде	
- в масле	10 – 30
Температураковки, °С	
- конца	800
- начала	1250
Обрабатываемость резанием:	

- материал резца	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь
- K <sub>0</sub>	1	0,8
Флакеночувствительность	Чувствительна	
Коррозионная стойкость	Низкая	
Отпускная хрупкость	Не склонна	

### 3.6 Анализ технических требований ремонтируемой детали

Одним из исходных данных согласно задания является рабочий чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями.

#### 3.6.1 Анализ рабочего чертежа детали

Прежде всего, следует выяснить служебное назначение детали в машине (узле), определить степень ее важности для эксплуатации машины (узлов) и затем провести подробный анализ технических требований по чертежу детали. В результате анализа необходимо сформулировать основные технологические задачи, которые необходимо решить при ремонте детали, и при необходимости, откорректировать рабочий чертеж детали.

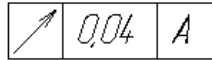
Основные технологические задачи включают:

1. Точность размеров: диаметральных, линейных, угловых.
2. Точность формы: для цилиндрических деталей в продольном и поперечном сечениях (допуски цилиндричности, профиля продольного сечения), для плоскостных деталей (допуски прямолинейности и плоскостности).
3. Точность взаимного расположения поверхности: допуски параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей и т.п.
4. Качество поверхностного слоя обработанных поверхностей: высота неровностей профиля, твердость, величина, знак и глубина распространения внутренних, остаточных напряжений.

Кроме того, на чертежах могут быть указаны и специальные технические требования: покрытия, термообработка, окраска, подгонка веса, уравнивание и т. п.

Анализ технических требований, методы обеспечения этих требований и методы контроля сводятся в таблицу. Пример таблицы приведен в табл. 7.

Таблица 7- Анализ технических требований

Технические требования	Методы обеспечения	Методы контроля
1	2	3
HRC <sub>3</sub> 45...48	Закалка в масле Низкотемпературный отпуск.	Твердомер Роквелла.
Ø 170 h14 ( <sub>-1,0</sub> ) $\sqrt{R_a} 12,5$	Точение однократное	Скоба 8113-0217 h14 ГОСТ 18363-73
 Допуск радиального биения поверхности Ø 32f7 относительно оси вала равен 0,04 мм	Обеспечивается инструментом на чистовом шлифовании при базировании по центровым отверстиям.	Индикатор ЧТ ГОСТ 577 - 68

В такой последовательности анализируют технические требования, обязательно отмечая наиболее высокие из них. Особое внимание обращают на комплексы взаимосвязанных поверхностей. Решению этих задач должны быть подчинены все последующие этапы проектирования технологического процесса ремонта детали.

При технологическом контроле чертежей проверяют, содержит ли чертеж все сведения о детали: необходимые проекции, разрезы и сечения, размеры с допусками, требования к точности формы и взаимного расположения, требования к качеству поверхности. В соответствии с ГОСТ 2.107-83 "Основные требования к рабочим чертежам" рабочие чертежи должны содержать все данные, необходимые для изготовления, контроля и испытания изделия. Проверяют правильность простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-83.

### 3.6.2 Анализ ремонтного чертежа детали

Ремонтный чертёж является конструкторским документом, который разрабатывается на основании рабочего чертежа на изготовление детали.

На ремонтном чертеже в обязательном порядке должно быть приведено изображение восстанавливаемой с указанием технических требований.

В технических требованиях указывают: допустимые отклонения размеров, шероховатость восстанавливаемой поверхности, твердость, а также допуска расположения поверхностей, которые должны быть выдержаны в процессе восстановления.

### 3.7 Маршрутная технология ремонта детали

На этом этапе решаются следующие задачи: разрабатывается общий план ремонта детали, определяются методы и способы восстановления изношенных поверхностей, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, намечается содержание операций.

Технологический маршрут ремонта проектируют на основе выбранного аналога – типового технологического маршрута или заводского (базового).

При разработке технологического маршрута необходимо также учитывать требования к взаимному расположению поверхностей. Если, например, предъявляются высокие требования к соосности поверхностей вращения, следует стремиться к их обработке в одной операции с одной установки.

Сведения о методе и способе восстановления поверхностей ремонтируемой детали, о характеристиках обрабатываемой поверхности и методах ее обработки, о детали в целом дают возможность наметить тип станка, вид инструмента, средства и методы контроля. Наличие сложных поверхностей указывает на необходимость применения оборудования определенного назначения (зубофрезерного, зубострогального и т.п.).

Предусматриваются и необходимые контрольные операции с выбором средств технического контроля и измерений.

Контрольно-измерительные средства выбирают в зависимости от точности контролируемого параметра и конструктивных особенностей изделия.

Выбранные средства технологического оснащения уточняются при определении содержания операций.

Рекомендуемые принципы построения технологического маршрута не являются обязательными и требуют творческого подхода в каждом конкретном случае.



## ***Выбор технологических операций, восстановления износа поверхностей детали***

В предлагаемом пособии рассматриваются отдельные технологические операции восстановления износа поверхностей деталей. Операции отличаются производительностью, температурой нагрева восстанавливаемой поверхности, оптимальной толщиной наносимых слоев материала, себестоимостью и другими сравнительными показателями. После характеристики каждой восстановительной операции приводятся примерные технологические режимы ее выполнения.

### **3.7.1 Ремонт сваркой**

Технологический процесс образования неразъемного соединения различных материалов деталей машин, конструкций и сооружений путем их местного сплавления или совместного деформирования, в результате чего возникают прочные связи между атомами (молекулами) соединяемых тел.

**Электродуговая сварка** металлов плавлением осуществляется с применением источника переменного тока (сварочные трансформаторы) и постоянного тока (сварочные выпрямители).

**Сварочный трансформатор** – аппарат для питания сварочной дуги переменным током при электродуговой ручной и автоматической сварки с использованием сварочных токов большой силы. Схема сварочного трансформатора с подвижной обмоткой показана на рис. 2.

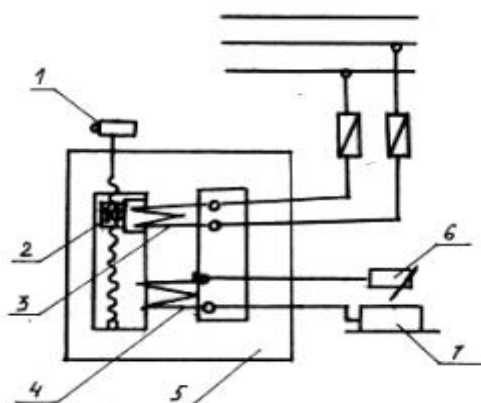


Рис. 2 - Схема сварочного трансформатора с подвижной катушкой:  
1 – винт; 2 – гайка; 3 – подвижная катушка; 4 – неподвижная обмотка;  
5 – магнитопровод; 6 – электродержатель; 7 — деталь

Схема *сварочного выпрямителя* показана на рис.3. Сварочный выпрямитель обеспечивает высокую стабильность горения дуги, особенно при малых токах. Для нормальной работы выпрямителя требуется интенсивное охлаждение из-за нагрева диодов, поэтому они снабжаются вентиляторами.

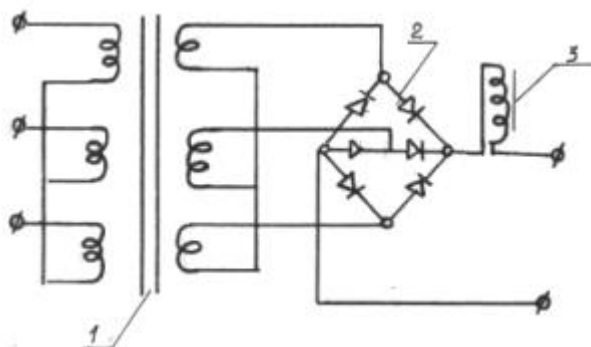


Рис. 3 - Схема сварочного выпрямителя:

1 – трансформатор; 2 – выпрямитель; 3 – дроссель

Сварка конструкционной стали. Основные виды сварных швов показаны на рис. 4. При подборе диаметра сварочного электрода используют зависимости диаметра от толщины кромок свариваемых конструкций табл. 8.

Таблица 8- Параметры разделки кромок

Толщина кромок, мм	до 2	3–5	6–8	9–12
Диаметр электрода, мм	2	3–4	4–5	5–6

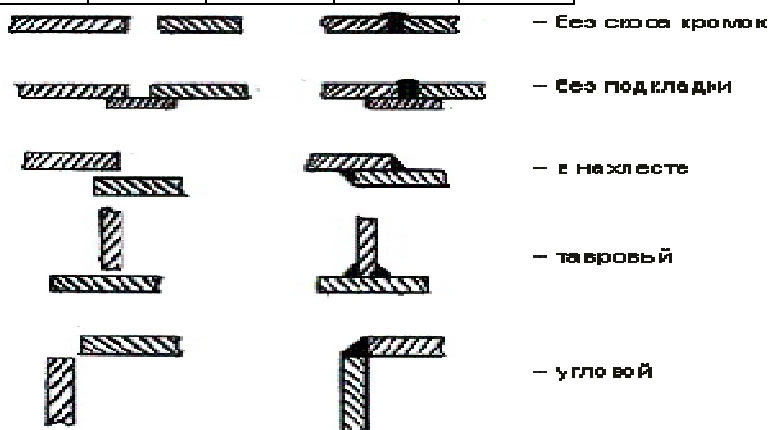


Рис. 4- Основные виды сварных швов

Марки электродов для сварки стальных конструкций: Э 34, Э 42, Э 42а и т.д., отличающиеся относительным удлинением и ударной вязкостью выполняемых швов. Каждому диаметру электрода соответствует диапазон сварочного тока.

Лучшие свойства сварного шва получаются при электродуговой сварке в среде защитного газа. Схема электродержателя для аргонно-дуговой сварки показана на рис. 5.

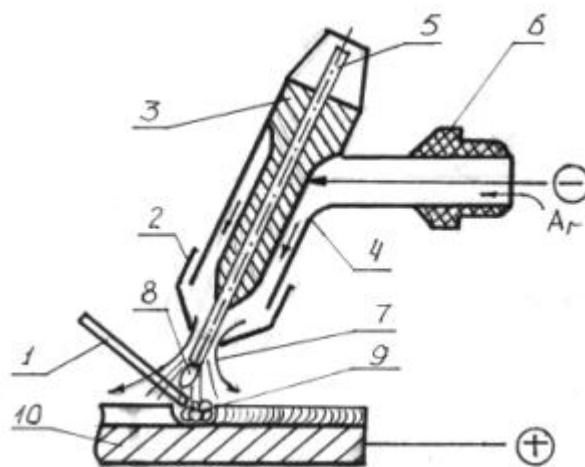


Рис. 5- Схема электродержателя для аргонно-дуговой сварки:

1 – присадочный пруток; 2 — сопло; 3 — токоведущий мундштук; 4 – корпус; 5 – электрод; 6 – рукоятка; 7 – атмосфера защитного газа, 8 – сварочная дуга, 9 – ванна расплавленного металла; 10 – деталь

Аргонно-дуговая сварка выполняется двумя методами плавящимся и неплавящимся электродами. Как правило, сварка металла толщиной **0,1-6 мм** производится неплавящимся электродом. При сварке тонких материалов сила тока выдерживается в пределах 1 А, напряжение узлов от 10 до 415 В.

Рекомендации по набору состава защитных газов для сварки и наплавки различных материалов приведены в табл. 9.

Таблица 9- Рекомендации по набору состава защитных газов для сварки и наплавки различных материалов

Свариваемый и наплавляемый материал	Вольфрамовый электрод	Плавящийся электрод	Примечание
Малоуглеродистая сталь	Комбинированная защита $Ar + CO_2$	1. $CO_2$ 2. 90% $Ar$ +10% $CO_2$ 3. $Ar$ марки Г	Ремонт кожухов, крышек Сварка облицовки
Низко- и среднелегированные стали	1. Комбинированная защита $Ar + CO_2$ 2. $Ar$ марки В	1. $CO_2$ 2. 90% $Ar$ +10% $CO_2$ 3. $Ar$ марки Г	Наплавка деталей с износом до 1 мм
Алюминий и алюминиевые сплавы	$Ar$ марки Б	1. $Ar$ марок Б и В 2. 35% $Ar$ +65% $He$	Наплавка головки блока, поршней. Сварка корпусов масляных насосов

**Электросварка чугуна.** При устранении мест излома или трещин на корпусных чугунных деталях используются методы электросварки. Отломанную часть конструкции или деталей устанавливают на ее исходное место, фиксируют хомутиками или струбцинами, кромки шва разделяют под сварку и заваривают. При выполнении операций электросварки чугуна необходимо учитывать некоторые особенности: так как чугунные сплавы весьма жидкотекучи, то сварку производят только в горизонтальном положении свариваемого участка. В месте сварки зерна графита превращаются в цементит, увеличивающих хрупкость материала; из-за неравномерной усадки при охлаждении чугунных конструкций возникают значительные внутренние напряжения; низкая температура плавления чугуна и быстрый переход из твердого состояния в жидкое и наоборот приводят к тому, что шов получается пористый (газы не успевают выделиться из металла). Рекомендуемые режимы сварки чугуна приведены в табл. 10.

Таблица 10- Режимы сварки чугуна

Толщина стенки свариваемых деталей, мм	≤10	10–5	15–30
Диаметр прутка, мм	4	6	8
Ток, А	170–180	270–280	300–350

Для уменьшения температуры плавления шлаков при сварке применяются флюсы (50% буры и 50% двууглекислого натрия). Для снижения скорости остывания металла наплавки и уменьшения твердости сварку ведут при возвратно-поступательном перемещении электродов.

В редких случаях для сварки чугуна можно применять стальные электроды, но качество шва получается низкое. При сварке чугуна без подогрева широко применяются электроды из меди и сплавов на ее основе. Прочность сварного соединения при этом обеспечивается за счет механического сцепления частиц меди и железа (их взаимной растворимости не происходит). Электроды медные покрывают графитом. Иногда применяют комбинированные железомедные электроды (стальная проволока и медная труба).

**Электросварка алюминия.** Сварку ведут в среде защитных газов (аргон). Литые металлоконструкции из алюминия и его сплавов затруднено ремонтировать сваркой из-за тонких (до 2 мкм), тугоплавких (до 2050°С) пленок окиси алюминия. Для их разрушения применяют специальные флюсы, например АФ-4А. Флюсы в сварочную ванну вносят присадочным прутом.

**Газовая сварка** – способ соединения металлических изделий в струе горючего газа (преимущественно) ацетилена. Применяется для сварки тонкостенных деталей из стали, цветных металлов и их сплавов, для наплавки твердых износостойких сплавов на изношенные поверхности при ремонтных работах.

Особенности и рекомендации при газовой сварке *стальных конструкций*. Малоуглеродистые стали варят легко. Присадочный материал по своим физико-химическим свойствам не отличается от металла детали или превосходит их. В качестве присоединительного материала используют низколегированную или углеродистую сварочную проволоку Св 08, Св 08А, Св 0.8ГС по ГОСТ 2246-60.

Легированные стали сваривают пламенем нормальным или с небольшим избытком ацетилена. В качестве флюса используется состав 50% буры и 50% борной кислоты. Место сварки прогревается до температуры 200–300°С. Присадочным материалом является легированная проволока марок Св 10ХМ, Св 0.8ХЗГ2СМ и т.д.

Газовая сварка *чугунных деталей* производится нормальным или науглераживающим пламенем. В качестве флюса используется состав 50% бура и 50% углекислого натрия. Присадочный материал при сварке время от времени погружают в буру. Газовая сварка чугуна производится с местным подогревом, что замедляет скорость охлаждения чугуна и исключает его отбеливание. Присадочный материал – чугунные прутки.

Газовая сварка *алюминиевых конструкций* проводится нейтральным пламенем или пламенем с незначительным избытком ацетилена. Присадочный материал проволока Св А97, Св АМЦ по ГОСТ 7871-63, по химическому составу близкая к основному металлу. Перед сваркой алюминиевые детали нагревают до температуры 300–350°С, после сварки производится отжиг

(нагрев до температуры 300°C) и выдержка в течение 2-х часов, затем медленное охлаждение. Окисную пленку при сварке можно удалять сварочным крючком.

### 3.7.2 Ремонт пайкой

Пайка – соединение деталей в твердом нагретом состоянии (без их расплавления) посредством расплавленного припая. Пайка применяется в основном для соединения металлических деталей, реже керамических и стекла. Пайка может осуществляться вручную или на специальных установках, где процесс спайки механизирован или автоматизирован с применением технических манипуляторов (роботов). Пайка металлов условно делится на: пайку твердыми припоями (температура плавления выше 500°C) и пайку мягкими припоями (температура плавления меньше 500°C).

При пайке твердыми припоями нагрев осуществляют газовыми горелками, токами высокой частоты, в муфельных электропечах и т.д. При осуществлении пайки мягкими припоями нагрев места соединения осуществляется паяльником.

Наибольшее применение в ремонтном производстве получили припои олово-свинцовистые (табл. 11), медно-никелевые (табл. 12). Припой на основе серебра приведен в табл. 13.

Таблица 11- Состав припоев олово-свинцовистых

№ п/п	Марка	Содержание элементов, % (остальное свинец)			Температура, °С	
		олово <i>Sn</i>	сурьма <i>Sb</i>	серебро <i>Ag</i>	начала плавления	полного расплавления
1	ПОС 90	89-90	<0,15	–	188	220
2	ПСР 2,5	5,5	–	2,5	295	305

Таблица 12- Состав припоев на основе меди

№ п/п	Марка	Содержание элементов, % (остальное свинец)					Температура, °С	
		медь <i>Cu</i>	свинец <i>Pb</i>	железо <i>Fe</i>	кремний <i>Si</i>	олово <i>Sn</i>	начала плавления	полного расплавления
1	ПМЦ 36	36	0.5	0.1	–	–	800	825
2	Л 62	62	0.1	0.2	–	–	900	905

3	ЛОК 62-06- 04	52	–	–	0.3	0.4	900	905
---	---------------------	----	---	---	-----	-----	-----	-----

Таблица 13- Состав припоев на основе серебра

№ п/п	Марка	Содержание элементов, % (остальное свинец)			Температура, °С	
		серебро <i>Ag</i>	медь <i>Cu</i>	цинк <i>Zn</i>	начала плавления	полного расплавления
1	ПСр72	72	28	-	779	779

Пайка чугуна производится твердыми припоями (латунь марок Л62, ЛК 62-05). Расплавленная латунь (при температуре 850-900°С) заполняет все неровности и углубления от выгоревшего графита и проникает между зернами чугуна, что обеспечивает достаточно прочное соединение.

Паяльные флюсы применяются для очистки поверхности соединяемого металла и снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания и смачиваемости жидкого припоя. Флюсы не должны химически взаимодействовать с припоем. Наиболее распространенные флюсы: бура, борная кислота, хлористый цинк и канифоль.

В зависимости от способа нагрева деталей используются флюсы различных составов. При нагреве паяльником используются смесь: канифоль 30% и этиловый спирт 70%; канифоль 28%, хлористый цинк 3% и этиловый спирт 68%. При нагреве пламенем газовой горелки используется смесь буры 50% и борной кислоты 50%. Состав флюсов для мягкой пайки приведен в табл. 14.

Таблица 14- Состав флюсов для мягкой пайки

№ флюса	Компоненты	Содержание, %	Назначение
1	Хлористый цинк вода	10–30 70–90	Пайка стали, меди и медных сплавов
2	Канифоль	100	Пайка меди и медных сплавов
3	Насыщенный раствор хлористого цинка в соляной кислоте	–	Пайка нержавеющей стали
4	Хлористый цинк Фтористый натрий	95 5	Пайка алюминия алюминиевым мягким припаем
5	Паста: насыщенный водный раствор цинка	34	Мягкая пайка паяльной лампой
	Метанол	33	
	Глицерин	33	

### 3.7.3 Ремонт наплавкой

Наплавка – процесс, при котором на поверхность деталей наносится слой металла требуемого состава. Наиболее часто наплавляемый слой получается при использовании различных процессов сварки плавлением.

Наплавка применяется при ремонте изношенных деталей для восстановления их до исходных размеров, для изготовления новых деталей (получение биметаллических деталей – конструкционная сталь, а верхний слой из твердого сплава). Наплавка дает возможность получить на рабочих поверхностях деталей слои практически любых толщин и химического состава, получить наплавленный слой с разнообразными свойствами:

**Ручная наплавка.** Осуществляется при использовании энергии электрической дуги или пламени газовой горелки.

Ручная электродуговая наплавка осуществляется электродами четырех основных групп: ЭНР – электроды для наплавки режущих инструментов; ЭНГ – электроды для наплавки деталей и инструмента, работающих при нормальной температуре; ЭНХ – электроды для наплавки деталей, работающих при пониженной температуре; ЭНЭ – электроды для наплавки эррозионностойких поверхностей, работающих при высокой температуре в агрессивных средах.

Режимы наплавки наружных цилиндрических поверхностей приведены в табл. 15. Режимы наплавки в углекислом газе приведены в табл. 16.

Наплавка газовым пламенем более универсальна, обеспечивает удобный контроль и наблюдение за процессом наплавки (не надо специальных защитных устройств), обеспечивает легкость регулирования степени нагрева основного и присадочного металла, обеспечивает наплавку поверхностей (деталей) любой формы, однако имеет ряд недостатков: из-за низкой температуры газового пламени производительность процесса наплавки низка (0,6 – 0,8 кг/час), высокое значение внутренних напряжений после плавки способствует появлению деформации поверхности.

**Механизированная наплавка под флюсом.** Наиболее эффективно при восстановлении деталей с износом более 1,5–2 мм. Наплавка продольных валиков применяется для восстановления изношенных плоских поверхностей.



Наплавка по винтовой линии – для исправления цилиндрических поверхностей деталей, шлицевых валов, полуосей и валиков. Схема установки для механизированной наплавки под флюсом показана на рис. 6. Технологические режимы процесса наплавки приведены в табл. 15, 16, 17.

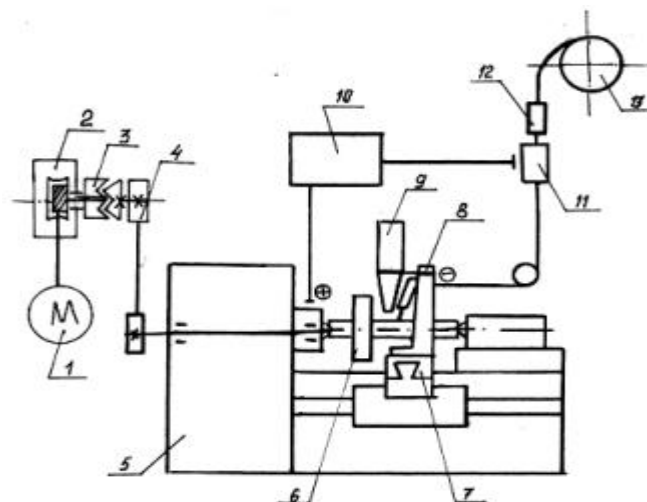


Рис.6 - Схема установки для механизированной наплавки под флюсом:  
 1 – двигатель, 2 – редуктор, 3 – муфта, 4 – ременная передача, 5 – токарно-винторезный станок, 6 – деталь, 7 – суппорт, 8 – наплавочная головка, 9 – бункер с флюсом, 10 – источник питания, 11 – механизм подачи проволоки, 12 – устройство очистки проволоки, 13 – кассета с проволокой

Таблица 15- Режимы наплавки наружных цилиндрических поверхностей деталей

Вариант режима	Диаметр наплавляемой детали, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Режимы наплавки				
			Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость наплавки, м/ч	Смещение электрода, мм
1	40...50	1,2...1,6	110...130	25...28	70...100	14...8	4...5
2	70	1,6...2	170...180	26...28	70...120	20...24	5...6
3	80...90	2	170...200	26...29	120...150	20...24	6...7
4	100	2	170...200	26...29	120...150	20...24	7...8

Таблица 16 - Режимы наплавки в углекислом газе

Диаметр проволоки, мм	Диаметр детали, мм	$i_{св}$ , А	$v_n$ , м/ч	$u_d$ , В
0,8...1	10...20	70...95	20...60	18...19
	20...30	90...120	30...60	18...19
	30...40	110...140	40...60	18...19
1...1,2	40...50	130...160	40...70	18...20
1,2...1,4	50...70	140...175	50...70	19...20
1,4...1,6	70...90	170...195	60...80	20...21
1,6...2	90...120	195...225	60...90	20...22

Таблица 17 - Режимы наплавки под флюсом

№ п/п	Показатели	Диаметр детали, мм	
		35–45	80–100
1	Ток, А	120–140	180–200
2	Напряжение дуги, В	25–27	28–30
3	Диаметр проволоки, мм	1,2	2,0
4	Скорость наплавки, м/сек	0,005–0,006	0,005–0,006
5	Смещение электрода, мм	3–4	6–7
6	Скорость подачи проволоки, м/ч	70–100	70–100

Наплавку ведут электродной проволокой (рис.7), подаваемой из кассеты 13 специальным механизмом 11.

Для предотвращения стекания металла электродную проволоку смещают от вершины (оси) детали в сторону, противоположную вращению на величину  $h$  в пределах 2 – 30 мм так, чтобы шлак не затекал в сварочную ванну и флюс не рассыпался (рис. 8). Благодаря флюсовой защите и малому вылету электрода (15-25 мм) плотность тока при механизированной наплавке доводят до 150 – 200 А/мм<sup>2</sup>. Рациональное использование тепла при наплавке под флюсом значительно сокращает расход электроэнергии. Электродом для механизированной наплавки служит проволока (сварочная) марок СВ, ВС, ОВС.

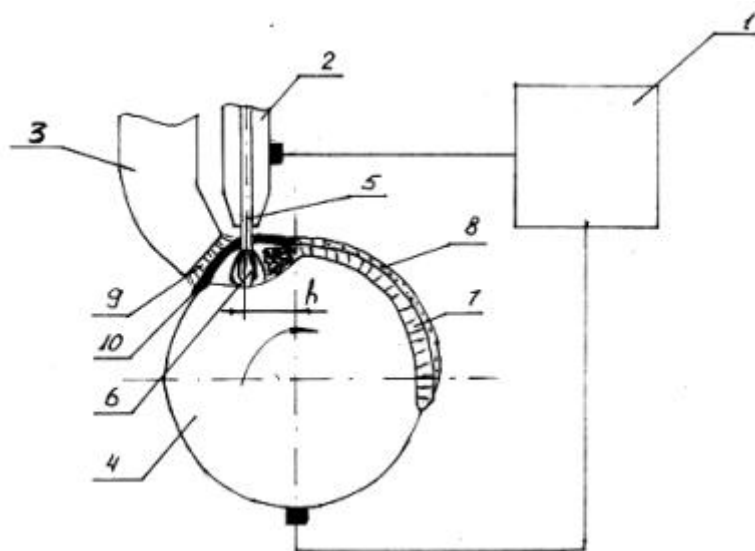


Рис.7- Схема горения дуги под флюсом:

1 – источник питания, 2 – мундштук, 3 – устройство для подачи флюса, 4 – наплавляемая деталь, 5 – проволока, 6 – электрическая дуга, 7 – наплавленный слой, 8 – шлаковая корка, 9 – флюс, 10 – оболочка из расплавленного флюса.

Для увеличения производительности наплавки изготавливают головки сварочные, позволяющие наплавлять металл одновременно несколькими проволоками с общим подводом тока, использовать электродную ленту шириной от **10–100 мм** и толщиной **0,4–1,0 мм**.

Высокое качество получается при наплавке на постоянном токе с обратной полярностью с использованием источником тока ПС-300, ПСО-500 и ВДУ-506. Неответственные детали можно наплавлять на переменном токе с использованием сварочных трансформаторов СТН-500, ТСД-500.

**Электроконтактная наплавка** — процесс образования металлопокрытий с целью восстановления изношенных или изготовления биметаллических деталей, отличающихся тем, что нагрев поверхности детали и присадочной проволоки осуществляется методом электросопротивления, а металлопокрытие образуется путем пластического формования присадки. Схема установки УКН-8 показана на рис. 8.

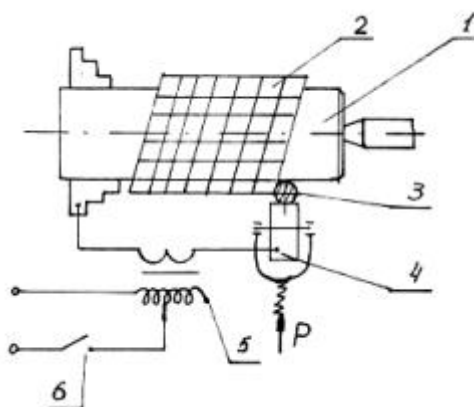


Рис. 8- Принципиальная схема электроконтактной наплавки:

- 1 – деталь, 2 – наплавленный слой, 3 – присадочная проволока, 4 –наплавляющий ролик, 5 – трансформатор, 6 – прерыватель

Наплавка деталей **плавящимся электродом** в среде защитных газов по сравнению с наплавкой под флюсом отличается высокой маневренностью, место наплавки открыто и легко наблюдать и вести процесс в нужном направлении, не надо очищать наплавленный слой.

Выше рассматривалась головка для сварки в среде инертных газов. Если в этой головке установить механизм автоматической подачи электродной проволоки в

зону горения дуги, то она будет отвечать требованиям, предъявляемым к оборудованию для наплавки в среде защитных газов рис. 9.

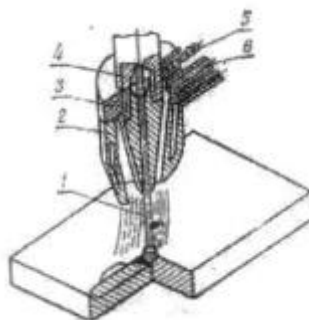


Рис. 9- Схема наплавки в среде защитных газов с направленным охлаждением:

1 – сварочная проволока; 2 – корпус горелки; 3 – изоляционная шайба; 4 – мундштук; 5 – крепежный винт; 6 – трубка подвода охлаждающей воды

Устойчивая дуга обеспечивается при наплавке в среде аргона, менее устойчивая – в среде углекислого газа. Устойчивость дуги повышается с увеличением плотности тока до  $300 \text{ А/мм}^2$ . В ремонтном производстве большое распространение получила электродуговая наплавка в среде углекислого газа.

При наплавке применяется специальная проволока (содержащая раскислители марганец и кремний) марок Св 08 ГС и Св 08 12С. Оптимальный расход газа с точки зрения обеспечения защиты наплавляемых металлов – 10–15 л/мин и определяется содержанием азота в наплавляемом слое. Обычно ведут наплавку на постоянном токе с обратной полярностью, применяя источники тока ПГС-300 и ПГС-500.

Если необходимо получить наплавленный слой повышенной твердости, деталь подвергается соответствующей термообработке.

**Наплавка деталей в среде водяного пара.** В качестве защитной среды при наплавке водяной пар обладает свойствами многоатомного газа. При этом создаются благоприятные условия для насыщения расплавленного металла водородом. При высокой температуре водород активно соединяется с кремнием, фосфором и азотом, увеличивая износостойкость наплавленного слоя. Установки для наплавки в среде водяного пара состоят из трех основных частей: шлангового наплавочного полуавтомата или автомата различных

моделей, источника постоянного тока, парообразователя. Схема парообразователя показана на рис. 10.

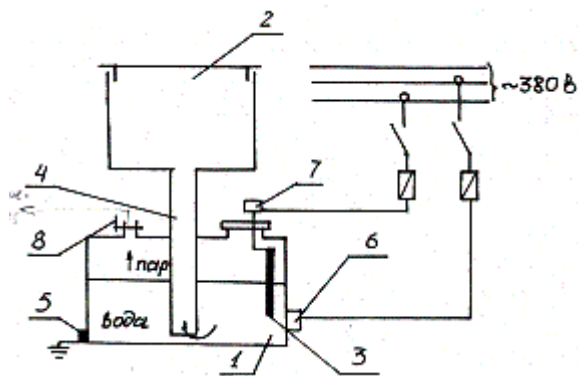


Рис.10-Схема преобразователя: 1 – нижний бак, 2 – верхний бак, 3 – электрод, 4 – труба соединительная, 5 – клемма заземления, 6 – клемма, 7 – токоподводящая клемма, 8 – вентиль

Порядок работы парообразователя следующий: В верхний бак 2 заливается вода так, чтобы соединительная труба 4 находилась в воде. Включается нагреватель 3 и давление образующего пара регулируется вентилем 8. Расход пара через вентиль 8 задается уровнем воды в нижнем баке 7 и обеспечивается паропроизводительностью нагревателя. При повышении температуры и давления пара уровень воды в нижнем баке будет понижаться (вода будет вытесняться в верхний бак). Электрод оголится и это приведет к снижению паропроизводительности, давление уменьшится и вода из верхнего бака перетечет в нижний и займет первоначальный уровень. Паропроизводительность останется на заданном уровне.

Сварочная проволока, применяемая в шланговых полуавтоматах или автоматах, бывает различных марок. Предпочтение отдается маркам проволоки с повышенным содержанием кремния и марганца.

Режим наплавки: диаметр электродной проволоки 1,6 мм, сварочный ток 150–200 А, напряжение 35 В, давление пара 0,6–0,7 кг/см<sup>2</sup>.

**Вибродуговая наплавка.** Вибродуговая наплавка применяется при диаметре восстанавливаемой поверхности более **15 мм**, толщина наплавляемого слоя лежит в пределах **0,5–3 мм**. Наплавка идет в среде защитного газа или с подачей жидкости к месту дуговых разрядов (3–6% раствор кальцинированной воды или

10–20% водный раствор технического глицерина). В этом случае уменьшается возможность получения трещин.

Вибродуговая наплавка цилиндрических поверхностей осуществляется специальной головкой, устанавливаемой на суппорте токарного станка. Деталь крепится в патроне. Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки цилиндрических поверхностей показана на рис. 11.

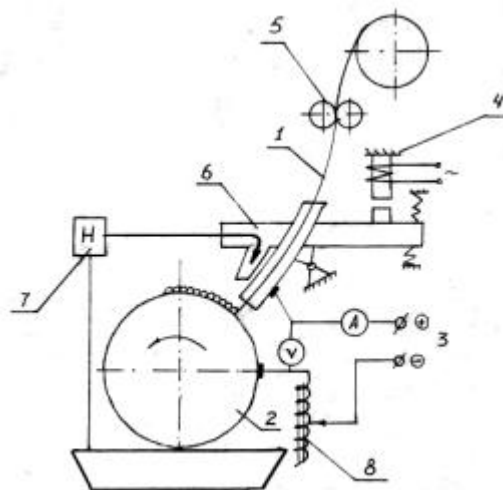


Рис.11-Схема вибродуговой наплавки: 1 – электродная проволока, 2 – деталь, 3 – источник постоянного тока, 4 – электромагнитный вибратор, 5 – механизм подачи проволоки, 6 – охлаждающая жидкость, 7 – насос, 8 – катушка самоиндукции

Катушка самоиндукции 8 увеличивает напряжение между электродами после отрыва сварочной проволоки от детали и вызывает электрическую дугу с выделением большого количества тепла

Технические характеристики вибродуговых головок приведены в табл. 18. Режимы вибродуговой наплавки приведены в табл. 19, 20, 21.

Вибродуговой наплавкой восстанавливаются стальные и чугунные детали, но при этом на поверхности детали после наплавки могут быть газовые раковины (для чугуна).

Вибродуговая наплавка применяется для восстановления шатунных и коренных шеек коленчатых валов, шеек и кулачков распредвалов, шлицевых валов, наружных резьбовых поверхностей, зубьев шестерен, шпинделей металлообрабатывающих станков и т.д.

Таблица 18- Технические характеристики вибродуговых головок

Показатели	Марки вибродуговых головок						
	Конструкция ВНИИАТ УАНЖ-5	Конструкция Челябинского тракторного завода	Конструкция Челябинского АРЗ и ЧПИ	КУМА-5	УЛИВГ-5	УЛИВГ-7	ОКС-6559 ГОСНИТИ
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2...2	до 2,2	до 3	0,5...2,5	до 3	до 3	до 3
Скорость подачи электродной проволоки, мм/с	12,5...22	12,5...22	15,2...24	3,3...50	8,7...42,7	10...34,5	8,7...75
Изменение скорости подачи электродной проволоки	Сменной ведущих роликов (7 шт.)	Сменной ведущих роликов (5 шт.)	Сменными шестернями	Сменными шестернями (14 ступеней)	Сменными шестернями		
Амплитуда вибрации электрода, мм	0,8...3	-	-	-	1,4...1,6	1,65...3,25	0...3
Принцип действия вибратора	Электромагнитный	Электромагнитный	Механический (эксцентрик)	Круговое движение конца электрода	Механический		
Частота колебаний, Гц	50	50	46,7	-	21,2...105		75±3

Таблица 19- Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока наплавки, А	Скорость наплавки, мм/мин	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Шаг наплавки, мм/об	Амплитуда вибрации проволоки, мм	Угол подачи проволоки к деталям, град
20	0,3	1,6	120...150	2,2	0,6	0,2	1	1,5	35
40	0,7	1,6	120...150	1,2	0,4	0,4	1,3	1,8	35
60	1,1	2	150...210	1	0,8	0,5	1,6	2	45
80	1,5	2	150...210	0,6	1	0,6	1,8	2	45
100	2,5	2,5	150...210	0,3	1,1	0,7	2...3	2	45

Таблица 20- Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки чугунных деталей

Наплавочный материал	Толщина наплавленного слоя	Скорость подачи электрода, м/мм	Сила тока, А	Число оборотов детали в минуту	Подача суппорта станка, мм/об	Пропуск на механическую обработку на сторону (не менее), мм
Проволока Ø 1,6...1,8 мм	0,6...0,7	1,3	120...140	1200:πD	1,8...2,2	0,4
	1,5	1,7	160...190	1000: πD	2,3...2,8	0,8
	2,5	1,7	160...190	370: πD	2,8...3,5	1
Проволока Ø 2,5 мм	2,5...3	1,7	300...350	200: πD	7,9	1
Лента сечением 0,5 × 10 мм	2,5...3	1,7	320...340	200: πD	7,9	1

Таблица 21- Режимы вибродуговой наплавки в среде углекислого газа

Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм		Сварочный ток, А, для диаметра проволоки		Рабочее напряжение, В для диаметра проволоки	
	минимальный	максимальный	минимальный	максимальный	минимальный	максимальный
1,0	1,0	2,0	75...175	150...300	17...20	20...24
1,5	1,2	2,2	92...225	165...375	18...21	21...25
2,0	1,4	2,5	100...250	190...400	18...22	22...26
2,5	1,6	2,5	120...300	190...400	19...23	22...26
3,0	2,0	2,5	150...350	190...400	20...24	22...26

### 3.7.4 Ремонт напылением и металлизацией

*Газотермическое напыление* – процесс, при котором присадочный металл подается в специальный аппарат металлизатор и по выходе из него расплавляется, а затем под действием струи сжатого воздуха или инертного газа распыляется и наносится на поверхность детали с целью наращивания изношенных размеров.

Метод газотермического напыления имеет ряд преимуществ: можно наносить слои металла толщиной **0,02-10 мм**; можно наносить как черные так и цветные металлы; слой металлизированного покрытия обладает рядом ценных свойств (высокая износостойкость при жидкостном и полужидкостном трении). Однако у него есть ряд существенных недостатков: недостаточно высокое сцепление покрытия с металлом восстанавливаемой детали; трудно подаются



металлизации термические обработанные поверхности; значительны потери металла (выгорание).

В настоящее время методом газотермического напыления можно решать разнообразные технологические задачи: напыление износостойких антифрикционных и коррозионностойких покрытий; алитирование (жаростойкость); наплавка и пайка напылением; устранение литейных дефектов; изготовление прессформ и т.д.

**Газовая металлизация.** Сущность газопламенного напыления заключается в том, что частицы порошка (или прутки) расплавляются в газовом пламени (напоминают «тесто») и струёй воздуха распыляются и, попадая на холодную деталь, заполняют неровности поверхности и затвердевают. Во время охлаждения частицы сжимаются и прочно вливаются в основной металл, обеспечивая связь силами механического сцепления.

Оборудование участка для газовой металлизации изношенных поверхностей материалами в виде проволоки показаны на рис. 12. Газовый металлизатор 4 (конструкция металлизатора показана на рис. 13) распыляет проволоку 5 и наносит на наружную цилиндрическую поверхность 6. В качестве горючей смеси используются газы ацетилен и кислород, подаваемые из газовых баллонов 1 и 2.

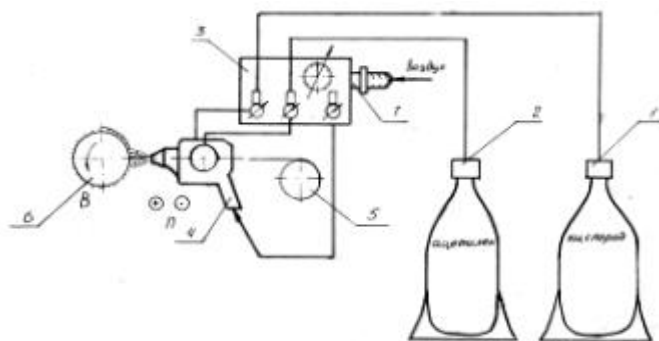


Рис.12- Оборудование поста газовой металлизации:

- 1,2 – газовые баллоны, 3 – распределительный щит, 4 – металлизатор,  
5 – проволока, 6 – напыляемая поверхность, 7 – подача воздуха

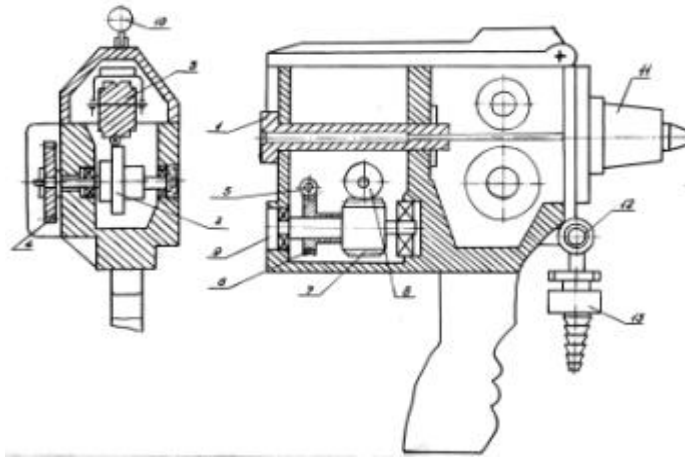


Рис.13- Общий вид газового металлизатора МГИ-4:

1 – втулка подачи проволоки, 2 – ролик ведущий, 3 – ролик нажимной,  
 4 – сменная шестерня, 5 – червяк, 6 – колесо червячное, 7 – червяк, 8 – червяч-  
 ное колесо, 9 – турбинный привод, 10 – рукоятка, 11 – головка распылительная,  
 12 – кран, 13 – ниппель

На рис. 14 показана принципиальная схема распылительной головки газового металлизатора. На рис. 17 показана область действия сил сцепления при напылении.

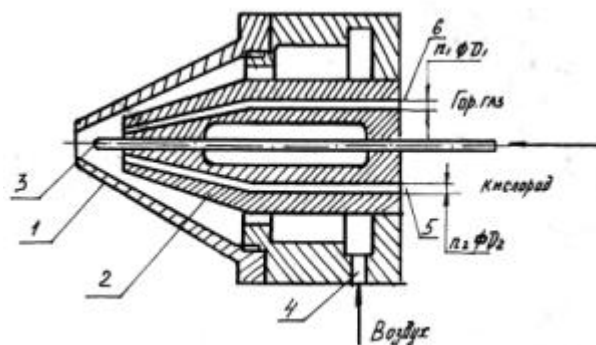


Рис.14 Схема распылительной головки:

1 – коническая насадка, 2 -газовое сопло, 3 – проволока расплавляемая,  
 4 – подача воздуха, 5 – кислородное отверстие, 6 – отверстия для горючего газа

На рис.15 показана схема электродуговой металлизации с распылением наплавляемого материала в виде проволоки. В зону дуги подается воздух (инертный газ) под давлением 5–6 кг/см.

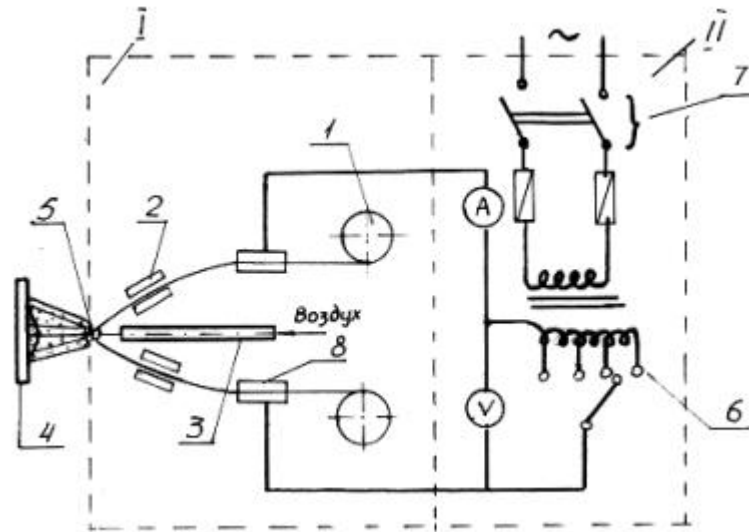


Рис.15- Схема электродуговой «металлизации»:

I – схема электрометаллизатора, II – схема источника питания:

1 – подача проволоки 2 – направляющие пластины, 3 – воздушное сопло, 4 – восстанавливаемая поверхность, 5 – эл. дуга и расплавленный металл, 6 – трансформатор, 7 – рубильник, 8 – токоведущие втулки

**Плазменное напыление** порошков и проволоки при восстановлении изношенных поверхностей деталей технологического оборудования применяется с 1960 года. Метод находится в стадии развития и отработки технологических режимов.

Плазму получают в результате электрического дугового разряда в газах. Плазма – смесь нормальных молекул, атомов, ионов, электронов и других частиц. Вследствие дугового разряда между анодом и катодом горелки кинетическая энергия молекул газа возрастает и достигает величины, при которой происходит диссоциация (распад) молекул на отдельные атомы. При дальнейшем повышении температуры скорость движения атомов возрастает, они сталкиваются, электроны отрываются от внешней оболочки и атом превращается в положительно заряженный ион, т.е. начинается термическая ионизация газов.

Принцип работы плазмотрона: между анодом и катодом зажигается дуга, которая ионизирует подаваемый в сопло горелки плазмотрона плазмообразующий газ. После образования плазмы подают напыляемый материал (порошок или пруток).

На рис. 16 показана принципиальная схема установки для плазменного напыления порошковых материалов.

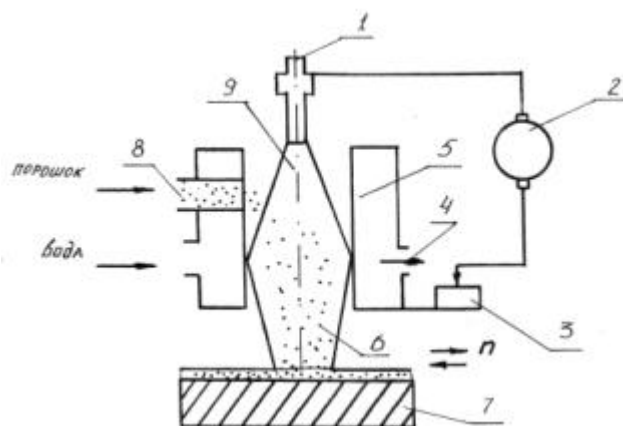


Рис.16- Схема плазменного напыления порошковыми материалами:

1 – электрод, 2 – источник питания, 3 – регулируемое сопротивление, 4 – охлаждающая вода, 5 – плазменная головка, 6 – плазменный факел, 7 – деталь, 8 – порошок, 9 – дуга.

### 3.7.5 Ремонт электролитическим (гальваническим) покрытием

Электролитические (гальванические) покрытия используются для восстановления изношенных размеров деталей (хромирование, осталивание, меднение), защитно-декоративного покрытия (хромирование, никелирование) как защитные покрытия (никелирование, цинкование). Выбор покрытия при ремонте деталей технологического оборудования зависит от характера износа, условий эксплуатации, материала восстанавливаемой поверхности и возможностей контактирования металлов. Гальванические покрытия в сравнении с металлизацией и наплавкой имеют преимущества: обеспечивает возможность восстанавливать детали с незначительным износом **1–3 мкм**, не вызывает структурных изменений в материале детали, поддается механизации и автоматизации и т.д.

Материалы покрытия на чертежах обозначаются начальными буквами, например, Ц – цинк, Х – хром и т.д. В многослойных покрытиях обозначают все металлы, образующие покрытия в порядке нанесения слоев. Степень блеска покрытия обозначается: М – матовое, б – блестящее, г – глянцевая, зк – зеркальная. Схема электролитического покрытия поверхности показана на рис.17.

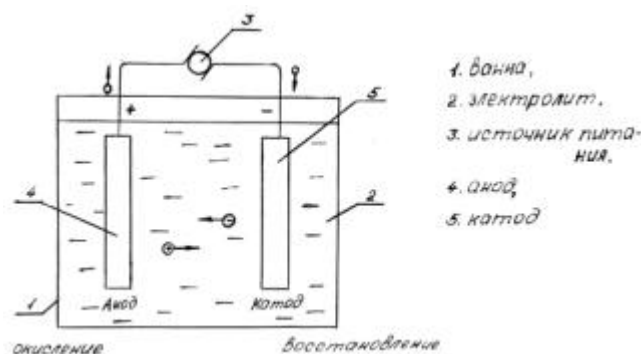


Рис.17- Схема электролитического покрытия поверхности:

1 – ванна (стальная ванна, облицованная с внутренней стороны рольным свинцом или винипластом; кислотостойкими плитками или кислотостойкой эмалью), 2 – электролит (водный раствор хромового ангидрида  $\text{CrO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  серная кислота для хромирования), 3 – источник питания, 4 – анод (сплав свинца с сурьмой для хромирования), 5 – катод (деталь)

Технологический процесс гальванического покрытия состоит из трех частей: подготовительные операции, собственное покрытие, операции после покрытия. Перечень технологических операций приведен в табл. 22.

Таблица 22- Технологический маршрут восстановления поверхностей электролитическим покрытием

№ п/п	Наименование операций	Примечание
1	Удаление старого слоя покрытия	
2	Химическое обезжиривание	
3	Промывка в горячей или холодной воде	
4	Травление	
5	Промывка в горячей или холодной воде	
6	Сушка	
7	Шлифование	
8	Полирование	
9	Электролитическое обезжиривание	
10	Промывка в горячей или холодной воде	
11	Декопирование и промывка	
12	Покрытие в гальванической ванне	
13	Промывка в горячей или холодной воде	
14	Сушка	

При подготовке деталей к покрытию выделяют три вида воздействий на поверхности деталей: механическое, химическое, электрохимическое.

Механические операции подготовки деталей к покрытию являются трудоемкими, кроме того, не позволяют удалять покрытие с поверхности

деталей сложной формы, однако просты в исполнении и не требуют сложного технологического оборудования.

Операция крацевание выполняется металлическими щетками для удаления тонких окисных пленок травильного шлама, уменьшения пористости и т.д. В качестве проволоки в металлических щетках применяются стальные и латунные прутки.

При проведении электрохимической очистки деталей их помещают в специальную электролитическую ванну с подсоединением детали (очищаемой) к аноду.

Химический способ наиболее экономичен. Примерные составы растворов для химического и электрохимического удаления изношенных покрытий приведены в табл. 23.

Таблица 23- Состав электролитов для удаления старых покрытий

Вид очистки	Удаляемый металл	Основной металл	Состав электролита	Температура, °С	Анодная плотность тока А/дм <sup>2</sup>
Электрохим. удаление	Никель	Сталь	хромовый ангидрид 240 г/л борная кислота 30 г/л	85	1
Химическое удаление	Никель	Сталь	–	20	–

Травление – удаление окислов. Травление бывает химическое и электрохимическое. При удалении окислов со стальных поверхностей используется смесь соляной и серной кислоты. Для удаления окислов с медной поверхности используется смесь соляной и серной кислоты или азотная кислота. Окислы алюминия удаляются 10-процентным раствором соляной кислоты или 20-процентным раствором едкого натра.

Электрохимическое травление (анодное) требует применения следующего электролита: 200 г/л серной кислоты + хлористое железо; плотности тока  $I = 5-10$  А/дм<sup>2</sup>, процесс протекает при температуре  $t = 20-60^\circ$  С.

Декапирование – быстрое удаление тонкой пленки окислов непосредственно перед гальванопокрытием. Бывает – химическое и эл. химическое (химическое:

медь – 10% раствором серной кислоты; эл. химическое – анодное эл.хим. травление).

**Хромирование** – технологический процесс восстановления изношенных поверхностей, обеспечивающий высокую твердость и износостойкость. Используется для восстановления следующих деталей: валы роторов шейки посадочных мест под подшипники, а также для декоративного покрытия деталей и фурнитуры автомобилей. К недостаткам хромового покрытия можно отнести большую склонность к образованию трещин и пористости (коррозия). Для уменьшения этого недостатка в качестве подслоя при хромировании рекомендуется наносить никель или медь. Хромирование снижает предел выносливости покрываемых стальных покрытий до 30%. Максимальная толщина хромовых покрытий лежит в пределах **0,5 мм**. Технологический процесс хромирования достаточно сложен, требует точного выдерживания температуры, плотности по току. При хромировании используются исключительно нерастворимые аноды из свинца или сплава свинца и сурьмы.

При покрытии хром полностью переносится на покрываемую поверхность, поэтому для пополнения выделяющегося при электролизе хрома требуется частая добавка в электролит хромового ангидрида. Для нормального протекания процесса хромирования раствор электролита прорабатывается током из расчета 6–8 А: ч/л в течение 3–4 часов. При хромировании используются электролиты низкой, средней, высокой концентрации, отличающиеся соотношением хромового ангидрида и серной кислоты.

**Никелирование** применяют для декоративно-защитной отделки деталей автомобилей, а также в качестве подслоя. Толщина слоя никелевого покрытия достигает **12–36 мкм**. Часто перед никелированием наносят слой меди. Состав электролита при никелировании обычно содержит сернокислый никель и сернокислый натрий, борную кислоту и хлористый натрий. Процесс проходит при подогретом электролите до температуры 20–25°C, при этом плотность тока выдерживается в пределах 0,5–1,0 А/дм<sup>2</sup>. В качестве анодов используются пластины из чистого никеля, литые или катанные. Аноды помещаются в чехлы

из льняной или стеклянной тканей, чтобы избежать попадания шлама в электролит.

**Меднение** используется при восстановлении изношенных бронзовых втулок, ползунов, т.е. деталей, требующих низкого коэффициента трения. Кроме того, меднение может использоваться для восстановления размеров деталей под запрессовку, а также для получения подслоя при хромировании и никелировании. Меднение применяется для защиты поверхностей от насыщения углеродом при цементации.

**Анодирование**-процесс создания пленки на деталях из алюминия, титана и др. металлов, обеспечивающий следующие практические достоинства: защиту металла от коррозии, электроизоляционные свойства. Пленка анодированного алюминия обладает свойствами катализаторов и даже может выполнять роль фильтра для вирусов.

**Осталивание.** Хромирование не является экономичным способом для восстановления деталей с относительно большим износом. При гальваническом осаждении железа в зависимости от технологических режимов получается мягкий или твердый слой. Выход металла по току в 5–6 раз выше, чем при хромировании. Можно получить покрытие толщиной до **1,2–1,5 мм**.

Состав электролита для железнения (осталивания) приведен в табл. 24. Состав электролитов хромирования и режимы электролиза приведены в табл. 25. Область применения составов на основе эпоксидных смол при ремонте деталей и узлов автомобилей приведены в табл. 26.

Таблица 24- Состав электролитов железнения и режим электролиза

Наименование основных компонентов (режимы электролиза)	Наименование электролитов		
	хлористый	сульфатно-хлористый	мутилсульфатный
Хлористое железо $\text{FeCl}_2$ , $4\text{H}_2\text{O}$ , г/л	300...600	200	150
Сернокислое железо $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; г/л	–	200	–
Мутилсульфатное железо $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{OSO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , г/л	–	–	348
Кислотность, рН	1,5...0,6	0,6...1	0,7...1,3
Температура электролита	90...30	50...30	50...30
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	60...20	40...20	60...20



Таблица 25- Составы электролитов хромирования и режимы электролиза

Компоненты раствора и режимы электролита	Электролит		
	универсальный	саморегулирующий горячий	саморегулирующий холодный
Хромовый ангидрид	250	250	400
Серная кислота, г/л ГОСТ 2148-77	2,5	–	–
Серный стронций	–	6	–
Калий кремнефтористый, г/л	–	20	–
Кальций углекислый, г/л ГОСТ 4530-76	–	–	60
Сернокислый кобальт, г/л ГОСТ 4462-78	–	–	20
Температура раствора, °С	50...60	40...70	18...25
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	40...10	50...120	50...200
Выход по току	12...16	18...22	33...40

Таблица 26- Области применения составов на основе эпоксидных смол при ремонте деталей и узлов машин

Составы на основе эпоксидных смол (частей по массе)	Область применения	Примеры
1	2	3
ЭД-06(100) Дибутилфталат(15) Полиэтиленполиамин(8)	Склеивание металлических деталей. Ремонт подвижных сопряжений и резьбовых соединений; устранение небольших трещин до 2 мм	Ремонт неподвижного сопряжения шарикоподшипник-гнездо шарикоподшипника коробки передач, шарикоподшипник-вал, шпилька-корпус, трещина в корпусе и т.д.
ЭД-06 (100) Дибутилфталат (15) Железный порошок (160) Полиэтиленполиамин (8)	Устранение трещин: ремонт резьбовых соединений и рабочих поверхностей корпусных деталей, которые испытывают при эксплуатации температурные колебания	изношенные рабочие поверхности корпуса гидравлического насоса и т.д.
ЭД-06 (100) Дибутилфталат (20) Цемент-400 (120) Полиэтиленполиамин (9)	То же	То же
ЭД-06 (100) Дибутилфталат (20) Алюминиевый порошок (25) Полиэтиленполиамин (8)	То же	То же
ЭД-06 (100) Дибутилфталат (15) Железный порошок (160) Полиэтиленполиамин (8)	Устранение пробоин в корпусных деталях, которые испытывают при эксплуатации температурные колебания	Пробоины в блоке цилиндров, корпусе коробки передач и т.д.

Стеклоткань или техническая бязь 3...4 слоя		
ЭД-06 (100) Дибутилфталат (20) Цемент-400 (120) Полиэтиленполиамин (9) Стеклоткань или техническая бязь 3...4 слоя (100)	То же	То же

### 3.8 Разработка технологических операций обработки детали

При проектировании технологической операции решается комплекс вопросов: уточняется содержание операции, т.е. последовательность и содержание переходов; выбираются средства технологического оснащения (или составляются задания на их проектирование), а также режимы резания; определяются настроечные размеры, нормы времени, точность обработки и разряд работы; подбирается состав СОЖ; разрабатываются операционные эскизы и схемы наладок.

Отдельная технологическая операция проектируется на основе принятого технологического маршрута, схемы базирования и закрепления детали на операции, сведений о точности и шероховатости поверхностей до и после обработки на данной операции, припусков на обработку, такта выпуска или размера партии деталей (в зависимости от типа производства). При уточнении содержания операции окончательно устанавливается, какие поверхности детали будут обрабатываться на данной операции.

При разработке последовательности и содержания переходов необходимо стремиться к сокращению времени обработки за счет рационального выбора средств технологического оснащения, числа переходов, совмещения основного и вспомогательного времени.

В единичном мелко и иногда в среднесерийном производстве концентрация операций осуществляется на универсальных станках с последовательной обработкой ряда поверхностей у одной детали (последовательная концентрация).

### 3.8.1 Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля).

Выбор технологического оборудования (станков) определяется: методом обработки; возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритными размерами заготовок и размерами обработки; мощностью, необходимой на резание; производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства; возможностью приобретения и ценой станка; удобством и безопасностью работы станка.

При выборе станков особое внимание следует обратить на использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), являющихся одним из основных средств при обработке сложных поверхностей.

Применение станков с ЧПУ целесообразно в следующих случаях: для трудоемких операций; если время обработки существенно меньше вспомогательного; при производстве сложных деталей малыми партиями; при обработке деталей с большим количеством размеров, имеющих высокие требования по точности; для изделий, период изготовления которых не позволяет использовать обычные методы изготовления оснастки.

Общие правила выбора технологического оборудования установлены ГОСТ 14.305, 14.306.

Режущий инструмент выбирают с учетом: максимального применения нормализованного и стандартного инструмента; метода обработки; размеров обрабатываемых поверхностей; точности обработки и качества поверхности; промежуточных размеров и допусков на эти размеры; обрабатываемого материала; стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности; стадии обработки (черновая, чистовая, отделочная); типа производства.

Размеры мерного режущего инструмента определяют исходя из промежуточных размеров обработки (зенкеров, разверток, протяжек и т.д.),

размеры других инструментов (резцов, расточных борштанг и т.д.) из расчета на прочность и жесткость.

Средства технического контроля выбирают с учетом точности измерений, достоверности контроля, его стоимости и трудоемкости, требований техники безопасности и удобства работы.

При выборе приспособлений необходимо учитывать конструкцию изготавливаемой детали, ее размеры, материал, точность, схему базирования, вид технологической операции и организационную форму процесса изготовления.

В случае применения стандартной оснастки рекомендуется пользоваться альбомами типовых конструкций и соответствующими стандартами. Специальная оснастка разрабатывается на основе составленных технических заданий.

### **3.9 Технологические расчеты**

Для обеспечения наиболее рациональных путей обеспечения заданных требований в курсовом проекте необходимо выполнить следующие расчеты: расчет припусков, расчет точности обработки, расчет технологических размерных цепей, расчет режимов резания, расчет технических норм времени. Методика выполнения расчетов изложена ниже.

Рекомендуется выделить одну операцию, для которой произвести все вышеуказанные технологические расчеты и в дальнейшем для нее же разработать конструкцию приспособления.

#### **3.9.1 Расчет межоперационных припусков**

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные.

Промежуточный - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Операционный - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий - припуск, который удаляют в процессе механической обработки поверхности для получения чертежных размеров и определяется разностью размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливают допуск.

В ВКР использовать опытно-статистический (табличный) метод определения припусков.

На обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85, 7505-89, 7062-90, 7820-70) [7, 26] и сводятся в табл.27.

Таблица 27- Межоперационные припуски и межоперационные размеры

Обрабатываемый размер	Методы обеспечения	Межоперационные припуски, мм	Межоперационные размеры, мм
1	2	3	4
$\sqrt{R_a} 0,4$ $\varnothing 19,238^{+0,06}_{-0,03}$	Заготовка	$2 \times 2$	$\varnothing 23,238^{+1,0}_{-0,4}$
	Точение черновое	$2 \times 1,25$	$\varnothing 20,738_{-0,34}$
	Точение чистовое	$2 \times 0,55$	$\varnothing 19,638_{-0,14}$
	Шлифование черновое	$2 \times 0,15$	$\varnothing 19,338_{-0,033}$
	Шлифование чистовое	$2 \times 0,05$	$\varnothing 19,238^{+0,06}_{-0,03}$

### 3.9.2 Расчет режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , мм; подачей на оборот  $S_0$ , мм/об и скоростью резания  $V$ , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

В ВКР проекте необходимо рассчитать режимы резания для четырёх пяти видов обработки (по усмотрению руководителя):

- глубину, подачу и скорость резания по формулам теории резания;
- суммарную силу резания и эффективную мощность электродвигателя

главного привода станка.

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначают по нормативам предприятий или справочникам.

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

- 1) сведения о заготовке (вид заготовки, материал и его характеристика, величина припусков, состояние поверхностного слоя);
- 2) данные об обрабатываемой детали (форма, размеры, допуски на обработку, требования к состоянию поверхностного слоя, к шероховатости);
- 3) данные о режущем инструменте (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);
- 4) паспортные данные станков (техническая характеристика).

Таким образом, режим резания устанавливают исходя из особенностей обрабатываемой детали, характеристики режущего инструмента и станка.

### 3.9.3 Расчет технической нормы времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, на выполнение технологической операции.

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{от}, \quad (1)$$

В производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени  $T_{шк}$ :

$$T_{шк} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}; \quad (2)$$

в массовом производстве определяется норма штучного времени  $T_{шт}$ :

где  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин.;

$n$  – количество деталей в настроечной партии, шт.;

$t_o$  – основное время, мин.;

$t_b$  – вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{y.c} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (3)$$

$t_{y.c}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$  – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$  – время на измерение детали, мин.;

$t_{об}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Время на обслуживание рабочего места  $t_{об}$  в массовом и серийном производстве складывается из времени на организационное обслуживание  $t_{орг}$  и времени на техническое обслуживание  $t_{тех}$  рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}; \quad (4)$$

$t_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Нормирование операции осуществляется в соответствии с выбранными методами обработки.

В курсовом проекте привести аналитический расчет основного времени  $t_o$  только для тех операций на которые были произведены расчёт режимов резания (по усмотрению руководителя курсового проекта).

Основное (технологическое) время  $t_o$  определяется расчетом по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов (для станочных работ) по формуле

$$t_o = \frac{L_{px} \times i}{S_m}, \quad (5)$$

где  $L_{px}$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности (расчетная длина хода инструмента или заготовки в направлении подачи), мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача инструмента, мм/мин.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности

$$L_{px} = l_o + l_{вп} + l_n + l_{сх}, \quad (6)$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_{вп}$  – длина врезания инструмента, мм;

$l_n$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм;

$l_{сх}$  – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Длину  $l_0$  берут из чертежа обрабатываемой поверхности заготовки;  $l_{вр}$ ,  $l_{п}$ ,  $l_{сх}$  определяют по нормативам ( $l_{п} = l_{сх} \approx 1...2$  мм). Значение  $l_{вр}$  можно определить расчетным путем по схеме обработки.

### 3.10 Маршрутная технология сборки узла после ремонта

#### 3.10.1 Технологическая схема сборки

Для разработки технологического процесса сборки составляют технологические схемы сборки. В этих схемах условно изображают последовательность сборки машины из элементов (деталей, групп или подгрупп).

Схему сборки составляют в соответствии со сборочным чертежом изделия и спецификацией его деталей рис.18.

Типовая схема разбивки изделия на сборочные элементы, где каждый элемент изображен в виде прямоугольника, внутри которого пишется наименование и номер сборочного элемента. В технологических схемах надписываю метод соединений там, где они не определены типом соединяемых деталей. Так, указывают: «приварить», «запрессовать», «набить смазкой» и т.д.

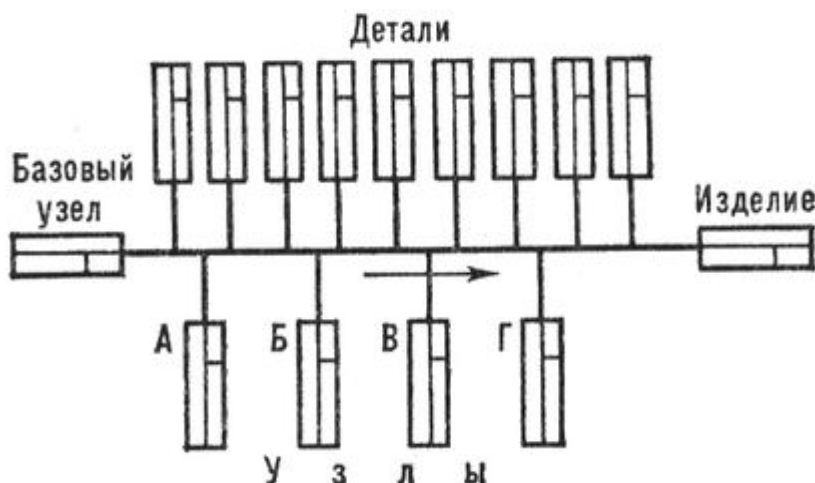


Рис.18- Технологическая схема общей сборки

#### 3.10.2 Маршрутная технология сборки

В технологической карте сборки указывают наименование операции, вид применяемого оборудования, приспособления и инструмент. В соответствии с последовательностью сборки машины из элементов технологический процесс сборки заносится в карту сборки, образец которой приведён ниже в табл. 28.



Таблица 28- Технологическая карта сборки

№ п/п	Наименование операции	Оборудование	Инструмент, приспособление	Примечание
1	2	3	4	5

## **4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

В ВКР должна присутствовать конструкторская разработка приспособления применяемого при выполнении монтажных и демонтажных работ, которая должна быть результатом самостоятельной творческой работы студента. По согласованию с руководителем монтажное приспособление может быть заменено на зажимное станочное приспособление.

### **4.1 Разработка технического задания**

Проектирование специальных средств технологического оснащения в курсовом проекте следует начинать с подготовки технического задания в соответствии с ГОСТ 15.001-73. Этапы разработки задания одинаковы при проектировании любых средств технологического оснащения, а содержание работ конкретизируется применительно к условиям курсового проекта.

Прежде чем приступать к разработке технического задания и непосредственному проектированию конструкции студент должен тщательно изучить типовые конструкции аналогичного назначения по технической литературе, а также имеющуюся технологическую оснастку на заводской базе прохождения технологической практики.

В техническом задании должно быть указано: служебное назначение данного приспособления; обеспечение точности установки; установочные и присоединительные размеры.

### **4.2 Расчет и проектирование приспособления**

Изучив известные конструкции и исходные данные, представленные в техническом задании студент приступает к проектированию приспособления.

На этапе выполнения ВКР перед студентом ставится задача – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую требованиям эксплуатации конструкцию приспособления.

Проектирование рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. Эскизная проработка (прорисовка) конструкции (компоновка) приспособления. С учетом накопленного промышленного опыта прорабатывают несколько вариантов будущей компоновки приспособления, анализируют их и принимают оптимальный вариант. На основе принятой

компоновки разрабатывают и приводят в пояснительной записке принципиальную расчетную схему приспособления.

2. Расчет приспособления. Рассчитывают составляющие силы, уточняют их направление и точки приложения на расчетной схеме приспособления. Обосновывают технические требования к его изготовлению, исходя из точности приспособления. При необходимости производят проверочные расчеты на прочность и жесткость конструктивных элементов приспособления.

3. Разработка чертежа общего вида приспособления. Согласно принципиальной расчетной схеме вычерчивают контур приспособления (М 1:1) в тонких линиях. Проставляют размеры, допуски и посадки на основные сопряжения деталей, а также габаритные, контрольные и координирующие размеры с отклонениями, характеризующими расстояние между осями втулок, пальцев и т.д.

В соответствии с ЕСКД составляют спецификацию деталей приспособления, над штампом чертежа записывают техническую характеристику и технические требования на изготовление и сборку приспособления.

## **5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **5.1 Организационная часть**

#### **5.1.1 Организация ремонтных работ в цехе**

В соответствии с заданными показателями и типом производства устанавливается метод организации смешанной формы:

- 1) Капитальный ремонт особо крупного оборудования выполняется объединенными силами ремонтной службы цеха и центрального ремонтно-механического цеха.
- 2) Часть однотипного оборудования цехов проходит капитальный ремонт в РМЦ, где организуется поточный центр ремонта с предварительной подготовкой узлов и деталей.
- 3) Уникальное оборудование ремонтируют в РМЦ, имеющим для этой цели специализированные бригады, хорошо знающие особенности данного вида оборудования и оснащенные специальным инструментом и приспособлениями.
- 4) Капитальный и частично средний ремонт оборудования малых цехов или самостоятельных производственных участков выполняется только в РМЦ.
- 5) Ремонт подкрановых путей и поврежденных металлоконструкций мостовых кранов выполняется специализированными бригадами РМЦ.
- 6) РМЦ выполняют комплексную типовую модернизацию оборудования по требованию цехов.
- 7) РМЦ производит капитальный ремонт резервного оборудования цехов.

Все остальные виды работ системы ТОРО выполняются цеховыми ремонтными базами.

#### **5.1.2 Организация труда**

Руководство на участке осуществляется сменными мастерами, в обязанности которых входит:

1. Обеспечение выполнения участком в установленные сроки плановых заданий по объему производства и повышению их производительности труда.
2. Формирование бригад, разработка и внедрение мероприятий по рациональному обслуживанию бригад, координация их деятельности.

3. Своевременное доведение производственных заданий бригадами и отдельными рабочими в соответствии с план-графиком производства.
4. Проведение производственного инструктажа рабочим, проведение мероприятий по выполнению охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии, технической эксплуатации оборудования и инструмента, а также за их соблюдением.
5. Организация на участке соревнований среди бригад и рабочих.
6. Обеспечение соблюдения установленных технологических процессов, оперативное устранение причин их нарушения.
7. Внедрение передового опыта, методов и приемов труда, расширения зоны обслуживания.
8. Создание условий для выполнения рабочими участка норм выработки.
9. Содействие развитию инициатив, развитию рационализации и изобретательности.
10. Создание в трудовом коллективе нормального морально-психологического климата.
11. Осуществление мероприятий по созданию благоприятных условий труда, повышению культуры производства, обеспечение строгого соблюдения рабочими трудовой и производственной дисциплины, правил внутреннего распорядка.

На участке работают: бригада слесарей; бригада станочников; бригада комплексно-вспомогательных рабочих.

В настоящее время бригадная форма стала основной формой организации труда на предприятии.

### **5.1.3 Организация рабочего места**

При организации рабочего места необходимо учитывать род работы, которую придется выполнять рабочему, а также, чтобы инструмент рабочего располагался в специально отведенных для него складах, верстаках. При использовании рабочим электрооборудования, необходимо его заземление и установка приспособлений техники безопасности. Материал рабочим выдается

со склада по строгому учету. При работе рабочие не должны мешать друг другу, что необходимо учесть при компоновке и оснастке рабочего места.

#### **5.1.4 Обязанности главного механика**

1. Осуществляет руководство цеховой ремонтной службой.
2. Организует своевременные и качественные осмотры, проверки и все виды ремонтов оборудования согласно плану ППР.
3. Организует выполнение капитального ремонта и получение необходимых для планово-предупредительных и текущих ремонтов материалов, запасных частей, инструмента и т.д.
4. Организует учет всех видов механического оборудования, а также отработавшего амортизационный срок и морально устаревшего, подготовку документов на его списание.
5. Осуществляет технический надзор за состоянием и ремонтом запасных устройств на механическом оборудовании.
6. Ведет учет аварий и поломок оборудования, анализирует причины, участвует в составлении актов и разработке мероприятий по предупреждению аварий.
7. Участвует в проверке оборудования цеха на технологическую точность.
8. Обеспечивает соблюдение правил охраны труда и техники безопасности при производстве ремонтных работ.

#### **5.1.5 Техника безопасности при проведении ремонтных работ**

При работе механизмов нужно складывать снятые сборочные единицы и детали на заранее подготовленные места, а не в проходах. При этом надо позаботиться, чтобы части, лежащие на верстаках и ящиках с деталями, не могли быть случайно сброшены со своих мест. Крупные и тяжелые сборочные единицы укладывают на полу, располагая их так, чтобы они не могли опрокинуться.

Не следует вручную снимать и устанавливать собранные механизмы и агрегаты больших габаритов и массы. Это необходимо делать при помощи механизированных средств.

Перед тем, как приступить к работе, следует проверить, в каком состоянии находится инструмент, которым она будет выполняться. Инструмент, имеющий дефекты, нужно заменить исправным. Молоток должен быть плотно насажен на рукоятку, которая расклинивается клином из плотного дерева. Также прочно должна быть насажена рукоятка на шаберы, напильники и другие режущие инструменты. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов.

Начиная работу, необходимо прочно закрепить деталь в тисках; сорвавшаяся из тисков деталь может причинить тяжелые ранения. При рубке следует надеть защитные очки и иметь на левой руке предохранительные щитки.

### **5.1.6 Определение структуры ремонтного цикла, его длительности, межремонтного и меж осмотрового периодов**

Ремонтные циклы, межремонтного и межосмотровые периоды определяются для каждой группы оборудования. Их продолжительность определяется по количеству отработанных оборудованием часов.

#### **5.1.6.1 Определение структуры ремонтного цикла, его длительности, межремонтного и меж осмотрового периодов**

$$T_{\text{цр.}} = A \times K_{\text{ом}} \times K_{\text{ми}} \times K_{\text{тс}} \times K_{\text{кс}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{д}}, \quad (7)$$

где  $A$  – норматив отработанных часов для каждого вида оборудования равный  $A=16800$  ч;

$K_{\text{ом}}$  - коэффициент обрабатываемого материала равный;

$K_{\text{ми}}$  – коэффициент материала применяемого инструмента равный;

$K_{\text{тс}}$  - коэффициент класса точности равный;

$K_{\text{кс}}$  - коэффициент категории массы равный;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент возраста равный;

$K_{\text{д}}$  – коэффициент долговечности, принимаем.

Определение длительности ремонтного цикла

$$T_{\text{чр}} = \frac{T_u}{F_d} \quad (8)$$

где  $F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования;  
Рассчитываем межремонтный период

Определение продолжительности межремонтного периода (t):

$$t = \frac{T_{\text{чр}}}{\Pi_c + \Pi_m + 1}, \quad (9)$$

где:  $\Pi_c$  - количество средних ремонтов;

$\Pi_m$  – количество текущих ремонтов.

Определение продолжительности межосмотровых периодов.

$$t_o = \frac{T_{\text{чр}}}{\Pi_c + \Pi_m + \Pi_o + 1}, \quad (10)$$

где  $\Pi_o$  – количество осмотров.

### 5.1.6.2 Построение циклового графика ремонта

Таблица 29- график ремонта технологического оборудования

Годы	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010												
2011												
2012												

где КР – капитальный ремонт;

ТР – текущий ремонт;

СР – средний ремонт.

### 5.1.6.3 Расчет трудоёмкости ремонта

$$T_p = R_m (N_{\text{сл.}} + N_{\text{ст.}}), \quad (11)$$

где  $N_{\text{сл}}$  – норматив трудоёмкости слесарных работ на единицу ремонтной сложности;

$N_{\text{ст}}$  – норматив станочных работ на единицу ремонтной сложности.



#### 5.1.6.4 Расчет численности ремонтной бригады

Определение простоя станка в капитальном ремонте, сут.

$$P_{сл.кр.} = \frac{R_M \times H_{кр}}{24}, \quad (12)$$

где  $H_{кр}$  – норма простоя станка в капитальном ремонте.

$R_M$  - ремонтная сложность

Определение среднего разряда.

$$P_{ср.} = \frac{\sum T \times P_{гр.}}{\sum P_{гр.}} \quad (13)$$

### 5.2 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 5.2.1 Расчет плановой себестоимости капитального ремонта оборудования

1. Определение расходов на материалы

$$M = H_M \times R_M \times K_{и}, \quad (14)$$

где  $H_M$  – норматив расхода материала на одну ремонтную единицу

$K_{и}$  – коэффициент корректировки инфляции

2. Определение основной заработной платы

$$ЗП_{осн} = T_p \times T_{ст.ср} \times K_{пр} \times K_{д}, \quad (15)$$

где  $K_{д}$  – коэффициент доплат

3. Определение дополнительной заработной платы, которая составляет 20% от основной

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \times 0,20 \quad (16)$$

Фонд оплаты труда ФОТ =  $ЗП_{осн} + ЗП_{доп}$

4. Определение взносов на обязательное социальное страхование, которое составляет 30% от ФОТ

$$Осс = ФОТ \times 0,30 \quad (17)$$

5. Определение общепроизводственных расходов (цеховые) состоящие из:

- содержания аппарата управления и специалистов цеха;

- амортизации, содержания и текущего ремонта основных фондов цеха за исключением оборудования;

- износа малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря инструмента и прочих расходов;

Общепроизводственные расходы составляют 200% от основной заработной платы.

$$\text{ОПР} = 3\text{П}_{\text{осн}} \times 200\%, \text{ руб} \quad (18)$$

6. Определение общехозяйственных расходов, которые включают содержание управленцев и специалистов предприятия, амортизацию и содержание здания общепроизводственного назначения, затраты на охрану труда и командировки и др. Общехозяйственные расходы составляют 150% от основной заработной платы.

$$\text{ОХЗ} = 3\text{П}_{\text{осн}} \times 150\%, \text{ руб.} \quad (19)$$

Таблица 30- Плановая себестоимость капитального ремонта станка

№ п/п	Статьи калькуляции	Сумма, руб.
1	Материалы	
2	Основная зарплата	
3	Дополнительная зарплата	
4	Отчисления с ФОТ	
5	Общепроизводственные расходы	
6	Общехозяйственные расходы	
7	Производственная себестоимость	

### 5.2.2 Расчет фактической себестоимости ремонта узла

1. Определение ремонтной сложности узла.

$$R_{M.Уз.} = \frac{T_{P.Уз.}}{T_P} \times R_M, \quad (20)$$

где  $T_{P.Уз.}$  - трудоемкость узла,  $T_P$ .

2. Определение стоимости материалов, руб.

$$M = H_M \times R_{M.Уз.} \times K_{II}, \quad (21)$$

где  $H_M$  - норматив расхода материалов на одну ремонтную единицу, руб/м

$K_{II}$  - коэффициент корректировки инфляции.

3. Определение основной зарплаты, руб.

$$ЗП_{осн} = T_{P.Уз.} \times T_{СТ.СР.} \times K_{Д}, \quad (22)$$

где  $K_{Д}$  - коэффициент доплат,  $K_{Д} = 1,1$

4. Определение дополнительной зарплаты, которая составляет 15% от основной зарплаты, руб.

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \times 15\% \quad (23)$$

5. Определение фонда оплаты труда, руб.

$$\Phi OT = ЗП_{осн} + ЗП_{дон} \quad (24)$$

6. Определение средней заработной платы, руб.

$$ЗП_{ср} = \frac{\Phi OT}{T_{P.Уз.}} \times \Phi_p, \quad (25)$$

где  $\Phi_p$  - фонд рабочего времени за один месяц в одну смену,  $\Phi_p = 168$  ч

7. Определение взносов на обязательное социальное страхование, ставка по взносам 30% от фонда оплаты труда, руб

$$Осс = 30\% \times \Phi OT$$

(4.20)

8. Определение общепроизводственных расходов, руб

$$О_{оп} = 200\% \times ЗП_{осн} \quad (26)$$

9. Определение общехозяйственных расходов, руб

$$О_{ох} = 150\% \times ЗП_{осн} \quad (27)$$

### 5.2.3 Расчет фактической себестоимости ремонта оборудования

1. Определение коэффициента оборудования.

$$K_{См} = \frac{R_M}{R_{M.Уз.}} \quad (28)$$

2. Определение затраты на капитальный ремонт путем умножения статей расходов на капитальный ремонт узла на коэффициент оборудования.

3. Определение стоимости материалов, руб.

$$M = M \times K_{CT} \quad (29)$$

1. Определение основной заработной платы, руб.

$$ЗП_{осн} = ЗП_{осн} \times K_{CT} \quad (30)$$

2. Определение дополнительной заработной платы, руб.

$$ЗП_{доп} = ЗП_{доп} \times K_{CT} \quad (31)$$

3. Определение фонда оплаты труда, руб.

$$ФОТ = ФОТ \times K_{CT} \quad (32)$$

4. Определение взносов на социальное страхование, руб.

$$ОСС = Осс \times K_{CT} \quad (33)$$

5. Определение общепроизводственных расходов, руб.

$$ООП = Ооп \times K_{CT} \quad (34)$$

6. Определение общехозяйственных расходов, руб.

$$ООХ = Оох \times K_{CT} \quad (35)$$

Таблица 31- Фактическая себестоимость ремонта станка

№ п.п.	Статьи калькуляции	Сумма,руб	
		на узел	на станок
1	Материалы		
2	Основная заработная плата		
3	Дополнительная заработная плата		
4	Взносы на социальное страхование		
5	Общепроизводственные расходы		
6	Общехозяйственные расходы		
7	Производственная себестоимость		

Таблица 32- Сравнительный анализ плановой и фактической себестоимости ремонта станка

№ п.п.	Статьи калькуляции	Себестоимость		Отклонения, руб.
		Плановая, руб.	Фактическая, руб.	
1	Материалы			
2	Основная заработная плата			
3	Дополнительная заработная плата			

4	Отчисления с ФОТ			
5	Общепроизводственные расходы			
6	Общехозяйственные расходы			
7	Производственная себестоимость			

#### 5.2.4 Расчет сравнительной себестоимости изготовления и замены готовой деталью

1. Определение фондов оплаты труда на изготовление детали, руб.

$$\text{ФОТ1} = T_p \times T_{\text{ст.}} \times K_p \times K_d \quad (36)$$

где,  $T_p$  - трудоемкость изготовления детали в часах,

2. Определение затрат на материал изготавливаемой детали, руб.

$$M = N_M \times C_M - N_o \times C_o \quad (37)$$

где,  $N_M$  - вес заготовки, кг;

$N_o$  – вес отходов, кг;

$C_M$  - цена на материал, руб./кг;

$C_o$  – цена отходов, руб/кг.

3. Определение себестоимости изготовления детали, руб.

$$C_{\text{изг}} = \text{ФОТ1} + M \quad (38)$$

4. Определение годовой эффективности на одну деталь, руб.

$$\text{Э} = C_{\text{изг}} - C_{\text{пок}} \quad (39)$$

где,  $C_{\text{изг}}$  – стоимость изготавливаемой детали, руб;

$C_{\text{пок}}$  - стоимость готовой покупной детали ( без НДС), руб.

#### 5.2.5 Расчет сравнительной себестоимости изготовления и восстановления

1. Определение сдельной расценки на каждую операцию по формуле:

$$P_{\text{сд}} = \frac{T_{\text{шт}} \times C_{\text{ч}}}{60} \quad (40)$$

где  $T_{\text{шт}}$ - норма времени на операцию, мин.

Таблица 33- Сводная ведомость расценок по операциям

№	Наименования операции	Разряд рабочего	Часовая тарифная ставка (руб.)	Расценка на операцию (руб.)
005	заготовительная			
010	Токарная (черновое точение)			
015	Токарная (чистовое точение)			
020	Шлифовальная (черновое шлифование)			
025	Шлифовальная (чистовое шлифование)			
	ИТОГО			

2. Определение планируемого фонда заработной платы, руб.

$$\Phi_{OT} = T_{шт} \times P_{ср.сд} \quad (41)$$

3. Определение фонда премий и доплат, руб.

$$\Phi_{пр.д.} = \frac{П_{пр}}{100} \times \Phi_{OT} \quad (42)$$

где  $P_{пр}$  - % премий, принимаем 80%

4. Определение фонда основной заработной платы, руб.

$$\Phi_{ос} = \Phi_{сд} + \Phi_{пр.д.}; \quad (43)$$

5. Фонд дополнительной заработной платы, руб.

$$\Phi_{дон} = \frac{П_{дон}}{100} \times \Phi_{ос}; \quad (44)$$

где  $П_{дон}$  - процент дополнительной заработной платы;

6. Определение общего фонда заработной платы, руб.

$$\Phi_{общ} = \Phi_{ос} + \Phi_{дон}; \quad (45)$$

7. Определение отчислений в социальное страхование, руб.

$$O_c = \frac{П_{o.сс}}{100} \times \Phi_{общ}; \quad (46)$$

где  $П_{o.сс}$  – процент отчисления в социальное страхование (планируется в размере 30%)

5. Определение затрат на материал изготавливаемой детали, руб.

$$M = N_M \times C_M - N_o \times C_o \quad (47)$$

где,  $N_M$  - вес заготовки, кг;

$N_o$  – вес отходов, кг;

$C_M$  - цена на материал, руб./кг;

$C_o$  – цена отходов, руб/кг.

6. Определение себестоимости восстановления детали, руб.

$$C_{изг} = \Phi_{OT} + O_{CC} + M \quad (48)$$

7. Определение экономического эффект на одну деталь, руб.

$$\Xi = C_{изг} - C_{вост} \quad (49)$$

## **6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном разделе пояснительной записки дают основные выводы по решению поставленных в ВКР задач, технико-экономическую оценку принятых в проекте технологических и технических решений. При этом необходимо конкретно указать, за счет каких технологических или конструкторских мероприятий достигнуты положительные результаты.

Особое внимание следует уделить оригинальным разработкам.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ВКР

### Основная

1. Балабанов А.Н., Канарчук В.Н. Справочник технолога мелкосерийных и ремонтных производств. Киев:1983. 256с.
2. Гельберт Б.Т., Пекелис Г.Д. Ремонт промышленного оборудования. М., Высшая школа, 1984.
3. Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник . – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с. : ил.
4. Забиров М.Н. Электронное пособие «Методы и способы восстановления деталей машин» 2012г.

### Дополнительная

1. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2 /Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. В.А.Гопкин Л.К.Лукашев Т.Г.Суворова Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки1990г
- 4 . Барановский Ю.В Справочник. Режимы резания металлов 1972г
5. Барановский Ю.В Справочник. Режимы резания металлов 1995г
6. Монахов Т.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. М., Машиностроение, 1974.
7. Панов А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. М., Машиностроение, 1988.
8. Дунаев П.Ф., Келиков О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. М., Высшая школа, 1990.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**АВТОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ**

**ВЫПУСКНАЯ**  
**КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Разработка технологии ремонта**  
**детали «Вал» коробки скоростей**  
**токарно-винторезного станка**  
**мод.16К20Ф3**

(Тема)

Студента **Алмакаева Вадима Андреевича**

(фамилия, имя, отчество)

**МиТЭПО-О-12/1, ВКР 15.02.01 2012 025**

(группа, шифр)

**2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
АВТОМЕХАНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ

Специальность 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация  
промышленного оборудования»

Шифр работы ВКР 15.02.01 2012 025

# **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы Разработка технологии ремонта  
детали «Вал» коробки скоростей  
токарно-винторезного станка  
мод.16К20Ф3

Студент В.А. Алмакаев МиТЭПО-О-12/1 \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (группа) (дата, подпись)

Руководитель М.Н. Забиров \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (дата, подпись)

Консультант по организационно-  
экономической част Ю.Н. Петрова \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (дата, подпись)

Ст. консультант М.Н. Забиров \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (дата, подпись)

Методисточного  
отделения Е.А. Шестернинова \_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия) (дата, подпись)

2015

Форма	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
A4			ВКР 15.02.01 2012 025	Задание на выпускную квалификационную работу	1	
A4			ВКР 15.02.01 2012 025	Пояснительная записка		
A1			ВКР 15.02.01 2012 025 001СБ	Коробка скоростей	1	
A3			ВКР 15.02.01 2012 025 001 001	Вал	1	
A3			ВКР 15.02.01 2012 025 001 002	Вал (чертёж ремонтный)	1	
A1			ВКР 15.02.01 2012 025 001 003	Наладки технологические	1	
A1			ВКР 15.02.01 2012 025 001 004	Наладки технологические	1	
A3			ВКР 15.02.01 2012 025 002 СБ	Съёмник	1	
A1			ВКР 190631 2012 025 003	Технико-экономические показатели	1	
			<b>ВКР 15.02.01 2012 025</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Алмакаев В.А.			Лит.	Лист
Пров.		Забилов М.Н.			у	2
Н. контр.		Батаева Л.А.			Листов	
Утверд.		Забилов М.Н.			1	
<b>ВЕДОМОСТЬ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ</b>					<b>УлГУ АМТ г. МиТЭПО-О-11/2</b>	

# **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

