

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по аграрному
техническому образованию в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
специальности 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство
в сельском хозяйстве*

Минск
БГАТУ
2018

УДК 631.173.4(07)
ББК 30.83я7
Т38

Составители:

кандидат технических наук, доцент *В. Е. Тарасенко*,
кандидат технических наук, профессор *В. П. Миклуш*,
кандидат технических наук, доцент *В. В. Мирутко*,
кандидат технических наук, доцент *Г. И. Анискович*,
старший преподаватель *В. М. Кашко*,
ассистент *Е. В. Семин*

Рецензенты:

кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ
(заведующий кафедрой доктор технических наук, профессор *В. С. Ивашко*);
заведующий лабораторией научного обеспечения испытаний
и информационно-технических технологий РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»
кандидат технических наук, доцент *В. К. Клыбик*

Технология ремонта машин. Курсовое проектирование : учебно-методическое
Т38 пособие / сост.: В. Е. Тарасенко [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2018. – 192 с.
ISBN 978-985-519-887-2.

Представлены требования по структуре, содержанию, выполнению и оформлению курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин». Приведены методические рекомендации и нормативно-справочные материалы, необходимые для разработки проекта. Дан пример расчета и оформления курсового проекта.

Для студентов специальности 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве, руководителей (консультантов) курсовых и дипломных проектов.

УДК 631.173.4(07)
ББК 30.83я7

ISBN 978-985-519-887-2

© БГАТУ, 2018

Содержание

Введение.....	4
1 Цель, задачи и тематика курсового проектирования.....	5
2 Структура и содержание курсового проектирования.....	6
2.1 Содержание и объем курсового проекта.....	6
2.2 Требования к оформлению.....	7
3 Методика выполнения курсового проекта.....	16
3.1 Анализ конструкции, принцип работы и основные неисправности сборочной единицы.....	16
3.2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.....	16
3.3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.....	21
3.4 Разработка технологического процесса дефектации детали.....	23
3.5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали.....	26
Список использованных источников.....	63
Приложения.....	65
Приложение А (обязательное) Образец оформления задания на курсовой проект.....	66
Приложение Б (обязательное) Образец оформления титульного листа курсового проекта.....	68
Приложение В (обязательное) Пример оформления реферата курсового проекта.....	69
Приложение Г (обязательное) Пример оформления содержания курсового проекта.....	70
Приложение Д (обязательное) Пример оформления комплекта документов на технологический процесс разборки водяного насоса 240-1307012.....	72
Приложение Е (обязательное) Пример оформления комплекта документов на технологический процесс дефектации валика 50-11307052-Б водяного насоса 240-1307012.....	77
Приложение Ж (обязательное) Пример оформления ремонтного чертежа валика 50-11307052-Б водяного насоса 240-1307012.....	81
Приложение И (обязательное) Пример оформления комплекта документов на технологический процесс восстановления валика 50-11307052-Б водяного насоса 240-1307012 (базовый).....	82
Приложение К (обязательное) Пример оформления структурной схемы сборки насоса водяного 240-1307012.....	95
Приложение Л (обязательное) Пример оформления комплекта документов на технологический процесс сборки насоса водяного 240-1307012.....	96
Приложение М (обязательное) Пример оформления курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин».....	102

Введение

В реализации задач, поставленных перед сельскохозяйственным производством, особую значимость приобретают вопросы повышения готовности сельскохозяйственной техники, эффективности ее использования, сохранности, сокращения затрат труда, финансовых и материальных ресурсов на обеспечение ее работоспособного и исправного состояния. Это обуславливает повышенные требования к своевременному внедрению в практику производства новейших достижений науки и практики, к непрерывному и планомерному развитию и совершенствованию материальной базы сервисного сопровождения сельскохозяйственной техники.

Обеспечение высокого уровня надежности сельскохозяйственной техники базируется на изучении и выявлении причин ухудшения состояния машин, прогнозировании их технического состояния, остаточного ресурса сборочных единиц и деталей, выработке оптимальных и рациональных ресурсосберегающих и экологически чистых методов и способов сохранения работоспособности машин путем своевременного предупреждения или устранения последствий их отказов.

Разработка новых и совершенствование существующих технологий ремонта машин и их составных частей, восстановление и упрочнение поверхностей деталей являются приоритетными задачами ремонтно-обслуживающего производства.

Перед системой высшего агроинженерного образования Республики Беларусь стоят важнейшие задачи по повышению качества подготовки специалистов. Успешное решение их во многом зависит от развития и дальнейшего совершенствования учебного процесса, внедрения инновационных технологий обучения. Важнейшей составной частью процесса подготовки инженеров является курсовое и дипломное проектирование.

Настоящее учебно-методическое пособие призвано привить студентам навыки практического использования знаний в области технологии ремонта машин, полученных в процессе обучения в университете, научить их самостоятельно разрабатывать технологические процессы ремонта машин, сборочных единиц, восстановления деталей при выполнении курсовых и дипломных проектов. Учебно-методическое пособие оформлено в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

1 Цель, задачи и тематика курсового проектирования

Целью курсового проектирования является закрепление теоретического материала и практических навыков решения инженерных задач, самостоятельной разработки студентами технологических процессов восстановления и ремонта деталей машин.

Задачи курсового проектирования:

- научить студента проектировать технологические процессы восстановления и ремонта деталей сельскохозяйственной техники, а также пользоваться справочной, нормативной и периодической литературой при анализе и выборе рациональных способов устранения основных дефектов деталей и расчетах режимов основных технологических операций;

- научить применять знания по естественнонаучным, общетехническим и профессиональным дисциплинам для решения конкретных инженерных задач;

- дать практические навыки по разработке нового или совершенствованию действующих технологических процессов восстановления и ремонта деталей машин, использованию типовых технологических процессов, работе с ГОСТами, справочной литературой и нормативно-технической документацией;

- научить студента применять конструкторско-технологические решения;

- выяснить степень подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства, прогресса науки и техники;

- закрепить теоретические знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Технология ремонта машин».

Курсовое проектирование является важным элементом подготовки высококвалифицированных специалистов.

В процессе выполнения курсового проекта у студентов вырабатывается умение самостоятельно работать с литературой, обобщать и анализировать теоретический и практический материал, применять на практике методы выбора оптимальных вариантов решений задач для условий конкретного предприятия технического сервиса.

Курсовой проект по дисциплине «Технология ремонта машин» выполняется на выпускном курсе обучения студентов на тему «Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали» в соответствии с индивидуальным заданием (вариантом).

2 Структура и содержание курсового проектирования

2.1 Содержание и объем курсового проекта

Курсовой проект должен состоять из титульного листа, задания на курсовой проект, реферата, содержания (с указанием страниц), введения, пяти разделов, заключения, списка литературы, приложений.

Во введении на 1–2 страницах обосновывается актуальность выбранной темы, формируются цель и задачи исследования, раскрывается структура работы, определяются ее основные этапы, информационная база, объект и методика исследования.

В основной части работы на основании выданного задания решаются вопросы, связанные с проектированием технологического процесса ремонта (восстановления) детали, входящей в сборочную единицу для конкретных организационно-технических условий ремонтного предприятия.

В заключении на 1–2 страницах кратко, но аргументировано излагаются основные выводы по результатам проведенной работы.

Список литературы включает источники, которыми пользовался автор при написании курсового проекта.

В приложениях помещаются материалы, использование которых в тексте работы неудобно из-за того, что они занимают большой объем (схемы, таблицы, алгоритмы, компьютерные программы решения задач и пр.), а также вспомогательные материалы.

В соответствии с вариантом задания (для конкретного агрегата или узла сельскохозяйственной техники) разработке подлежат следующие вопросы:

- 1) анализ конструкции, условий работы и основные неисправности сборочной единицы;
- 2) разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали;
- 3) разработка технологического процесса очистки (мойки) детали;
- 4) разработка технологического процесса дефектации детали;
- 5) проектирование технологического процесса восстановления детали, включая: обоснование маршрутов восстановления деталей; выбор рационального способа устранения основных дефектов детали; разработку карты технологического процесса восстановления детали; выбор средств технологического оснащения;

выбор и расчет режимов выполнения основных технологических операций и обоснование припусков на обработку детали; техническое нормирование основных операций; оформление технологических документов.

Графическая часть курсового проекта состоит из трех (четырех) листов формата А1:

- 1) эскиз сборочной единицы и структурная схема ее разборки;
- 2) карта дефектации детали;
- 3) ремонтный чертеж детали;
- 4) схема технологического процесса восстановления детали.

Задание на курсовой проект оформляется на специальном бланке (приложение А).

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя кафедры в соответствии с индивидуальным заданием, выданным на основе исходных данных, которые содержат теоретические вопросы и практические задания.

В ходе выполнения курсового проекта руководитель консультирует студента и контролирует соблюдение им календарных сроков выполнения отдельных ее разделов.

Курсовой проект должен включать расчетно-пояснительную записку объемом 50–60 страниц текста (формат А4) и графическую часть объемом 3–4 листа формата А1.

Расчетно-пояснительная записка и графическая часть оформляются в соответствии с требованиями стандарта предприятия и учебно-методического пособия [1, 2].

Состав графического материала индивидуален для каждого варианта курсовой работы и определяется темой.

Данные рекомендации предназначены для выполнения курсовых проектов студентами, обучающимися на первой ступени высшего образования по специальности 1-74 06 03 Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве всех форм обучения.

2.2 Требования к оформлению

Пояснительная записка, с текстом кратким, четким, однозначным, должна быть написана грамотно, оформлена в соответствии с требованиями [1] и сброшюрована в твердый переплет.

Пояснительная записка должна быть выполнена в текстовом редакторе *Word* и распечатана на листах формата А4 (шрифт – *Times New Roman*, размер –

14 пунктов (pt), интервал – полуторный), выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм. Страницы нумеруют арабскими цифрами.

Первой страницей является титульный лист, но номер страницы на нем не ставят. Страницы, содержащие список литературы, которая была использована, и приложения, входят в общую нумерацию.

Все разделы пояснительной записки, заключение, список использованной литературы и приложения начинают с новой страницы.

Разрешается акцентировать внимание на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя способы графического выделения текста.

Помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Титульный лист должен быть набран в текстовом редакторе *Word* и распечатан на принтере. Название темы выполняют прописными буквами без кавычек, точку в конце фразы не ставят. Перенос слов на титульном листе не допускается. Инициалы помещают перед фамилией. Название города и год выполнения проекта пишут внизу титульного листа на одной строке, разделяя запятой. Перед названием города букву «г» не ставят. Не пишут слово «год» или букву «г» после указания года.

Содержание. Содержание включает название всех разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки с указанием номера страницы, на которой размещается начало соответствующего раздела, подраздела и пункта.

В содержание включаются также «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» и название каждого приложения.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту прописными буквами без точки в конце.

Название каждого раздела и его номер, заголовки «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение» пишут с новой строки строчными буквами, кроме первой прописной. Аналогично им записывают названия подразделов. Сокращение названий заголовков не допускается. Названия разделов и подразделов, приведенные в содержании, должны полностью соответствовать заголовкам этих разделов и подразделов в тексте пояснительной записки. Заголовки, приведенные в содержании, могут быть оформлены одним из двух способов:

- 1) все заголовки пишут от границы левого поля листа;
- 2) заголовки разделов и заголовки «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение» пишут от границы левого поля листа, а заголовки подразделов смещают вправо по отношению к заголовкам разделов.

Текстовый материал. В основной части пояснительной записки разделы, подразделы и пункты снабжают краткими заголовками, отражающими их содержание.

Все разделы, подразделы и пункты нумеруют арабскими цифрами без точки в конце. Разделы имеют порядковую нумерацию в пределах всей пояснительной записки. Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой, например «2.3» (третий подраздел второго раздела). Пункты нумеруют в пределах каждого подраздела. Номер пункта состоит из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например «4.1.2» (второй пункт первого подраздела четвертого раздела). Разделы с заголовками «Введение», «Заключение» и «Список использованных источников» не нумеруют.

Заголовки разделов, заголовки «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение» располагают симметрично тексту.

Заголовки подразделов и пунктов пишут с абзацного отступа.

Заголовки разделов, подразделов и пунктов пишут строчными буквами, начиная с прописной, используя шрифт *Times New Roman*, размер – 14 pt, интервал – полуторный.

Расстояние между заголовком и последующим текстом составляет 3 интервала. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала. Недопустимо отрывать заголовок раздела и подраздела от текста, располагая заголовок в конце одной страницы, а сам текст – на другой.

Текстовый материал во введении, разделах, подразделах и заключении делят на относительно законченные в смысловом отношении части – абзацы. Каждый абзац начинают с абзацного отступа.

Реферат. В начале реферата (краткое изложение содержания курсовой работы, сущности основных разработок и полученных результатов) указывают количество листов пояснительной записки, таблиц и иллюстраций в ней, объем графической части. Сведения об иллюстрациях дополняют данными об их характере (схемы, графики, фотографии и т. п.). Затем приводят перечень ключевых слов, которые должны характеризовать содержание курсовой работы. Перечень должен включать от 5 до 15 ключевых слов в именительном падеже, написанных в строку, через запятые. После ключевых слов располагают основной текст реферата, который должен отражать цель работы, методы разработки, полученные результаты и основные показатели.

Объем реферата – не более 1 страницы. Текст реферата пишется на листе формата А4 с рамкой без штампа, последующие листы записки (содержание с рамкой и подписью по форме 2 ГОСТ 2.104–2006) пишутся на листах с основной надписью по форме 2а.

Задание на курсовой проект, титульный лист курсового проекта, содержание и реферат оформляются в соответствии с приложениями А, Б, В и Г, приведенными в настоящих рекомендациях.

Построение основной части записки. Текст записки следует разделять на разделы (главы) и подразделы, а при необходимости – на пункты и подпункты. Степень дробления материала разделов зависит от его объема и содержания. Разделы должны быть пронумерованы в пределах всей записки арабскими цифрами, без точки.

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Если в подразделе имеются пункты, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела. Номер пункта состоит из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце номера пункта точка не ставится.

Пункты могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 1.2.1.1, 1.2.1.2, 1.2.1.3 и т. д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления ставится дефис.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Переносы слов в заголовках и их подчеркивание не допускаются. Точку в конце заголовков, разделов и подразделов не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Каждый раздел записки следует начинать с нового листа.

Текст записки выполняют на формах, установленных стандартами ЕСКД. Каждый лист оформляется рамкой, имеющей расстояние 20 мм от левой стороны листа и 5 мм от трех остальных.

Расстояние от рамки до границ текста следует оставлять в начале и в конце строк – не менее 3 мм, от текста до верхней или нижней сторон рамки – не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают отступом 12,5 мм.

Изложение текста записки. Записка должна быть составлена собственноручно автором. Переписывание текстового материала из литературных источников и методических разработок не допускается. Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины и обозначения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе. На протяжении всей записки необходимо строго соблюдать единообразие терминов, обозначений, сокращений слов и символов.

Не следует употреблять иностранные слова и термины, если они могут быть заменены русскими (белорусскими).

При изложении материала необходимо правильно делить текст на абзацы. В абзацы следует выделять положения, мысли, тесно связанные между собой.

Сокращения слов и словосочетаний. В записке все слова, как правило, должны быть написаны полностью. Допускается отдельные слова и словосочетания заменять аббревиатурами и применять текстовые сокращения, если смысл их ясен из контекста и не вызывает различных толкований. Буквенные аббревиатуры всегда пишутся без точек после букв и этим отличаются от буквенных сокращений.

Прописными буквами пишутся аббревиатуры, которые представляют собой сокращение собственного имени (БГАТУ, БНТУ, ГОСНИТИ) или нарицательного названия, читаемого по буквам (ОТК, ЦРМ).

Все расчеты, помещенные в тексте, выполняются с использованием технического регламента Республики Беларусь «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь» (ТР 2007/003/ВУ).

При вычислении эмпирических формул допускается производить расчет в единицах, предусмотренных для данных формул, делая затем перевод полученных величин в единицы СИ (Международная система единиц).

Кроме Международной системы единиц, ТР 2007/003/ВУ (статья 5) допускает применение некоторых единиц, не входящих в СИ: минута (мин), час (ч), сутки (сут).

Написание формул и буквенных обозначений. Условные буквенные обозначения величин должны соответствовать установленным стандартом.

В формулах символы и обозначения должны быть четко написаны, чтобы было ясно, какому алфавиту принадлежит буква. Не допускается в записке обозначать одинаковыми символами разные понятия, а также разными символами одинаковые понятия. Если несколько величин обозначают одной буквой, то для их отличия необходимо применять индексацию.

Формулы размещают по центру текста. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под нею. Значение каждого символа дают с новой строчки в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. После формулы, если за ней идет расшифровка символов, ставят запятую, между символом и текстом расшифровки – тире, между элементами расшифровки – точку с запятой. Размерность буквенного обозначения отделяют от текста расшифровки запятой.

Знак умножения в формулах ставят только перед числами и между дробями.

Все формулы, если их в записке более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают в круглых скобках с правой стороны листа на уровне формулы.

Ссылки в тексте на номер формулы дают в круглых скобках, например «...в формуле (1.1)».

Построение таблиц. Цифровой материал в записке следует приводить в виде таблиц. Согласно ГОСТ 2.105–95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам» таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы (при его наличии) должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении В. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, таблицу делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. Допускается головку или боковик заменять соответственно номером граф или строк, при этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием ее номера.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице, при этом повторяют головку таблицы. Рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной 2s.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, при делении таблицы на части, а также при

переносе части таблицы на следующую страницу. При необходимости нумерации показателей порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) непосредственно перед их наименованием.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа (например «В миллиметрах»), а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Оформление иллюстраций. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например «Рисунок А.3».

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из разделенных точкой номера раздела и порядкового номера иллюстрации, например «Рисунок 3.1».

Оформление списка использованных источников. Завершением курсового проекта является составление списка использованных источников по ГОСТ 7.1–2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Основой для списка служит перечень всей литературы, которая была использована в ходе работы. Список использованных источников формируется либо в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки, либо в алфавитном порядке фамилий первых авторов и (или) заглавий. Как правило, используется алфавитный способ группировки материала в списках, когда источники группируют в алфавитном порядке записей. В начале списка размещаются по алфавиту книги, а затем – статьи из журналов и сборников. При этом иностранные источники размещают по алфавиту после перечня всех источников на языке выполняемой работы.

Оформление приложений. Приложения оформляют как продолжение записки. Они могут быть обязательными и информационными.

Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте записки.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Если в документе одно приложение, оно обозначается словом «Приложение». Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Заключение. Заключение – завершающая часть текстового материала курсового проекта, в которую включаются окончательные выводы, характеризующие итоги работы студента в решении поставленных перед ним задач. Здесь необходимо критически охарактеризовать принятые решения и показать их преимущества.

Следует акцентировать внимание на рекомендациях практического использования материалов курсового проекта.

Тема курсового проекта должна быть выдана студенту:

- дневной формы обучения – в первые две недели после начала семестра, в котором учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы;
- заочной формы обучения – во время экзаменационной сессии, предшествующей семестру, в котором учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы.

Выполнение курсового проекта осуществляется под руководством назначенного заведующим кафедрой руководителя работы. Руководство начинается с момента согласования выдачи задания и продолжается в форме консультаций. Студенты обязаны являться на консультации в дни и часы, назначенные руководителем курсового проекта.

Курсовой проект студент представляет на кафедру не позднее, чем за неделю до установленного решением кафедры срока защиты.

Защита курсового проекта производится студентом перед комиссией в составе двух человек с участием руководителя проекта. В ходе защиты студент должен кратко изложить выводы и разработанные предложения, ответить на вопросы членов комиссии.

Комиссия принимает решение большинством голосов. При равенстве голосов решающим является голос председателя комиссии. Курсовой проект должен быть защищен до начала экзаменационной сессии.

Курсовой проект оценивается по 10-балльной системе. Студентам, которые не явились на защиту курсового проекта в установленный срок, в ведомости делается запись «не явился».

При оценке проекта учитываются: соответствие темы требованиям учебного курса и стандарта; согласованность и структурированность плана и его соответствие теме; актуальность темы; качество используемого материала и его аналитической обработки; оригинальность выводов и предложений; положительные моменты курсового проекта и его недостатки; степень самостоятельности, уровень грамотности (общий и профессиональный).

3 Методика выполнения курсового проекта

3.1 Анализ конструкции, принцип работы и основные неисправности сборочной единицы

Раздел разрабатывается на основании ознакомления с конструкцией сборочной единицы, условиями ее работы с указанием основных неисправностей и наиболее изнашиваемых в эксплуатации деталей. При этом отражаются основные требования по обеспечению работоспособности сборочной единицы, признаки и характер неисправностей, требующие ее разборки и ремонта. Описание устройства сопровождается ссылкой на чертеж (эскиз), который целесообразно представить в записке.

При разработке технологических процессов ремонта необходимо также учитывать особенности конструкции машины, условия ее эксплуатации, организационно-производственные, технические, экологические, квалификационные и другие факторы, позволяющие при рациональных материальных и трудовых затратах обеспечить качественное и безопасное проведение работ.

Технология ремонта представляет собой совокупность способов и приемов обеспечения нормативного уровня технического состояния машин, их агрегатов, сборочных единиц и деталей. Выполнение всех ремонтно-обслуживающих работ основывается на технологических процессах, совокупность которых представляет производственный процесс предприятия технического сервиса.

3.2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали

Разработка технологических процессов разборки (сборки) производится поэтапно в следующей последовательности:

- анализируется конструкция, неисправности и ремонтная технологичность сборочной единицы;
- разрабатывается структурная схема разборки (сборки) с выделением последовательности выполнения операций и определением технических требований на их выполнение;
- разрабатываются технологические операции с определением их содержания, выбором технологического оборудования и оснастки, расчетом режимов и норм времени;
- оформляется технологический процесс комплектом документов на технологический процесс разборки (сборки) или структурной.

Разборка агрегата, узла или машины в целом осуществляется в определенной последовательности. Последовательность выполнения этих работ определяется конструкцией изделия, а также программой ремонтного предприятия и ее однородностью в отношении типов и марок ремонтируемых машин.

При разработке схемы разборки ставится задача расчленив заданный агрегат (узел) на составные элементы (группы, подгруппы) таким образом, чтобы можно было осуществлять разборку наибольшего количества этих элементов независимо одного от другого (параллельно). Такое расчленение дает возможность при организации ремонтных работ (в предприятиях с заданной программой) обоснованно закреплять те или другие ремонтные работы за конкретными исполнителями.

Схему разборки строят так, чтобы соответствующие сборочные единицы были представлены в ней в том порядке, в каком эти элементы представляется возможным снимать при разборке узла.

Группы, подгруппы и детали изображают на схеме в виде прямоугольников с указанием индекса, наименования и количества элементов. Последовательность выполнения операций указывается стрелками. Для сложных узлов сборку отдельных сборочных единиц можно представлять отдельной схемой.

Структурная схема – это графическое изображение условными обозначениями очередности снятия (установки) сборочных единиц и деталей при разборке (сборке) ремонтируемого объекта.

Различают укрупненную и развернутую схемы.

На укрупненной схеме показывается последовательность снятия (установки) только сборочных единиц, а на развернутой – всех составных частей: сборочных единиц и деталей.

Сборочные единицы, входящие в состав изделия, при разборке структурных схем называют разборочными (сборочными) группами и подгруппами. Сборочная единица, входящая непосредственно в состав изделия, называется группой, а сборочные единицы, входящие в состав группы, – подгруппами.

Различают подгруппы 1-го, 2-го и более высоких порядков. Подгруппа 1-го порядка входит в состав группы, подгруппа 2-го порядка входит в состав подгруппы 1-го порядка и т. д.

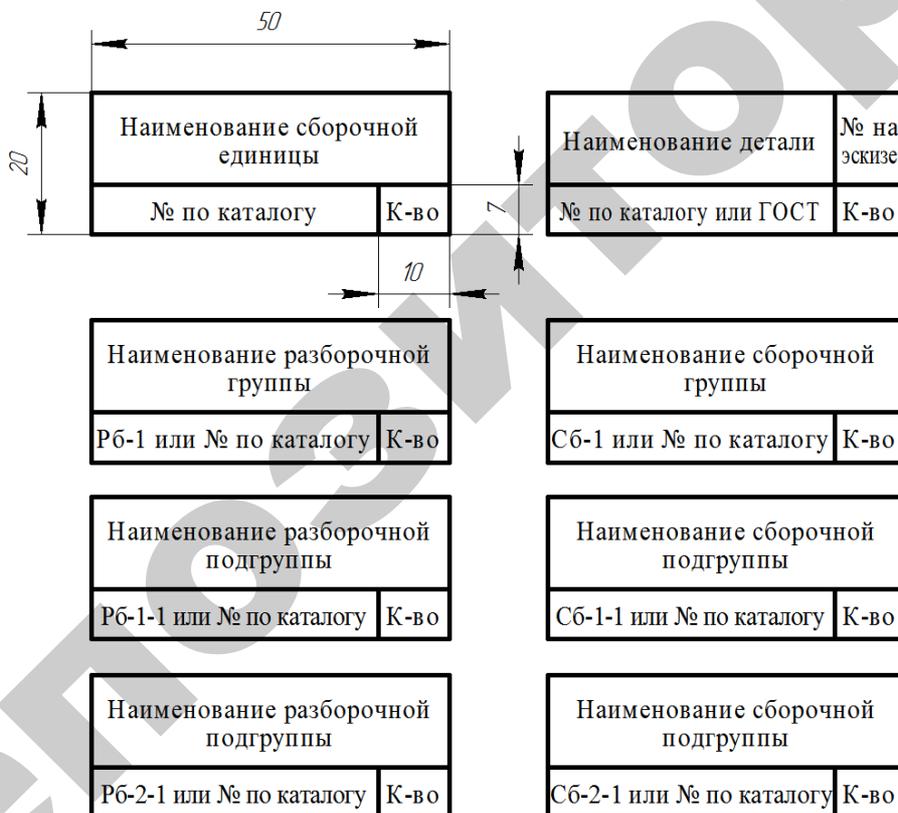
Разборочные (сборочные) группы обозначаются в структурных схемах индексами Рб-1, Рб-2, Сб-1, Сб-2, а подгруппы – индексами Рб-1-1, Рб-1-2, Рб-2-1, Рб-2-2, Сб-1-1, Сб-1-2, Сб-2-1, Сб-2-2 или обозначением по каталогу деталей и сборочных единиц, состоящему из комбинации цифр и букв (50-1701040, 48-1701030-А).

Условные обозначения, применяемые в структурных схемах, представлены на рисунке 3.1.

Основные принципы построения схем заключаются в следующем:

- схема должна строиться в направлении слева направо или сверху вниз с условных обозначений сборочных единиц, групп, подгрупп и деталей;
- число групп и подгрупп должно быть максимальным;
- схема разборки начинается условным обозначением сборочной единицы и заканчивается условным обозначением базовой детали;
- схема сборки – наоборот: начинается с базовой детали и заканчивается сборочной единицей;
- разборка разборочных групп и подгрупп должна аналогично заканчиваться базовой деталью группы или подгруппы;
- сборка сборочных групп и подгрупп начинается также с базовой детали;
- детали изображаются на схемах с учетом очередности их снятия или установки.

Укрупненная структурная схема разборки представлена на рисунке 3.2.



⓪5 - операция; Ⓚ - контроль (обкатка, испытание);

Ⓣ - технические требования.

Рб-1, Сб-1 – соответственно рабочая и сборочная группа (цифры указывают последовательность демонтажа при разборке и установки группы при сборке сборочной единицы); Рб-1-1, Сб-1-1 – первая цифра указывает порядок подгруппы (1 – первый), вторая – последовательность демонтажа при разборке и установки подгруппы при сборке сборочной единицы

Рисунок 3.1 – Условные обозначения элементов структурных схем

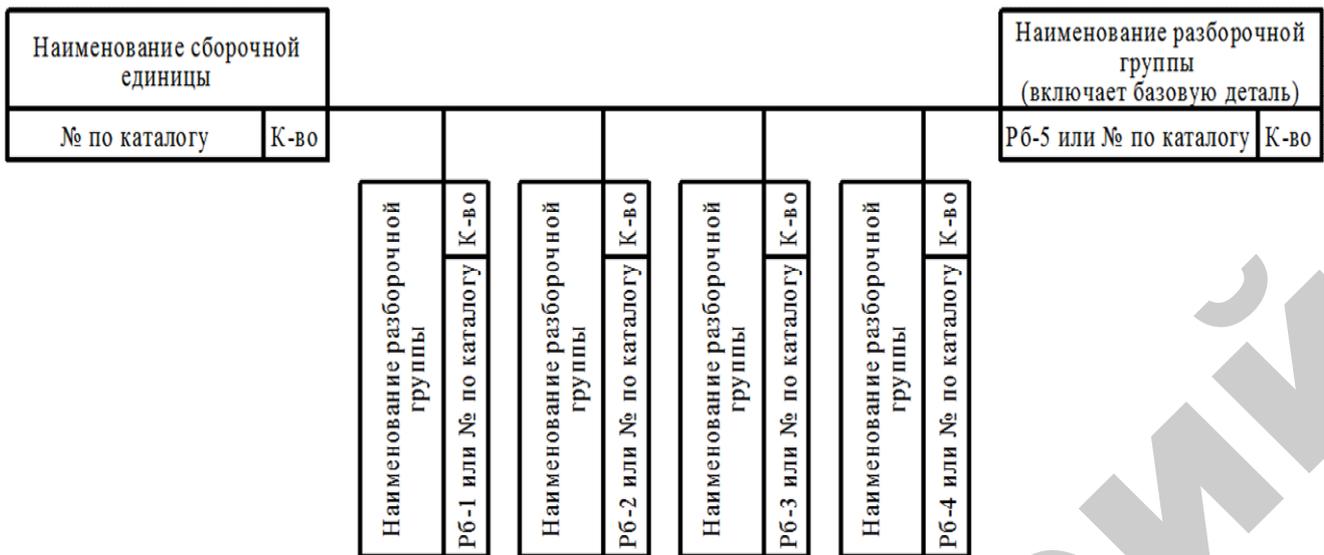


Рисунок 3.2 – Укрупненная структурная схема разборки

Выявление возможных групп и подгрупп, выбор базовой детали, уточнение номенклатуры неразукомплектовываемых деталей могут быть осуществлены в результате изучения сборочного чертежа и каталога деталей и сборочных единиц.

В процессе капитального ремонта осуществляют полную разборку изделия, а при текущем ремонте – частичную разборку, необходимую для замены только поврежденных сборочных групп, подгрупп или деталей. Эта особенность должна учитываться при разработке схем разборки (сборки) для условий текущего ремонта.

После разработки в структурной схеме последовательности снятия (установки) деталей, сборочных единиц (групп, подгрупп), формируют технологические операции и определяют технические требования на их выполнение.

Технологическая операция разборки (сборки) – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте с одним объектом работы (сборочной единицей, группой, подгруппой).

Технологическими операциями разборки будут следующие:

- разборка сборочной единицы на детали и разборочные группы;
- разборка разборочных групп на детали и разборочные подгруппы 1-го порядка;
- разборка разборочных подгрупп 1-го порядка на детали и подгруппы 2-го порядка и т. д.

Последовательность выполнения операций технологического процесса разборки:

- разборка сборочной единицы на детали и разборочные группы;
- разборка разборочных групп на детали и подгруппы в последовательности их снятия;

- разборка разборочных подгрупп 1-го порядка на детали и подгруппы 2-го порядка в последовательности их снятия;

- разборка разборочных групп 2-го порядка в последовательности их снятия и т. д.

Технологическими операциями сборки являются следующие:

- сборка сборочной единицы из сборочных групп и деталей;
- сборка сборочных групп из сборочных подгрупп 1-го порядка и деталей;
- сборка сборочных подгрупп 1-го порядка из подгрупп 2-го порядка и деталей и т. д.

Последовательность выполнения операций технологического процесса сборки следующая:

- сборка сборочных подгрупп наибольшего порядка из деталей и подгрупп меньшего порядка в последовательности уменьшения их порядкового номера по каждой отдельной сборочной группе;

- сборка сборочных групп из деталей и сборочных подгрупп 1-го порядка;
- сборка сборочной единицы из сборочных групп и деталей;
- обкатка;
- испытание.

Допускается разборку (сборку) подгрупп, состоящих из небольшого количества деталей и не требующих применения специального оборудования, оснастки и технологий, не формировать отдельными операциями.

Номера операций разборки (сборки) и технические требования на выполнение работ условно изображаются окружностью диаметром 8–10 мм. Внутри окружности указывается порядковый номер операции (05, 10, 15 и т. д.) или порядковый номер технических требований (Т1; Т2; Т3 и т. д.).

Структурная схема разборки (сборки) оформляется графически на листах А1 и состоит из эскиза сборочной единицы с указанием на выносных линиях с полочками номеров позиций всех деталей, самой схемы и содержания технических требований на выполнение разборочно-сборочных работ. Технические требования оформляются текстом над основным штампом строками шириной 185 мм (приложения Д, К).

Разработанный технологический процесс разборки (сборки) сборочной единицы оформляется комплектом технологических документов. Технологический процесс разборки сборочной единицы оформляется маршрутным описанием.

В комплект документов технологического процесса разборки входят [6]:

- титульный лист (ТЛ), форма 2 ГОСТ 3.1105–84;
- карта эскизов (КЭ), формы 7, 7б ГОСТ 3.1105–84;

- маршрутная карта (МК), заглавный и последующие листы формы 2, 16 ГОСТ 3.1118–82.

Технологический процесс сборки изделия оформляется маршрутно-операционным описанием в комплекте документов технологического процесса сборки.

В комплект документов входят [4, 6]:

- титульный лист (ТЛ) форма 2 ГОСТ 3.1105–84;
- маршрутные карты (МК) заглавный и последующие листы формы 2, 16 ГОСТ 3.1118–82;

- операционные карты сложных операций (обкатки, испытания и т. д.) на бланках маршрутных карт форм 2 и 16 ГОСТ 3.1118–82;

- карты эскизов (КЭ) формы 7, 7б ГОСТ 3.1105–84.

Примеры оформления комплектов документов на технологические процессы разборки и сборки представлены в приложениях Д, И, К.

3.3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали

Основными этапами проектирования технологических процессов (ТП) очистки (мойки) являются:

1) технические, санитарные и экологические требования, предъявляемые к очистке (мойке);

2) изучение существующих технологий очистки (типовых, заводских, перспективных);

3) изучение состава и свойств загрязнений;

4) обоснование способов удаления загрязнений и контроля качества очистки (мойки);

5) разработка перспективной схемы ТП очистки (мойки);

6) обоснование технического оснащения рабочих мест и разработка технологических операций;

7) оформление документов ТП очистки (мойки).

Исходной информацией для разработки ТП очистки (мойки) являются:

- технические и санитарные требования на очистку (мойку) сборочных единиц и деталей;

- состав и свойства загрязнений и рекомендуемые способы удаления загрязнений; номенклатура технических моющих средств и режимы их применения; типовые и перспективные ТП очистки (мойки) изделий;

- тип ремонтного производства, программа и др.

Технические требования определяют требования к чистоте поверхности и методу контроля остаточной загрязненности [4, 5].

В зависимости от количества остаточных загрязнений различают макроочистку, микроочистку и активационную очистку.

Макроочистка представляет собой процесс удаления загрязнений до уровней, обусловленных шероховатостью поверхности, т. е. при такой очистке остаются загрязнения во впадинах между выступами шероховатости. При макроочистке необходимо очищать поверхности от загрязнений до уровней, обусловленных шероховатостью поверхности. Так, для 4-го класса шероховатости допустимая загрязненность поверхности составляет $1,25 \text{ мг/см}^2$, для 5–6 классов – до $0,70 \text{ мг/см}^2$.

Микроочистка предусматривает удаление загрязнений из микронеровностей поверхности, что предшествует операциям сборки, окраски и другим технологическим операциям.

Уровень микроочистки, когда удаляют следы загрязнений из впадин шероховатой поверхности, важно соблюдать на конечных операциях сборки сборочных единиц и агрегатов, а также при подготовке поверхности к нанесению лакокрасочных покрытий. От чистоты поверхностей при сборке зависят надежность и ресурс изделий, а при окраске – адгезия лакокрасочных покрытий. Для 7–9 классов шероховатости допустимая загрязненность поверхности составляет до $0,25 \text{ мг/см}^2$.

Активационную очистку применяют при нанесении гальванических покрытий и достигают травлением слоя металла толщиной 2–15 мкм для удаления тончайшей окисной пленки и обнажения структуры металла.

Выбор способов и технологических режимов очистки (мойки) определяется составом и свойствами загрязнений [5].

Для очистки сборочных единиц и деталей от остатков масел, асфальто-смолистых и других загрязнений наиболее экономичным способом является мойка в погружных машинах с использованием низкотемпературных растворяюще-эмульгирующих (РИТМ) и биоразлагаемых деэмульгирующих (ТЕМП-100Д, ТЕМП-200Д) моющих средств.

После изучения исходной информации, состава, свойств и выбора способов удаления загрязнений составляется перспективная схема ТП очистки, включающая общий план и последовательность выполнения очистных операций.

Проектирование и выбор технологий очистки объектов ремонта целесообразно осуществлять с учетом трех основных критериев:

- 1) технологический, обеспечивающий требуемую степень очистки поверхности, при минимальном использовании ресурсов;
- 2) энергетический, предусматривающий минимальные затраты энергии;
- 3) экологический, обеспечивающий охрану и защиту окружающей среды.

Совершенствование ТП очистки изделий предполагает внедрение очистных машин нового поколения, не требующих потребления воды или моющего раствора, или требующих их наименьшего объема по отношению к типовым машинам. Перспективными в этом плане являются: высоконапорная струйная очистка с применением специальных адаптеров (турбофреза, турбопульсатор, пенный, кавитационный и гидropескоструйный насадки); виброабразивная, вакуумная, ультразвуковая, криогенная и другая очистка; применение комбинированных моечных машин нового поколения с быстро трансформируемыми моечными средами; создание экономичных, экологически безопасных локальных и централизованных оборотных и бессточных систем водоснабжения с регенерацией и утилизацией отходов очистки.

3.4 Разработка технологического процесса дефектации детали

Разработка технологического процесса дефектации осуществляется на основе последовательности следующих этапов:

- анализа дефектов;
- обоснования способов, оборудования, технических средств обнаружения дефектов;
- разработки оптимального технологического маршрута и технологических операций;
- оформления технологического процесса комплектом документов на технологический процесс дефектации или картой дефектации.

На основе анализа дефектов формируются исходные данные для разработки технологического процесса дефектации.

Для анализа используют информацию из следующих источников:

- руководств по капитальному ремонту машин, сборочных единиц;
- руководств по текущему ремонту машин;
- технических требований на капитальный ремонт машин;
- технических требований на текущий ремонт машин, сборочных единиц.

При этом устанавливается перечень, наименование (характеристика) дефектов, размеры по рабочему чертежу и допустимые в сопряжении с бывшими в эксплуатации и новыми деталями, заключения по возможности устранения дефектов (браковать или ремонтировать).

По результатам анализа все дефекты по возможности их устранения объединяются в две группы:

- устранимые (исправимые);
- неустранимые (неисправимые).

Для обнаружения дефектов детали применяют следующие способы:

- внешний осмотр (визуальный контроль);
- остукивание;
- опробование;
- контроль размеров и формы поверхностей;
- контроль взаимного положения поверхностей и осей детали;
- выявление скрытых дефектов;
- испытание с помощью специальных приборов и стендов.

Визуально, внешним осмотром выявляют видимые повреждения и изменения первоначальной формы детали: трещины, пробоины, обломы, выкрашивание, раковины, изменение цвета, задиры, забоины, изгибы, коробление, срыв резьбы.

Для повышения эффективности визуального контроля используются лупы 10-кратного увеличения (ГОСТ 25706–83).

Остукиванием выявляют малозаметные трещины, ослабление заклепочных и резьбовых соединений, появление зазоров в соединениях с натягом.

Опробованием вручную определяется пригодность резьб (завертывая и отворачивая резьбовые калибры-кольца (ГОСТ 17763–72)), пробки (ГОСТ 24997–81) с крутящим моментом M , Н·м, составляющим $0,06d$ резьбы), состояние подшипников качения и подвижных соединений.

Для контроля отклонения размеров и формы поверхностей применяется специальный (калибры, шаблоны) и универсальный измерительный инструмент.

Для контроля валов используют предельные калибры-скобы (ГОСТ 24851–81, ГОСТ 18355–73, ГОСТ 18356–93), для контроля отверстий – калибры-пробки (ГОСТ 14810–80, ГОСТ 14815–89).

Универсальный инструмент включает: штангенциркули (ГОСТ 166–89); штангенглубиномеры (ГОСТ 162–90); штангензубомеры (ТУ-032-773; ГОСТ 166–89); нутромеры индикаторные (ГОСТ 868–82); микрометры гладкие (ГОСТ 6507–90); микрометры зубомерные (ГОСТ 6507–90); микрометры рычажные (ГОСТ 4381–87); индикаторы часового типа (ГОСТ 577–88); линейки поверочные (ГОСТ 8026–75); наборы щупов (ГОСТ 882–75); набор радиусных шаблонов (ГОСТ 4126–82); стойки, штативы (ГОСТ 10197–70); приборы проверки на биение (ТУ 2-034-543).

Контроль взаимного положения поверхностей и осей деталей проводится на поверочной плите с использованием штативов (стоек) с измерительными головками или специальными приборами и приспособлениями.

Выявление скрытых дефектов производится неразрушающими методами (ГОСТ 18353): ультразвуковым, электромагнитным, магнитопорошковым и капиллярным.

К средствам дефектоскопического контроля относят дефектоскопы, дефектоскопические материалы.

Испытание деталей и сборочных единиц производится, в основном для контроля целостности, герметичности на специальных стендах. Его применяют для обнаружения сквозных дефектов.

Выбор измерительного инструмента производится в зависимости от требуемой точности измерения, которая определяется значением допустимого без ремонта размера и размера по рабочему чертежу.

Основными характеристиками, по которым выбирается измерительный инструмент, являются: диапазон измерений; цена деления шкалы прибора; точность измерения.

Точность прибора характеризуется классом точности по ГОСТ 8.404 и определяется допустимой погрешностью измерения. Нутромеры индикаторные и микрометры гладкие выпускаются нескольких классов точности.

При дефектации измеренное значение размера сравнивается со значением допустимого без ремонта размера. Предельная погрешность измерения определяется Государственными стандартами и техническими условиями на средства контроля.

При разработке технологического маршрута необходимо руководствоваться следующими правилами:

- в первую очередь определяются неустраняемые дефекты, при которых деталь бракуется, затем выявляются устраняемые дефекты;
- последовательность выявления каждой группы дефектов – от простых способов к сложным – включает: визуальный контроль, остукивание, опробование, выявление скрытых дефектов, контроль размеров и формы поверхностей, контроль взаимного положения поверхностей и осей детали, испытание;
- визуальным контролем, при возможности, одновременно выявляются неустраняемые и устраняемые дефекты;
- последовательность измерительного контроля дефектных поверхностей детали определяется коэффициентами повторяемости данного вида дефекта и производится от больших значений к меньшим.

В комплект документов технологического процесса дефектации детали входят:

- титульный лист (ТЛ) форма 2 ГОСТ 3.1105–84;
- карта эскизов (КЭ) форма 7 ГОСТ 3.1105–84;
- маршрутная карта (МК) технологического процесса дефектации детали: заглавный и последующие листы форма 2,1б ГОСТ 3.1118–82;
- операционные карты сложных технологических операций, таких как дефектоскопия (магнитопорошковая, ультразвуковая и др.), послеремонтных испытаний.

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс дефектации представлен в приложении Е.

3.5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали

Процесс проектирования осуществляется путем последовательного выполнения следующих этапов:

- анализ конструкции, условий работы и дефектов детали (характеризуя деталь, указывают ее наименование, число деталей в сборочной единице, материал, вид термообработки, твердость, массу; описывают функции детали в сборочной единице; указывают, с какими деталями сопрягаются поверхности, подлежащие восстановлению, характер их соединения; рассматривают условия работы детали (вид трения, характер действия нагрузки и агрессивность среды);
- обоснование условий, при которых деталь не принимается на восстановление;
- обоснование способов устранения дефектов и восстановления детали;
- выбор технологических баз, схем и средств базирования;
- составление технологического маршрута восстановления детали;
- разработка технологических операций: выбор средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений и мерительного инструмента); выбор и расчет технологических режимов (резания, наплавки и др.); обоснование операционных допусков и припусков на обработку; нормирование операций.
- оформление технологического процесса комплектом документов на технологический процесс (КДТП) или ремонтным чертежом (приложения Ж и И).

На основе анализа конструкции, условий работы и дефектов детали формируются исходные данные для разработки технологического процесса.

Для анализа используют информацию из следующих источников:

- чертежа детали;
- результатов дефектации детали;
- руководств по капитальному ремонту или технических требований на капитальный ремонт машины;
- технического описания и инструкции (руководства) по эксплуатации машины.

При анализе дефектов необходимо рассмотреть виды изнашивания дефектных поверхностей, величины их износа.

Условия, при которых деталь не принимается на восстановление, устанавливаются перечнем неустранимых дефектов. Перечень неустранимых дефектов определяется техническими требованиями (руководствами) по капитальному (текущему) ремонту машин и сборочных единиц и отсутствием эффективных технологий устранения дефектов, когда восстановление детали технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Выбор рационального способа восстановления (СВ) детали производится в результате последовательного использования четырех критериев:

- технологического (критерий применимости);
- технического (критерий долговечности);
- технико-экономического;
- энергетического.

Он выражается как функция четырех коэффициентов [4]:

$$C_{\text{в}} = f(K_{\text{т}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{т.э}} \cdot K_{\text{э}i}), \quad (3.1)$$

где $K_{\text{т}}$ – коэффициент применимости способа, учитывающий технологические, конструктивные и эксплуатационные особенности детали (при $K_{\text{т}} = 1$ способ применим по всем параметрам, $K_{\text{т}} = 0$ – способ восстановления для данной детали не применим);

$K_{\text{д}}$ – коэффициент долговечности, обеспечиваемый способом восстановления, применительно к данному виду восстановления деталей;

$K_{\text{т.э}}$ – коэффициент технико-экономической эффективности способа восстановления, характеризующий его производительность и экономичность;

$K_{\text{э}i}$ – коэффициент применимости способа, учитывающий энергоемкость технологического процесса восстановления детали i -м способом.

По технологическому критерию выбор способов производят на основании возможности их применения для устранения конкретного дефекта заданной детали с учетом величины и характера износа, материала детали и ее конструктивных особенностей. По данному критерию назначают практически все возможные способы, которые могут быть использованы для устранения конкретного дефекта.

Например, для восстановления вала можно применить различные способы наплавки, напекания, электроискрового легирования, приварки ленты, но из-за большого износа его невозможно восстанавливать гальваническими покрытиями.

Критерий применимости учитывает, с одной стороны, особенности подлежащих восстановлению поверхностей детали, с другой – технологические возможности соответствующих способов. Оценка способов восстановления на этом этапе не делается, так как критерий применимости не оценивается количественно и относится к категории качественных. Поэтому его используют интуитивно с учетом накопленного опыта применения тех или иных способов.

Решение, принятое на основе технологического критерия, следует считать предварительным. Предварительный выбор возможных способов восстановления деталей зависит от их характеристики, материала детали и термообработки; конфигурации, размера и массы детали; наличия баз для восстановления и последующей обработки; шероховатости поверхности; видов дефектов и износов; сочетания дефектов на одной детали; кратности восстановления и запаса на ремонт.

После отбора способов, которые могут быть применены для восстановления той или иной изношенной поверхности детали, исходя из технологических соображений, отбирают для последующего анализа те из них, которые обеспечивают наибольший последующий межремонтный ресурс и удовлетворяют требуемому значению коэффициента долговечности K_d , представляющего собой отношение ресурсов восстановленной T_v к новой T_n деталей:

$$K_d = \frac{T_v}{T_n}. \quad (3.2)$$

Основные характеристики способов восстановления и упрочнения деталей представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технологические и технические характеристики способов восстановления деталей (для учебных целей)

Группы способов восстановления по технологической сущности	Технологическая характеристика				Техническая характеристика					Удельная трудоемкость восстановления, ч/м ²	Удельная себестоимость восстановления, тыс. руб./м ²	Удельный расход материала, кг/м ²	Удельная энергоёмкость, кВт · ч/м ²
	D _{min} восстанавливаемой поверхности, мм		Толщина наращивания, мм		Коэффициенты				Микротвердость, кг/мм ²				
	наружный	внутренний	Минимум	Максимум	износостойкости (K _и)	выносливости (K _в)	сцепляемости (K _с)	долговечности (K _д)					
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обработка под ремонтный размер	Неограничен		–	–	0,8–1,0	0,9–1,0	1,0	0,72–1,0	Ном.	10–23	8,7–12,3	–	–
Установка дополнительной детали	Неограничен		–	–	1,0	0,8	1,0	0,8	Ном.	48–65	39,5–76,5	31–55	–
Пластическое деформирование	–	–	До номинала		2,0	1,0	1,0	1,0	Ном.	10–25	8,7	–	–
Электромеханическая высадка	15–18	Неогран.	Неогран.	3,0	2,0	1,25	1,0	2,5	320–650	10,8	5,3	–	–
Полимерные материалы	Неогран.	–	–	0,15	1,0–2,0	–	0,7–1,0	0,7–2,0	300–650	15,9	7,3–7,6	4,7	–
Вибродуговая наплавка													
в жидкой среде	15–18	45	0,5	3,0	0,85	0,62	0,75–1,0	0,4–0,53	225–500	33,3–36,0	18,6–19,0	35–40	234
под флюсом	40–50	–	0,5	4,0	0,85	0,62	0,9–1,0	0,48–0,53	450–600	33,3–36,0	18,6–19,0	39–50	234
в среде CO ₂	15–18	45	1,0	3,0	1,15	0,9	0,8–1,0	0,8–1,0	500–600	33,3–36,0	18,8–19,3	35–40	234
в воздушной среде	15–18	45	1,0	3,0	0,85	0,62	0,9–1,0	0,48–0,53	325–450	33,3–36,0	18,6–19,0	35–40	234
с термомеханической обработкой	15–18	45	0,5	3,0	2,0	0,95	0,9–1,0	1,72–1,9	450–550	34,0–37,0	19,6–20,2	35–40	234
Наплавка в среде защитных газов													
в среде CO ₂	10–12	45	0,8	3,0	1,3–1,6	0,7	1,0	0,9–1,0	230–360	17,3–21,4	8,8–12,0	31–45	256
в среде CO ₂ + аргон	–	45	1,0	3,0	1,3–1,6	0,85	1,0	1,1–1,6	320–340	14,4–17,5	7,0–10,4	30–45	256
Автоматическая наплавка под флюсом													
плавленым	44–55	250	1,5–2,0	3,0–4,0	0,91	0,6–1,0	1,0	0,55–0,91	400–600	21,3–24,0	10,8–13,2	38–51	286
керамическим	44–55	250	1,5–2,0	3,0–4,0	0,95	0,85	1,0	0,81	500–600	21,3–24,0	10,8–13,2	39–52	286
порошковой проволокой	44–55	250	1,5–2,0	3,0–4,0	0,92	0,85	1,0	0,8	560–800	21,3–24,0	10,8–13,2	38–51	286
с термомеханической обработкой	44–55	250	1,5–2,0	3,0–4,0	1,4–1,8	1,2–1,5	1,0	1,7–2,7	500–800	21,3–24,0	10,8–13,2	38–48	286

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ручная наплавка													
Дуговая	40–50	120	1,5	5,0–6,0	0,7	0,6	1,0	0,42	200–400	34,6	18,5–23,5	48–57	580
Газовая	10–12	120	1,0	3,0–4,0	0,7	0,7	1,0	0,5	200–600	37,0	20,7–22,5	38–51	580
Аргонно-дуговая	10–12	120	1,0	4,0–5,0	0,7	0,7	1,0	0,5	250	29,4	16,2–17,8	36	520
Электрофизические способы													
Электроконтактная приварка ленты	10	70	0,1	1,5	1,0–2,3	0,7–1,0	0,7–0,8	0,5–1,8	300–800	22–24	8,4–11,2	3,5–15,6	100–110
Электроискровая обработка	–	–	0,01	0,5–1,0	2,0	0,9	1,0	0,9–2,1	2040	16,7–22,2	9,8–14,2	30	220
Металлизация													
Плазменная	10–12	–	0,03	15,0	1,1–1,3	0,7–1,3	0,4–0,5	0,31–0,86	310–395	22,7–24,0	11,4–13,5	16–24	117–175
Газопламенная	–	–	0,4	15,0	1,1–1,3	0,6–1,1	0,3–0,4	0,20–0,57	310–395	22,7–24,0	11,4–13,5	16–24	117–175
Электродуговая	–	–	0,4	15,0	1,1–1,3	0,6–1,1	0,2–0,3	0,13–0,40	300–600	22,7–24,0	11,4–13,5	16–24	117–175
Железнение													
Вневанное (местное)	Неогран.	40–50	Неогран.	0,6	0,9–1,3	0,8	0,65–0,80	0,50–0,83	300–600	26,0–33,0	17,3–22,4	4,7–8,4	80–220
Ванное	–	–	–	2,0	0,95–1,30	0,88	0,7–0,9	0,6–1,0	300–680	15,0–17,0	8,3–9,7	4,7–9,4	80–220
Проточное	–	–	–	0,8	1,0–1,6	0,8	0,75–1,00	0,60–1,25	300–680	20,0–25,0	12,6–14,3	4,7–9,4	80–220
Хромирование													
в обычном электролите	–	40–50	–	0,3	1,67	0,55–0,90	0,9	0,90–1,35	800–1200	72–129	30,8–43,7	1,5–4,5	220–600
в саморегулирующем холодном электролите	–	–	–	1,0	2,0–4,0	0,88–0,95	1,0	1,6–3,8	800–1320	44–61	33,6–44,8	1,5	100–300

Критерий долговечности оценивает технические возможности детали, восстановленной каждым из намеченных по технологическому критерию (K_T) способом, т. е. этот критерий оценивает эксплуатационные свойства детали в зависимости от способа ее восстановления. При этом оценка проводится по следующим основным показателям:

- 1) сцепляемости;
- 2) износостойкости;
- 3) выносливости (усталостной прочности);
- 4) микротвердости.

По результатам оценки исключаются из числа ранее назначенных те способы устранения дефекта, которые не обеспечивают выполнения технических требований на восстановленную деталь хотя бы по одному из показателей.

В общем случае коэффициент долговечности K_d является функцией трех переменных:

$$K_d = f(K_{и}, K_{в}, K_{с}), \quad (3.3)$$

где $K_{и}$, $K_{в}$ и $K_{с}$ – соответственно, коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий.

Для каждого выбранного способа дается комплексная качественная оценка по значению коэффициента долговечности K_d , определяемому по формуле

$$K_d = f(K_{и} \times K_{в} \times K_{с} \times K_{п}), \quad (3.4)$$

где $K_{п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации ($K_{п} = 0,8-0,9$).

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации. Следовательно, рациональным по этому критерию будет тот способ, у которого K_d максимален ($K_d \rightarrow \max$).

Численные значения коэффициентов-аргументов $K_{и}$, $K_{в}$ определяются на основании стендовых и эксплуатационных испытаний новых и восстановленных деталей.

Примерные значения коэффициента сцепляемости $K_{с}$, определенные по результатам исследований для наиболее распространенных методов восстановления, представлены в таблице 3.1.

Так, при выборе способа наплавки применительно к деталям, не испытывающим в процессе работы значительных динамических и знакопеременных

нагрузок, значение коэффициента долговечности K_d определяется только численным значением коэффициента износостойкости $K_{из}$, а для деталей, работающих в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент выносливости $K_{в}$. Для деталей, восстановленных методами электролитического осаждения металлов, газотермического напыления, а также работающими в условиях динамических нагрузок, решающим признаком может оказаться коэффициент сцепляемости K_c .

Из числа способов, отобранных по технологическому критерию, к дальнейшему анализу принимаются те, которые обеспечивают коэффициент долговечности восстановленных поверхностей не менее 0,8. Это обусловлено тем, что ресурс капитально отремонтированной машины или агрегата не должен быть менее 80 % ресурса новой машины (агрегата). Указанное обстоятельство предполагает также, что ресурс восстановленной детали в капитально отремонтированном агрегате тем более не должен быть ниже 80 % ресурса новой детали.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации. Следовательно, рациональным по этому критерию будет тот способ, у которого K_d максимален ($K_d \rightarrow \max$).

Если установлено, что требуемому значению коэффициента долговечности для данной поверхности детали соответствуют два или несколько способов восстановления, то на этом этапе оценка способов производится по *техно-экономическому (обобщенному) критерию*, позволяющему принять окончательное решение о выборе рационального способа устранения дефекта детали. Данный критерий отражает технический уровень применяемой технологии и связывает экономический показатель восстановления детали с ее долговечностью.

По каждому из оставленных после оценки по техническому критерию способов устранения дефектов определяется коэффициент технико-экономической эффективности $K_{т.э}$:

$$K_{т.э} = \frac{C_{Вi}}{K_{Ди}} \quad (3.5)$$

ИЛИ

$$K_{т.э} = \frac{C_{Вi} + E_H \cdot K_{удi}}{K_{Ди}}, \quad (3.6)$$

где $C_{Вi}$ – себестоимость восстановления (устранения дефекта) детали i -м способом или i -го способа упрочнения детали, руб.;

$K_{Ди}$ – коэффициент долговечности восстановленной детали i -м способом;

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,15$);

$K_{уди}$ – удельные капитальные вложения при восстановлении детали i -м способом, руб./м².

Себестоимость восстановления детали $C_{Ви}$ определяется по формуле

$$C_{Ви} = (qC_{зи} + C_{мчи})T_{опи}, \quad (3.7)$$

где $C_{зи}$ – часовая заработная плата производственных рабочих при восстановлении детали i -м способом, руб.;

q – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату;

$C_{мчи}$ – стоимость 1 машино-часа работы оборудования при восстановлении детали i -м способом, руб.;

$T_{опи}$ – время, затрачиваемое на восстановление детали i -м способом, ч.

При обосновании способов восстановления (в учебных целях) значение себестоимости $C_{Ви}$ можно определить из выражения

$$C_{Ви} = C_{yi}S_i, \quad (3.8)$$

где C_{yi} – удельная себестоимость восстановления i -м способом, руб./м² (примерные значения C_{yi} приведены в таблице 3.1);

S_i – площадь восстанавливаемой поверхности детали, м².

Предпочтение отдается тому из способов восстановления (устранения дефекта), для которого отношение (3.5) или (3.6) имеет наименьшее значение ($K_{т.э} \rightarrow \min$).

При оценке существующих или разрабатываемых технологий наряду с основными производственными показателями необходимо учитывать их влияние на окружающую среду, расход материальных, а также энергетических ресурсов.

Для принятия решения о выборе рационального способа устранения дефекта на данном этапе учитывается энергетический критерий. все технологии дополнительно необходимо оценивать таким показателем, который, не подменяя собой стоимостных показателей, корректировал бы их, достоверно отражая все затраты на производство продукции. по мнению многих специалистов, к такому показателю можно отнести затраты энергии.

Энергетический критерий K_3 можно выразить уравнением

$$K_3 = \frac{K_{1i} \cdot K_{2i}}{K_{Дi}} \rightarrow \min, \quad (3.9)$$

где K_{1i} и K_{2i} – соответственно, коэффициенты энергоемкости и трудоемкости технологического процесса восстановления детали i -м способом;

$K_{Дi}$ – коэффициент долговечности детали, восстановленной i -м способом.

$$K_{1i} = \frac{Q_{Bi}}{Q_H}, \quad (3.10)$$

$$K_{2i} = \frac{T_{Bi}}{T_H}, \quad (3.11)$$

где Q_{Bi} – удельные затраты энергии на восстановление детали i -м способом по всему циклу производства, кВт·ч/ед. наработки;

Q_H – удельные затраты энергии на изготовление новой детали, кВт·ч/ед. наработки;

T_{Bi} – трудоемкость восстановления детали i -м способом, чел.-ч;

T_H – трудоемкость изготовления новой детали, чел.-ч.

Способ, который обеспечивает минимальное значение энергетического критерия, – рациональный. При этом восстановление деталей таким способом целесообразно и тогда, когда его значение меньше единицы ($K_3 < 1,0$).

Энергетический критерий необходимо использовать тогда, когда принимаются решения о развитии нового производства, строительстве завода или крупного цеха восстановления деталей и др.

Выбранный по энергетическому критерию способ из-за воздействия цен (в основном, их роста) на энергоносители, не всегда может отвечать экономическим требованиям предприятий технического сервиса. В настоящее время экологичность инженерных решений является одним из главных критериев их прогрессивности.

В этой связи для учета экономических интересов конкретного предприятия окончательный выбор способа и оптимизацию технологического процесса восстановления деталей целесообразно проводить по комплексному (обобщенному) критерию, отражающему удельные затраты, энергоемкость, коэффициенты долговечности и экологичности:

$$G_K = \frac{K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{4i}}{T_{Ди}} \rightarrow \min, \quad (3.12)$$

где K_{3i} и K_{4i} – соответственно, коэффициенты энергоёмкости и трудоёмкости работ по обеспечению экологической безопасности технологического процесса.

$$K_{3i} = \frac{Q_{Эi}}{Q_{ЭН}}, \quad (3.13)$$

$$K_{4i} = \frac{T_{Эi}}{T_{ЭН}}, \quad (3.14)$$

где $Q_{Эi}$ – удельные затраты на экологические мероприятия при восстановлении детали i -м способом, кВт·ч/ед. наработки;

$Q_{ЭН}$ – удельные затраты на экологические мероприятия при изготовлении новой детали, кВт·ч/ед. наработки;

$T_{Эi}$ – трудоёмкость экологической безопасности при восстановлении детали i -м способом, чел.-ч;

$T_{ЭН}$ – трудоёмкость экологической безопасности при изготовлении новой детали, чел.-ч.

Деталь восстанавливать экономически целесообразно, если $G_K < 1,0$.

При определении коэффициентов, входящих в выражение (3.12), вместо показателей новой детали за базу для сравнения, как правило, принимаются показатели одного из наиболее прогрессивных способов восстановления. В этом случае коэффициент долговечности определяется по уравнениям:

$$K_{Ди} = \frac{T_i}{T_б} \quad (3.15)$$

или

$$K'_{Ди} = \frac{K_{Ди}}{K_{Дб}}, \quad (3.16)$$

где T_i и $T_б$ – ресурсы деталей, восстановленных соответственно i -м и базовым способами;

$K_{Ди}$ и $K_{Дб}$ – коэффициенты долговечности деталей, восстановленных соответственно i -м и базовым способами, в сравнении с новой деталью.

Учитывая необходимость наличия обширной информации для оценки способов восстановления дефектов деталей по приведенным выше критериям, при выполнении курсового проекта рекомендуется использовать технологический (применяемости), технический (долговечности) и технико-экономический (обобщающий) критерии.

Установив рациональный способ устранения дефектов (группы дефектов) и мер, повышающих механические свойства восстановленной детали, необходимо выполнить ремонтный чертеж детали.

Исходными данными для разработки ремонтного чертежа являются: рабочий чертеж детали; технические требования на дефектацию детали; данные по выбору рациональных способов устранения дефектов; технические требования на восстановленную деталь (технические требования на новую деталь и дополнительные технические требования на восстановленную деталь).

При восстановлении деталей операции технологического процесса назначаются в следующем порядке:

- в первую очередь выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);

- механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том числе специальной (например, при электродуговом напылении – нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т. п.);

- наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и пр.). При этом в первую очередь выполняют операции, при которых детали нагревают до высокой температуры (сварка, наплавка, термическая обработка). Если необходимо, то детали подвергают вторичной правке. Затем выполняют операции, не требующие нагрева деталей (хромирование, железнение и др.);

- окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и др.);

- контрольные операции назначают в конце технологического процесса и после выполнения наиболее ответственных операций.

Средства технологического оснащения включают:

- технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное);

- технологическую оснастку (в том числе инструменты и средства контроля);

- средства механизации и автоматизации производственных процессов.

Выбор технологического оборудования производится, исходя из следующих основных условий:

- 1) возможность формирования требуемого качества поверхностей деталей;

- 2) возможность выполнения технических требований, которые предъявляются к детали;

- 3) соответствие основных размеров оборудования габаритным размерам детали;
- 4) обеспечение наиболее эффективных методов обработки поверхностей.

Выбор технологической оснастки производится на основании анализа возможности реализации технологического процесса при выполнении технических требований к детали, технических возможностей технологической оснастки, а также конструктивных характеристик детали (габаритные размеры, материал, точность и т. д.) и организационно-технологических условий ее ремонта (схема базирования и фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса ремонта и т. д.).

Точность обработки при восстановлении детали зависит от правильного выбора технологических баз, который требует четкого представления о функциональном назначении поверхностей детали, размерной взаимосвязи между ними, их состоянии.

Технологической базой называется поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, используемые для определения положения детали в процессе обработки.

Технологические базы обрабатываются с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими требованиями:

- при наличии используются базы завода-изготовителя;
- по возможности совмещаются технологические и конструкторские базы;
- точность изготовления базовых поверхностей должна быть не ниже точности изготовления восстанавливаемых поверхностей;
- базовые поверхности обрабатываются или изготавливаются в первую очередь после восстановления формы и целостности детали;
- поверхности, для которых необходимо обеспечить точность относительного положения (соосность, перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;
- принятая технологическая база должна по возможности применяться на всех операциях технологического процесса, а если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, размерно связанную непосредственно с обрабатываемой.

В зависимости от конфигурации детали, характера и величины износа поверхностей рекомендуются следующие схемы базирования:

- деталь базируется по сохранившейся базе, используемой при ее изготовлении;
- деталь базируется по неизношенным точно изготовленным поверхностям;
- деталь первоначально базируется по мало- или неизношенным поверхностям для правки существующих или изготовления новых технологических баз, с последующим базированием по ним.

Основными базовыми поверхностями являются фаски центровых отверстий валов, привалочные плоскости и технологические отверстия корпусных деталей.

Детали базируются на операциях обработки в основном с помощью следующих средств:

- патронов самоцентрирующихся трехкулачковых (ГОСТ 2675–80);
- патронов токарных поводковых (ГОСТ 2571–71);
- оправок (ГОСТ: 16211–86, 16212–70, 16213–70, 18438–73, 18439–73, 18440–80);
- тисков станочных (ГОСТ 14904–80);
- центров станочных вращающихся (ГОСТ 8742–85);
- центров станочных упорных (ГОСТ 13214–79);
- хомутиков поводковых для токарных и фрезерных работ (ГОСТ 2578–70);
- хомутиков поводковых для шлифовальных работ (ГОСТ 16488–72).

Средства базирования графически обозначаются в технологических документах по ГОСТ 3.1107.

При разработке технологического маршрута определяют последовательность выполнения технологических операций, основное оборудование и руководствуются следующими правилами:

- в первую очередь выполняют операции, вызывающие изменение физико-механических свойств и формы детали, возникновение остаточных напряжений (сварка, наплавка, заварка пазов);
- затем предусматривают операции, устраняющие отрицательное влияние энергетических воздействий (правка, термообработка);
- для валов, при отсутствии их изгиба, первыми выполняются операции по восстановлению или изготовлению базовых поверхностей;
- перед нанесением тонких покрытий выполняют операции по удалению дефектных слоев металла, приданию правильной формы (цилиндричность, прямолинейность и т. д.), обеспечению эксплуатационной толщины покрытия и созданию необходимой шероховатости;
- в случае возникновения необходимости обеспечения высокой твердости поверхности термической обработкой последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая, термическая, чистовая механическая обработка;
- при изготовлении шпоночных пазов последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая обработка цилиндрической поверхности, изготовление шпоночного паза, чистовая механическая обработка цилиндрической поверхности;

- при изготовлении точных отверстий осевым инструментом полная последовательность выполнения операций следующая: сверление (рассверливание), зенкерование, зенкование фасок, развертывание;
- вспомогательные поверхности (фаски, проточки) изготавливаются перед чистовой обработкой основных поверхностей;
- легкоповреждаемые и точные поверхности обрабатываются в конце маршрута;
- перед наплавкой радиальные отверстия под шпильки на резьбовых концах валов должны быть заглушены вставками из токопроводящих материалов;
- для корпусных деталей операции по восстановлению базовых поверхностей выполняются после восстановления целостности и формы детали (заделки трещин, пробоин и т. д.) перед механической обработкой точных отверстий (посадочных мест под подшипники, валики, оси).

Технологический маршрут описывается действиями с указанием поверхностей, номеров дефектов и основных исполнительных размеров.

Образец описания технологического маршрута восстановления детали: править фаски центровых отверстий; заварить шпоночный паз (Деф. 2); править вал; шлифовать поверхность (Деф. 1) до $\varnothing 49,6$ мм; приварить ленту электроконтактным способом на поверхность (Деф. 1) до $\varnothing 50,4$ мм; точить фаску $2 \times 45^\circ$ и проточку и т. д.

При разработке операций технологического процесса восстановления детали решаются следующие задачи:

- выбор основного оборудования;
- выбор вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных и т. д.);
- формирование содержания и последовательности переходов;
- выбор средств технологического оснащения: приспособлений, вспомогательного, режущего, слесарно-монтажного, специального инструмента и средств измерений;
- назначение и расчет технологических режимов и норм времени.

Разработку технологических операций производят, используя литературные источники [3–6, 8–17].

При выборе основного оборудования учитывается:

- вид обработки;
- требуемая точность обработки поверхностей;
- габаритные размеры и масса детали;
- принятая схема базирования;
- экономичность выполнения операции.

При выборе вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных проволок, лент и т. д.) учитываются требования к физико-механическим свойствам (твердости, износостойкости) восстанавливаемых поверхностей.

Выбор средств технологического оснащения производится в зависимости от геометрических размеров детали, точности ее установки, физико-механических свойств поверхностей (твердости, пределов прочности), точности обработки и контроля.

Порядок разработки и описания технологической операции:

- номер и наименование;
- выбор основного оборудования (наименование и обозначение);
- выбор вспомогательных материалов (проволок, лент, электролитов и т. д.);
- определение содержания вспомогательного перехода (при его наличии);
- выбор технологического оснащения вспомогательного перехода;
- определение вспомогательного времени на установку и закрепление детали;
- определение содержания технологического перехода с указанием исполнительных размеров и технических требований на его выполнение;
- выбор технологического оснащения технологического перехода;
- назначение и расчет технологических режимов и норм времени (основного и вспомогательного);
- обоснование подготовительно-заключительного времени на выполнение операции;
- расчет штучного времени.

При назначении режимов выполнения операций по восстановлению деталей необходимо пользоваться соответствующей учебной и справочной литературой. С особым вниманием необходимо назначать режимы операций по наращиванию поверхностей (наплавка, металлизация, хромирование, железнение и т. д.), так как режимы этих технологических процессов существенно влияют на физико-механические свойства и ресурс восстановленных деталей.

Выбранные режимы и материалы (например, марка наплавочной проволоки, флюсы и т. д.) должны обеспечивать выполнение технических требований к детали, изложенных на ремонтном чертеже.

При назначении видов и режимов механической обработки необходимо исходить из того, что изношенная поверхность в большинстве случаев имеет неравномерный износ, деформированные слои металла, подвергается химико-термической и механической упрочняющей обработке. Поэтому такие поверхности целесообразно обрабатывать шлифованием или точением резцами с пластинами твердого сплава или металлокерамики. При выборе режущего инструмента и режима обработки восстановленных поверхностей исходят из структуры и физико-механических свойств нанесенного металла.

Для предварительной обработки наплавленных поверхностей невысокой твердости (резание по корке наплавленных слоев, прерывистое сечение стружки, наличие ударных нагрузок) рекомендуется применять резцы с пластинками из сплава Т5К10. Наплавленные поверхности высокой твердости обрабатывают резцами из гексанита-Р и других сверхтвердых материалов. При обработке чугуна следует применять резцы с пластинками из твердого сплава ВК6, ВК8. Окончательную обработку наплавленных поверхностей, а также обработку поверхностей с гальваническими покрытиями выполняют шлифованием. В случае точения металлизированных поверхностей применяют резцы с пластинками ВК6.

При шлифовании в ремонтном производстве применяют круги из электрокорунда нормального (18А, 15А, 14А, 13А, 12АР), белого (25А, 24А, 23А) и монокорунда (45А, 44А, 43А). Предпочтение отдается кругам на бакелитовой основе, а при обработке профильных поверхностей твердости – на вулканитовой основе. Зернистость круга выбирается в зависимости от требуемой шероховатости обработанной поверхности. Обычно для черновой обработки применяются круги зернистостью 40–69, а для чистовой – зернистостью 16–25.

Для обработки твердых материалов следует принять мягкие и среднемягкие абразивные инструменты, а для обработки материалов повышенной твердости – более твердые. При шлифовании неровных, прерывистых поверхностей необходимо применять более твердые инструменты, чем при шлифовании ровных поверхностей. Для предварительных операций шлифования применяют более твердые круги, чем для чистовой операции. Поэтому для шлифования наплавленных поверхностей стальных деталей наиболее часто применяют круги средней твердости. Шлифование чугунных поверхностей производится кругами средней или среднемягкой твердости, а хромированных и железненных – кругами среднемягкими или мягкими с зернистостью 20–25.

Шлифование деталей, восстановленных хромированием, рекомендуется выполнять кругом из электрокорунда зернистостью 20–25 с мягкой связкой при следующих режимах: поперечная подача 0,002–0,005 мм/дв. ход стола, продольная подача 1–2 мм/об изделия, окружная скорость круга 30–35 м/с и детали 15–25 м/мин, подача охлаждающей жидкости 20–30 л/мин.

Для хонингования применяют бруски из электрокорунда (для черногого – зернистостью 40–60; для чистового – зернистостью 16–25) или алмазные (для черногого – АС12 или АС20, для чистового – АСМ28 или АСМ40).

Значительное преимущество для обработки наплавленных, хромированных и железненных поверхностей имеет применение новых синтетических сверхтвердых материалов (эльбор, гексанит-Р и др.). Особенно эффективен гексанит-Р,

который хорошо обрабатывает твердые (закаленные, наплавленные и др.) поверхности, а также является ударостойким материалом.

Размер межоперационного припуска оказывает влияние на экономические показатели восстановления детали и точность ее обработки.

Автоматическая и полуавтоматическая наплавка под слоем флюса. Сила сварочного тока $I_{св}$ (А) выбирается в зависимости от диаметров детали и электродной проволоки (таблица 3.2):

$$I_{св} = 40\sqrt[3]{D}, \quad (3.17)$$

где D – диаметр детали, мм.

Таблица 3.2 – Зависимость силы тока от диаметра детали

Диаметр детали, мм	Сила тока (А) при диаметре электродной проволоки, мм	
	1,2–1,6	2,0–2,5
50–60	120–140	140–160
65–75	150–170	180–220
80–100	180–200	230–280
150–200	230–250	300–350
250–300	270–300	350–380

Напряжение источника питания, В:

$$U = 21 + 0,04 \cdot I_{св}. \quad (3.18)$$

Коэффициент наплавки, г/(А·ч):

$$K_H = 2,3 + 0,065 (I_{св} / d), \quad (3.19)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

При наплавке постоянным током обратной полярности значение коэффициента наплавки принимается равным $K_H = 11–14$ г/(А·ч).

Скорость наплавки, м/ч:

$$V_H = \frac{K_H \cdot I_{св}}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (3.20)$$

где h – толщина наплавленного слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

γ – плотность электродной проволоки, г/см³ ($\gamma = 7,85$ г/см³).

Частота вращения детали, мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{н}}}{60 \cdot \pi \cdot D} \quad (3.21)$$

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч:

$$V_3 = \frac{4 \cdot K_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma} \quad (3.22)$$

Шаг наплавки, мм/об:

$$S = (2,0-2,5) \cdot d \quad (3.23)$$

Вылет электродной проволоки, мм:

$$H = (10-15) \cdot d \quad (3.24)$$

Смещение электродной проволоки, мм:

$$e = (0,05-0,07) \cdot D \quad (3.25)$$

Параметры режима наплавки подставляют в формулы (3.17)–(3.25) без изменения размерности.

Толщина наплавляемого слоя металла, мм, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, определяется по следующей формуле:

$$H = \frac{И}{2} + t + t_2, \quad (3.26)$$

где $И$ – износ детали, мм;

t – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия на сторону, мм (таблица 3.3);

t_1 – припуск на механическую обработку перед наплавкой на сторону, мм.

Принимается равным $t_1 = 0,1-0,3$ мм.

В зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя применяют следующие марки проволок и флюсов.

Наплавка проволоками Св-08А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Нп-30ХГСА под слоем флюсов (АН-348А, ОСЦ-45) обеспечивает твердость НВ 187–300. Использование керамических флюсов (АНК-18, ШСН) с указанными проволоками повышает твердость до 40–55 HRC₃ (без термообработки).

Таблица 3.3 – Припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами

Способ восстановления	Минимальный односторонний припуск t , мм
Ручная электродуговая наплавка	1,4–1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8–1,1
Вибродуговая наплавка	0,6–0,8
Наплавка в среде углекислого газа	0,6–0,8
Плазменная наплавка	0,4–0,6
Аргонно-дуговая наплавка	0,4–0,6
Электроконтактная наплавка	0,2–0,5
Газотермическое напыление	0,2–0,6
Электродуговая металлизация	0,2–0,4
Железнение	0,10–0,21
Хромирование	0,05–0,10

Вибродуговая наплавка

Режимы вибродуговой наплавки рассчитываются по следующим формулам:

- сила сварочного тока (А)

$$I_{\text{св}} = (60 \dots 75) \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right), \quad (3.27)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм;

- скорость подачи электродной проволоки (м/ч)

$$V_3 = \frac{0,1 \cdot I_{\text{св}} \cdot U}{d^2}, \quad (3.28)$$

где U – напряжение источника питания, В ($U = 12 \dots 25$ В);

- скорость наплавки (м/ч)

$$V_{\text{н}} = \frac{0,785 \cdot d \cdot V_3 \cdot \eta}{h \cdot S \cdot a}, \quad (3.29)$$

где η – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл (принимается равным $\eta = 0,8 \dots 0,9$);

h – заданная толщина наплавляемого слоя (без механической обработки), мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

a – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой h ($a = 0,7-0,85$).

Между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью наплавки существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается достаточно хорошее качество наплавки. Обычно $V_H = (0,4-0,8) V_3$. С увеличением диаметра электродной проволоки до 2,5–3,0 мм $V_H = (0,7-0,8) V_3$.

Частота вращения детали, мин⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot D}, \quad (3.30)$$

где D – диаметр детали, мм.

Шаг наплавки, мм/об:

$$S = (1,6-2,2) \cdot d. \quad (3.31)$$

Амплитуда колебаний электродной проволоки, мм:

$$A = (0,75-1,0) \cdot d. \quad (3.32)$$

Вылет электродной проволоки, мм:

$$H = (5-8) \cdot d. \quad (3.33)$$

Индуктивность электрической цепи, Гн:

$$L = \frac{51 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot V_3 \cdot \gamma}{I^2 \cdot f}, \quad (3.34)$$

где γ – плотность электродной проволоки, г/см³ ($\gamma = 7,85$ г/см³);

I – максимальная сила тока в цепи, А (принимается в два раза больше силы тока по амперметру);

f – частота колебаний, Гц.

Применяются следующие марки электродных проволок: Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА и др. Полярность тока обратная.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 (и другими) с охлаждением обеспечивается твердость 35–55 HRC_3 . При наплавке низкоуглеродистой проволокой Св-08, Св-08Г2С (и др.) получают твердость поверхности 22–26 HRC_3 .

Наплавка в среде углекислого газа

Сила тока $I_{св}$ (А) выбирается в зависимости от диаметра проволоки и диаметра детали (таблица 3.4).

Скорость наплавки (V_H) частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки (V_3), шаг наплавки (S), смещение электрода (e) определяются по тем же формулам, что и при механизированной электродуговой наплавке под слоем флюса.

Коэффициент наплавки при наплавке на обратной полярности $K_H = 10–12$ г/(А·ч), вылет электрода равен 8–15 мм. Расход углекислого газа составляет 8–20 л/мин. Наплавка осуществляется проволоками Нп-30ХГСА, Св-18ХГСА, Св-08Г2С, Св-12ГС, в состав которых должны обязательно входить раскислители – кремний и марганец.

Таблица 3.4 – Режимы наплавки в среде углекислого газа

Диаметр проволоки, мм	Диаметр детали, мм	Сила тока, А	Напряжение, В
0,8–1,0	10–20	70–95	18–19
	20–30	90–120	18–19
	30–40	110–140	18–19
1,0–1,2	40–50	130–160	18–20
1,2–1,4	50–70	140–175	19–20
1,4–1,6	70–90	170–195	20–21
1,6–2,0	90–120	195–225	20–22

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистой проволокой марки Св-08Г2С, Св-12ГС, составляет HB 200–250, а проволоками с содержанием углерода более 0,3 % (30ХГСА и др.) после закалки – 50 HRC_3 .

Плазменная наплавка

При плазменной наплавке расчет таких параметров режима, как скорость процесса, частота вращения детали, толщина покрытий рекомендуется выполнять по формулам, принятым для расчета режима механизированной электродуговой наплавки под слоем флюса.

Рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200–230 А. Коэффициент наплавки $K_n = 10\text{--}13$ г/(А·ч).

Расход порошка Q , г/с, определяется по формуле

$$Q = 0,1 \cdot V \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_n, \quad (3.35)$$

где S – шаг наплавки, см/об ($S = 0,4\text{--}0,5$ см/об);

h – толщина наплавленного слоя, мм;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для порошковых твердых сплавов на железной основе $\gamma = 7,4$ г/см³; для сплавов на никелевой основе $\gamma = 0,8$ г/см³);

K_n – коэффициент, учитывающий потери порошка ($K_n = 1,12\text{--}1,17$).

Полярность тока прямая. Наплавка осуществляется на установках для плазменного напыления (УМП-6, УПУ-3Д) и плазменной сварки (УПС-301), модернизированных под плазменную наплавку.

Электроконтактная приварка ленты

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами данного процесса, которые определяют его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить 6 или 7 сварных точек на 1 см длины сварного шва.

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм:

- сила сварочного тока – 16,1–18,1 кА;
- длительность сварочного цикла – 0,04–0,08 с;
- длительность паузы – 0,10–0,12 с;
- подача сварочных клещей – 3–4 мм/об;
- усилия сжатия электродов – 1,30–1,60 кН;
- ширина рабочей части сварочных роликов – 4 мм;
- скорость наплавки – 3–4 м/мин.

Частоту вращения детали при наплавке рассчитывают аналогично наплавке под слоем флюса.

При выборе материала ленты следует руководствоваться данными, приведенными в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Зависимость твердости наплавленного материала от марки стали

Марка стали	Твердость наплавленного слоя HRC_3	Марка стали	Твердость наплавленного слоя HRC_3
Сталь 20	30–35	Сталь 55	50–55
Сталь 40	40–45	Сталь 40X	55–60
Сталь 45	45–50	Сталь 65Г	60–65

Аргонодуговая наплавка

Ручная аргонодуговая наплавка неплавящимся электродом – это дуговая сварка, осуществляемая с использованием вольфрамового электрода и внешней защиты аргоном, вдуваемым в ее зону. Применяется, главным образом, для наплавки деталей из алюминиевых сплавов.

Для получения качественной наплавки необходимо правильно выбрать силу тока, напряжение, тип электрода по допустимому значению переменного тока, а также соотношение диаметра сопла и толщины электрода (таблицы 3.6–3.8).

В зависимости от используемой силы сварочного тока устанавливают расход аргона (таблица 3.9).

Таблица 3.6 – Режимы аргонодуговой наплавки неплавящимся электродом

Толщина материала, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Диаметр присадочной проволоки, мм
2–3	70–100	22–24	2–3	2
4–6	100–120	22–24	3–4	3
6–10	120–160	22–24	4	3–4
10–15	160–240	20–22	4–5	4–5
15 и более	200–240	20–22	5–6	5–6

Таблица 3.7 – Зависимость диаметров сопла и электрода

Диаметр электрода, мм	2–3	4	5	6
Диаметр выходного отверстия сопла, мм	10–12	12–16	14–18	16–22

Таблица 3.8 – Допустимые значения переменного тока для электродов различных марок

Диаметр электрода, мм	Максимальный сварочный ток для вольфрамовых электродов, А		
	ЭВЧ	ЭВЛ	ЭВИ-3
1,0	–	65–75	70–80
1,6	–	80–100	100–150
2,0	–	150–180	200–250
4,0	180–190	200–220	300–350
6,0	240–260	300–340	410–480
8,0	360–390	450–500	490–590
10,0	450–500	600–650	650–750

Таблица 3.9 – Расход аргона в зависимости от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	15–20	20–30	30–40	40–60	60–100	100–140	140–180	180–230
Расход аргона, л/мин	0,5–2	2–3	3	4	4–5	5–6	6	7–9

На ремонтных предприятиях применяют специальные установки УДГ-301, УДГ-501, УДАР-500, предназначенные для сварки (наплавки) деталей из алюминиевых сплавов в среде аргона на переменном токе. Защитный газ в этих установках подается автоматически с помощью электромагнитного клапана. Источником питания при этом служит сварочный трансформатор СТЭ-34 с дросселем насыщения ДН-300-1.

Скорость наплавки (V_n), частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки (V_3), шаг наплавки (S), смещение электрода (e) определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Электроискровая обработка

Технология электроискровой обработки металлических поверхностей основана на использовании импульсного электрического разряда, проходящего между электродами в газовой среде. Сущность его состоит в том, что при электрическом

разряде в такой среде происходит разрушение материала электрода (анода) и переноса продукта эрозии на деталь (катод).

Единичный перенос электродного материала на поверхность детали происходит при высокой температуре разряда – 5000–11000 °С. Вследствие его кратковременности (до 10 мкс) и локальности нагретые микрообъемы переносимого металла на деталь мгновенно охлаждаются. При определенных режимах обработки происходит сверхскоростная закалка ее поверхностного слоя до высокой твердости. Толщина его увеличивается с ростом содержания углерода в материале детали и энергии единичного импульса.

Применение ЭИО позволяет достигнуть увеличения износостойкости деталей и инструментов в 2–5 раз.

Величина восстановления посадочных поверхностей неподвижных соединений составляет до 0,6 мм (на сторону), поверхностей трения скольжения – до 0,10 мм.

Для нанесения покрытий применяются установки типа «БИГ», «Элитрон» и др. Они универсальны, малогабаритны, мобильны, экономичны, относительно просты по конструкции, не сложны в эксплуатации и ремонте.

В качестве технологических материалов используются электроды из металлокерамических твердых сплавов, стали, чугуна, графита, меди и др.

В процессе формирования покрытия, применяя в качестве электродов различные материалы, можно получить рабочие поверхности с измененными механическими, физическими и химическими свойствами. В результате комплексных превращений в поверхностном слое катода происходит значительное увеличение микротвердости. Основными факторами, влияющими на изменение микротвердости, являются термосиловое воздействие импульсного разряда, закалочные явления, образование химических соединений (карбидов, нитридов и т. д.), осаждение на поверхности катода материала анода.

Важным достоинством электроискровой обработки материалов является возможность управлять процессом обработки и прогнозировать толщину покрытия, его текстуру и физико-механические свойства. Метод электроискрового нанесения металлопокрытий обладает высокой универсальностью и эффективностью при решении задач машиностроительного и ремонтного производства, что определяется широкими пределами значений характеристик покрытий.

Для электроискровой обработки материалов создана установка «БИГ-4», которая предназначена для нанесения металлических покрытий различного

назначения (для восстановления размеров, увеличения износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости, электропроводности и т. д.) на детали, режущие инструменты и рабочие части технологической оснастки.

Установка «БИГ-4» состоит из следующих элементов:

- генератора, предназначенного для создания рабочих импульсов тока и питания электромагнитного вибровозбудителя;
- вибратора, коммутирующего разрядную цепь генератора вибрирующим электродом.

Основные технические характеристики установки «БИГ-4» приведены в таблице 3.10, а характеристики покрытий, нанесенных электроискровым методом, – в таблице 3.11.

Таблица 3.10 – Техническая характеристика установки «БИГ-4»

Наименование параметра	Значение параметра
Потребляемая мощность, кВт	0,5
Напряжение питающей сети, В	220
Частота вибрации электрода, Гц	600
Энергия импульсов, Дж	0,045–5,0
Частота импульсов, Гц	12–3000
Рабочий ток, А	0,5–8,0
Количество электрических режимов	35
Габаритные размеры (мм):	170×250×430
Масса (кг), не более:	14
Толщина покрытия сплавом Т15К6, мм*	0,01-0,4
Высота неровностей профиля покрытия Ra, мкм	Ra2,0–Rz320
Максимальная производительность, см ² /мин*	6

* указанные параметры получены при нанесении покрытий электродом из сплава Т15К6 на заготовку из стали 45.

Таблица 3.11 – Характеристики покрытий, нанесенных электроискровым методом

Характеристики покрытий	Значения
Толщина (мкм): нанесенного слоя	5–400
• белого слоя	до 250
• переходного слоя	до 400
Микротвердость (МПа):	
• белого слоя	6000–16 000
• переходного слоя	3000–5500

Продолжение таблицы 3.11

Характеристики покрытий	Значения
Параметры рельефа поверхности: <ul style="list-style-type: none"> • характер рельефа поверхности • высота микронеровностей (мкм) • относительная высота выступов $hв / rв$ • относительное расстояние между выступами $Sм / Hмаx$ 	выпукло-вогнутый $Ra1,6-Rz360$ 0,06–0,19 5–9
Теплопроводность электродных материалов λ , (Вт/м К)	10–400

Из многолетнего опыта работы института ГОСНИТИ по применению электроискрового способа нанесения покрытий следует, что данный метод обеспечивает возможность восстановления деталей с односторонним износом до 0,1 мм (условия трения скольжения) и до 0,6 мм (в неподвижных соединениях).

Номенклатура восстанавливаемых изделий самая разнообразная: валы, оси, шкворни, цапфы, корпуса КПП, крышки, коренные опоры блока цилиндров, колеччатые валы компрессоров, золотники и корпуса гидрораспределителей и гидросилителей руля, лопатки турбин и другие детали.

Особенность внедряемых технологий заключается, как правило, в нанесении покрытий на изношенные поверхности под размер, чтобы в последующем проводить минимальный съём нанесенного металла механической обработкой.

Основными преимуществами метода электроискрового легирования являются:

- отсутствие нагрева и деформации детали при обработке;
- высокая адгезия с основным материалом;
- восстановление детали в размер без механической обработки;
- возможность локального формирования покрытий;
- использование любого токопроводящего материала в качестве электрода;
- высокий коэффициент переноса материала до 80 %;
- низкая энергоёмкость процесса (0,5–1,0 кВт);
- экологичность процесса.

Экспериментальные исследования показали, что для достижения оптимальной площади опорной поверхности целесообразно назначать припуски на укатку (раскатку) и механическую обработку наплавленной поверхности в пределах 10–70 % толщины покрытия [9].

Процесс ЭИО проводится как вручную, так и с использованием средств механизации. В обоих случаях перемещение электрода, продолжительность обработки, режимы по току, амплитуде и частоте вибрации электрода выбираются так, чтобы покрытие было сплошным, равномерным, имело ровную светоотражательную характеристику.

Для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств восстановленных поверхностей покрытия можно формировать нанесением нескольких слоев различными материалами.

В ряде случаев при восстановлении изношенных поверхностей подшипниковых узлов в пределах установленных посадок электроискровая обработка является финишной обработкой, не требующей дополнительной механической обработки.

Рекомендации по выбору технологических параметров ЭИО приводятся в источнике [16].

Гальванические покрытия

Сила тока (А)

$$I = D_k \cdot F_k, \quad (3.36)$$

где D_k – катодная плотность тока, А/дм² (определяется условиями работы детали, видом покрытия, температурой и концентрацией электролита). Значения принимают равным: при хромировании $D_k = 50–75$ А/дм², железнении $D_k = 20–40$ А/дм²;

F_k – площадь покрываемой поверхности, дм².

Механическая обработка

При назначении режимов выполнения операций на металлорежущих станках необходимо пользоваться учебной и справочной литературой по обработке материалов резанием.

Токарная обработка (точение). Разрабатывая технологический процесс обработки детали, необходимо установить режимы, от которых в значительной мере зависят производительность и стоимость обработки. Установить режим – это значит определить глубину резания (t), подачу (S), скорость резания (V) и частоту вращения (n).

Глубина резания, мм:

$$t = \frac{t_1}{2}, \quad (3.37)$$

где t_1 – припуск на диаметр, мм.

Подача, мм/об, для чернового точения выбирается по таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Подача при обтачивании и растачивании деталей из стали

Подача при обтачивании				
Глубина резания t , мм	Диаметр детали, мм			
	18	30	50	70
	Подача S , мм/об			
До 5	до 0,25	0,2–0,5	0,4–0,8	1,0–1,4
Подача при растачивании				
Глубина резания t , мм	Диаметр круглого сечения державки резца, мм			
	10	15	20	25
	Вылет резца, мм			
	50	80	100	125
Подача S , мм/об				
Сталь $t = 2$	0,05–0,08	0,08–0,20	0,15–0,40	0,25–0,70
$t = 3$	–	0,08–0,12	0,10–0,25	0,15–0,40

Требуемая шероховатость обработанной поверхности является основным фактором, определяющим величину подачи при чистовом точении (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Подача в зависимости от заданной шероховатости поверхности для токарного резца со значениями главного и вспомогательного углов в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$

Диапазон скорости резания, м/мин	Параметр шероховатости R_a , мкм	Радиус при вершине резца, мм		
		0,5	1,0	1,5
		Подача S , мм/об		
Весь диапазон	50,0	–	–	–
	25,0	–	–	–
	12,5	0,46	0,58–0,89	0,67–1,05
	6,3	0,20–0,35	0,25–0,44	0,29–0,51
	3,2	0,13	0,12–0,17	0,14–0,20

Скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m}, \quad (3.38)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

T – стойкость инструмента, мин (принимается по таблице 3.14).

Значение C выбирается по таблице 3.15.

Значение m выбирается согласно таблице 3.16.

Значение x при обработке стали – 0,18, при обработке чугуна – 0,15.

Значение y при обработке стали – 0,27, при обработке чугуна – 0,30.

Таблица 3.14 – Стойкость резцов в зависимости от их материала и поперечного сечения державки

Материал резца	Сечение резца, мм				
	16×25	20×30	25×40	40×60	60×90
	Стойкость резца T , мин				
Быстрорежущая сталь	60	60	90	120	150
Металлокерамический твердый сплав	90	90	120	150	180

Таблица 3.15 – Значения коэффициента C в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	C
Сталь, стальное литье	41,7
Серый чугун и медные сплавы	24,0

Таблица 3.16 – Значения коэффициента m в зависимости от условий обработки

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия обработки	m		
			Быстрорежущая сталь	Сплав ТК	Сплав ВК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	проходные подрезные	с охлаждением	0,125	0,125	0,15
		без охлаждения	0,100	0,125	0,15
	расточные проходные отрезные	с охлаждением	0,250	–	0,15
		без охлаждения	0,200	–	0,15

Зная скорость резания и диаметр заготовки при токарной обработке или диаметр сверла и фрезы, соответственно, при сверлении и фрезеровании, определяют частоту вращения, мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (3.39)$$

где d – диаметр заготовки, мм.

Сверяя полученное значение n с паспортными данными станка, устанавливают фактическую частоту вращения шпинделя n_{Φ} , максимально приближенную к расчетной. По n_{Φ} пересчитывают фактическую скорость резания, мм/мин:

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\Phi}}{1000}. \quad (3.40)$$

Сверление. Глубина резания, мм, при сверлении в сплошном материале определяется по формуле

$$t = D / 2. \quad (3.41)$$

Глубина резания, мм, при рассверливании отверстия с диаметра d до диаметра D является припуском на обработку и определяется как

$$t = (D - d) / 2, \quad (3.42)$$

где D – диаметр сверла, мм;

d – диаметр предварительно подготовленного отверстия, мм (принимается по данным ремонтного чертежа).

Подача, мм/об:

$$S = 0,035 \cdot D^{0,6}. \quad (3.43)$$

Скорость резания, м/мин:

- при сверлении

$$V = \frac{C_1 \cdot D^q}{T^m \cdot S^y}, \quad (3.44)$$

- при рассверливании

$$V = \frac{C_1 \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x}, \quad (3.45)$$

где D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

T – стойкость сверла, мин (принимается по таблице 3.17).

Значения величин C_1, m, y, q, x выбираются по таблице 3.18.

Таблица 3.17 – Стойкость сверл в зависимости от их диаметра и обрабатываемого материала

Диаметр сверла D , мм	8	12	16	20	24	30
Стойкость сверла T , мин	При обработке сталей					
	10	10	12	18	18	30

Таблица 3.18 – Значения коэффициентов в формуле скорости резания при сверлении и рассверливании в зависимости от условий обработки

Обрабатываемый материал	Подача S , об/мин	Сверление				Рассверливание				
		C_1	m	y	q	C_1	m	y	q	x
Сталь	до 0,2	7,0	0,2	0,7	0,4	11,6	0,2	0,2	0,5	0,4
	свыше 0,2	9,8	0,2	0,5	0,4	11,6	0,2	0,2	0,5	0,4

Частота вращения, мин^{-1} , определяется по той же формуле, что и для токарной обработки.

Фрезерование. Подача на зуб, мм/зуб:

- для цилиндрических фрез – $S_z = 0,01–0,10$ мм/зуб;

- для твердосплавных торцовых фрез – $S_z = 0,2–1,0$ мм/зуб.

Подача на один оборот фрезы, мм/об:

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (3.46)$$

где z – число зубьев фрезы.

Диаметр и число зубьев фрезы выбираются по справочной литературе. Глубина фрезерования определяется припуском на обработку.

Скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_2 \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z^n \cdot B^z}, \quad (3.47)$$

где D – наружный диаметр фрезы, мм;

T – стойкость фрезы, мин (принимается согласно таблицам 3.19 и 3.20);

B – ширина фрезерования, мм.

Значения величин C_2 , q , m , x , y , z , n следует выбирать по таблице 3.21

Таблица 3.19 – Стойкость фрез из твердых сплавов в зависимости от их типа, диаметра и числа зубьев

Тип фрез	Число зубьев фрезы						
	4	5	6	8	10	12	16
	Стойкость T , мин						
Торцовые с призматическими ножами	160	200	240	320	400	–	–
Торцовые с круглыми ножами	100	100	120	160	200	240	–
Дисковые	–	–	–	240	300	860	480
Концевые:							
D до 30 мм				60			
D свыше 30 мм				180			

Таблица 3.20 – Стойкость фрез из быстрорежущей стали в зависимости от их типа, диаметра и числа зубьев

Тип фрезы	Диаметр фрезы, мм	Конструкция фрезы	Стойкость, мин
Цилиндрические	до 60	Монолитная	60
	свыше 60		90
Торцовые и дисковые	до 90	Монолитная со вставными ножами	120
	до 150 свыше 150		180
Фасонные	до 60	Монолитная	180
	свыше 60		270
Концевые		С цилиндрическим хвостовиком	30
		С коническим хвостовиком	60

Таблица 3.21 – Значения коэффициентов в формуле скорости резания при фрезеровании

Материал режущей части фрезы	Обрабатываемый материал	C_2	q	m	x	y	z	n
Быстрорежущая сталь Твердый сплав	Сталь	30	0,45	0,33	0,30	0,30	0,10	0,10
	Сталь	330	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10

Частота вращения фрезы, мин^{-1} , определяется по той же формуле, что и для токарной обработки.

Минутная подача, м/мин:

$$S = S_0 \cdot n. \quad (3.48)$$

Шлифование с продольной подачей. Глубина шлифования, мм:

- при круглом чистовом шлифовании – $h = (0,005-0,015)$ мм;

- при черновом шлифовании – $h = (0,010-0,025)$ мм.

Число проходов

$$i = \frac{t}{h}, \quad (3.49)$$

где t – припуск на шлифование (на сторону), мм.

Продольная подача, мм/об:

$$S = S_d \cdot B_k, \quad (3.50)$$

где S_d – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;

B_k – ширина шлифовального круга, мм ($B_k = 20-60$ мм).

При круглом шлифовании величина S зависит от вида шлифования:

- 1) $S = (0,3-0,5) \cdot B_k$ – при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром меньше 20 мм;
- 2) $S = (0,6-0,7) \cdot B_k$ – при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром более 20 мм;
- 3) $S = (0,75-0,85) \cdot B_k$ – для деталей из чугуна;
- 4) $S = (0,2-0,3) \cdot B_k$ – при чистовом шлифовании независимо от материала и диаметра детали.

Окружная скорость детали, м/мин:

- для чернового шлифования – $V_d = 20-80$ м/мин;

- для чистового шлифования – $V_d = 2-5$ м/мин.

Скорость продольного перемещения стола, м/мин:

$$V_{ст} = \frac{S \cdot n_d}{1000}, \quad (3.51)$$

где n_d – частота вращения детали, мин^{-1} (определяется по той же формуле, что и для токарной обработки).

Шлифование с поперечной подачей (методом врезания). Врезное шлифование является производительным методом обработки. Оно осуществляется с поперечной подачей до достижения необходимого размера поверхности (продольная подача отсутствует). Шлифовальный круг перекрывает всю ширину (длину) обрабатываемой поверхности детали. Основные параметры процесса (h , V_d) определяются так же, как и при продольном шлифовании.

Хонингование. Расчет режимов хонингования сводится к определению скоростей вращательного ($V_{вп}$) и возвратно-поступательного ($V_{вр}$) движения, числа оборотов хоны (n_x), длины хода хонинговальной головки (L_x) и числа ее двойных ходов ($n_{дв. х}$).

Окружная ($V_{вр}$) и возвратно-поступательная ($V_{вп}$) скорости при хонинговании выбираются в зависимости от материала и твердости обрабатываемой детали, материала хонинговальных брусков по справочной литературе.

По выбранной окружной скорости определяется количество оборотов хонинговальной головки:

$$n_x = \frac{1000 \cdot V_{вр}}{\pi \cdot D_p}. \quad (3.52)$$

Полученное количество оборотов уточняется с учетом паспортных данных станка 3Г833 (155, 260, 400 мин⁻¹), а по ним подсчитывается фактическая окружная скорость доводочной головки (V_{BP}).

Длина хода доводочной головки, мм, рассчитывается по формуле

$$L_x = l_1 + 2 l_2 - l_b, \quad (3.53)$$

где l_1 – длина обрабатываемого цилиндра, мм;

l_2 – перебеги бруска, мм ($l_2 = 20\text{--}30$ мм);

l_b – длина бруска, мм ($l_b = 100$ мм).

Число двойных ходов головки определяется по формуле

$$n_{дв.х} = \frac{V_{BP} \cdot 1000}{2 \cdot L_x}. \quad (3.54)$$

Техническое нормирование основных операций

Нормирование каждого вида работ имеет свои особенности и методические основы. При определении технической нормы времени рассчитывают основное время на выполнение операции, а вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время выбирают из справочных таблиц.

Технически обоснованная норма времени складывается из отдельных затрат рабочего времени [18]:

$$T_n = T_o + T_b + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (3.55)$$

где T_n – норма времени;

T_o – основное время;

T_b – вспомогательное время;

$T_{доп}$ – дополнительное время;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время;

n – количество одноименных деталей в партии.

Сумма оперативного и дополнительного времени составляет штучное время, тогда

$$T_n = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}. \quad (3.56)$$

Штучное время полностью включается в норму времени T_n при изготовлении или ремонте каждой детали. Подготовительно-заключительное время ($T_{пз}$) затрачивается один раз на изготовление или ремонт всей партии деталей и не зависит от количества деталей в партии.

В учебных пособиях приводится методика и справочные материалы по нормированию основных видов работ при восстановлении деталей [3–6, 18–20].

Для электроискровой обработки (ЭИО) нормирование работ должно производиться с учетом минимального времени обработки поверхности электродом требуемого состава при получении покрытия необходимой толщины. При этом надо учесть, что фактическое время обработки t_{ϕ} обычно составляет (не менее):

- для восстановления размеров – $t_{\phi} = (1,5–2) \tau$;
- для нанесения упрочняющих покрытий – $t_{\phi} = (2–3) \tau$,

где τ – минимальное время для нанесения сплошного покрытия, без пропусков, т. е. без участков с исходным рельефом поверхности.

Также необходимо учитывать время на подготовительно-заключительные операции и учет выполняемых работ.

Максимальная производительность нанесения покрытий составляет $10 \text{ см}^2/\text{мин}$. Средняя производительность установки принимается равной $\Pi = 7,5 \text{ см}^2/\text{мин}$.

Норму времени на обработку методом ЭИО (при ручном нанесении покрытий) рекомендуется принимать равной $T_n = 1,4 T_o$ [14].

Расчетная площадь обработанной поверхности определяется по формуле

$$F = T_o \Pi / 1,4. \quad (3.57)$$

Тогда для установки «БИГ-4» площадь обработки за смену ($T_o = 480$ мин) составит $F = 480 \cdot 7,5 / 1,4 = 2571 \text{ см}^2$.

Средний расход электродного материала (твердый сплав ВК-8) – 65 г/ч .

Оформление технологического процесса комплектом документов и ремонтного чертежа детали

Для условий ремонтного производства в соответствии с ГОСТ 3.111 применяется маршрутно-операционное описание технологического процесса: сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте (МК) в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных сложных операций в других технологических документах – операционных картах и картах технологических процессов (ОК, КТП и т. д.).

В комплект документов технологического процесса восстановления детали входят:

- титульный лист (ТЛ) форма 2 ГОСТ 3.1105;
- карта эскизов (КЭ) технологического процесса восстановления детали: заглавный и последующие листы формы 7, 7б ГОСТ 3.1105;
- маршрутная карта (МК): заглавный и последующие листы формы 2; 1б ГОСТ 3.1118.
- операционные карты (ОК) нанесения покрытий;
- карты технологических процессов (КТП) нанесения покрытий (гальванические процессы, напыление и т. д.);
- операционные карты (ОК) механической обработки: заглавный и последующие листы формы 3, 3б ГОСТ 3.1404.
- карта эскизов (КЭ) операций: заглавный и последующие листы формы 7, 7б ГОСТ 3.1105.

Первые три технологических документа (ТЛ, КЭ и МК) обязательны для технологического процесса, наличие и количество остальных определяются перечнем, сложностью и содержанием операций.

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс восстановления детали представлен в приложении И.

Ремонтный чертеж – основной документ, по которому разрабатывается технологический процесс восстановления детали.

Ремонтными считаются чертежи, предназначенные:

- для ремонта изделий (деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов);
- контроля отремонтированных изделий;
- изготовления дополнительных (новых) деталей (сборочных единиц) с ремонтными размерами.

Ремонтные чертежи разрабатывают в дополнение к ремонтным документам [26] или, при отсутствии последних, как самостоятельные документы.

Для простых изделий допускается разрабатывать ремонтные чертежи вместо руководства по ремонту и (или) технических условий на ремонт.

Требования к ремонтным чертежам приведены в источнике [27]. Согласно этим требованиям на поле чертежа в определенных местах располагают изображение восстанавливаемой детали или сборочной единицы, таблицу дефектов, указывают условия и дефекты, при наличии которых деталь бракуют, рекомендуемый технологический маршрут восстановления, таблицу категорийных ремонтных размеров (если деталь может быть восстановлена обработкой до ремонтных размеров), технические требования на восстановление, схемы базирования детали (по решению разработчиков и при наличии свободного поля чертежа).

Пример оформления курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин» представлен в приложении Л.

Список использованных источников

1. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ): учебно-методическое пособие / Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 136 с.
2. Дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению: учебно-методическое пособие / сост.: В. П. Миклуш [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Романюка. – Минск : БГАТУ, 2013. – 136 с.
3. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин, И. Г. Голубев. – М. : Росинформагротех, 2016. – 568 с.
4. Технология ремонта машин : учебное пособие для вузов / Е. А. Пучин [и др.]; под общ. ред. Е. А. Пучина. – М. : КолосС, 2007. – 448 с.
5. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.]; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – М.-Челябинск : ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
6. Ремонт машин. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / под общ. ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2004. – 490 с.
7. Юдин, В. М. Очистка машин и оборудования при техническом сервисе : учебное пособие / В. М. Юдин. – М. : Изд-во ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2015. – 44 с.
8. Молодык, А. В. Восстановление деталей машин : справочник / А. В. Молодык, А. С. Зенкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.
9. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов / Бурумкулов Ф. Х. [и др.]. – Саранск : Красный октябрь, 2003. – 504 с.
10. Восстановление деталей машин : справочник / Ф. И. Пантелеенко [и др.]; под ред. В. П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
11. Практикум по ремонту машин : учебное пособие / Е. А. Пучин [и др.]; под ред. Е. А. Пучина. – М. : КолосС, 2009. – 327 с.
12. Проектирование ТП ремонта машин и оборудования. Раздел 3. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию. – Минск : БГАТУ, 2004. – 54 с.
13. Технология сельскохозяйственного машиностроения : учебное пособие / Л. М. Кожуро [и др.]; под ред. Л. М. Кожуро. – Минск : Новое знание, 2006. – 512 с.
14. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дольского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сушова. – 5-е изд. – М. : Машиностроение-2, 2001. – Т. 1. – 912 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дольского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сушова. – 5-е изд. – М. : Машиностроение-2, 2001. – Т. 2. – 944 с.

16. Стандарт организации. Методические указания по применению электронной установки «БИГ-4». СТО ГОСНИТИ 2.001–2014. – М. : ГОСНИТИ, 2014. – 48 с.

17. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / И. П. Филонов [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. – Минск : Технопринт, 2003. – 910 с.

18. Миклуш, В. П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе : учебное пособие / В. П. Миклуш, А. С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 607 с.

19. Нормирование ремонтно-обслуживающих работ на предприятиях технического сервиса : учебно-методическое пособие / сост.: В. П. Миклуш, П. Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2009. – 72 с.

20. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК : учебное пособие / В. П. Миклуш [и др.] ; под ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.

Стандарты

21. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы: ГОСТ 3.119–83 ЕСТД. – Введ. 08.12.1983. – М. : Государственный комитет по стандартам, 1984. – 13 с.

22. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции): ГОСТ 3.1121–84 ЕСТД. – Введ. 23.11.1984. – М. : Государственный комитет по стандартам, 2003. – 45 с.

23. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием: ГОСТ 3.1404–86 ЕСТД. – Введ. 01.07.1987. – М. : Государственный комитет по стандартам, 2003. – 30 с.

24. Обозначение изделий и конструкторских документов: ГОСТ 2.201–80 ЕСКД. – Введ. 01.08.2005. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2005. – 11 с.

25. Технологичность конструкции изделий (термины и определения) : ГОСТ 14.205–83. – Введ. 01.07.1983. – М. : Государственный комитет по стандартам, Комитет стандартизации и метрологии СССР, 2003. – 5 с.

26. Межгосударственный стандарт. Ремонтные документы: ГОСТ 2.602–2013 ЕСКД. – Введ. 01.09.2016. – Минск : Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский центр CALS-технологий» (АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»), 2016. – 6 с.

27. Чертежи ремонтные. Общие требования: ГОСТ 2.604–2000. – Введ. 01.01.2002. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 7 с.

РЕПОЗИТОРИЙ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (обязательное)

Образец оформления задания на курсовой проект

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет «Технический сервис в АПК»
Кафедра «Технологии и организация технического сервиса»**

«Утверждаю»
Зав. кафедрой _____
_____ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

по дисциплине «Технология ремонта машин»

Студенту Иванову В.И. группа 10 тс

Тема курсового проекта: Разработать технологический процесс восстановления детали (наименование детали, сборочной единицы)

Исходные данные:

1. Сборочный чертеж сборочной единицы (рабочий чертеж детали, дефекты, подлежащие устранению).
2. Каталоги деталей и сборочных единиц на тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины по принадлежности ремонтируемой детали, сборочной единицы.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

Реферат. Содержание. Введение.

- 1 Анализ конструкции, условия работы и основные неисправности сборочной единицы.
- 2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.
- 3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.
 - 3.1 Обоснование требований к качеству очистки (мойки) и способов ее контроля.
 - 3.2 Характеристика загрязнений и выбор способов очистки (мойки) детали.
 - 3.3 Выбор оборудования, средств и режимов технологического процесса очистки (мойки).
- 4 Разработка технологического процесса дефектации детали.
 - 4.1 Анализ конструкции и условий работы детали.
 - 4.2 Виды и характеристика неустранимых и устранимых дефектов детали.
 - 4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов.
 - 4.4 Разработка карты дефектации и ремонта.
- 5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали.
 - 5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали.
 - 5.2 Обоснования принятых способов устранения дефектов ремонтируемой детали.
 - 5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов.
 - 5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций.
 - 5.5 Техническое нормирование основных операций.
 - 5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали.

Заключение.

Список использованных источников.

Приложение А (обязательное): Комплект документов единичного технологического процесса восстановления детали (маршрутно-операционное описание).

Перечень графического материала:

сборочный чертеж и структурная схема разборки сборочной единицы – 1 лист формата А1;
ремонтный чертеж детали – 1 лист формата А1; схема ТП восстановления детали – 1 лист формата А1.

Календарный график работы над проектом:

№ раздела	Наименование раздела, подраздела	Объем работы, %	Дата выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ конструкции и условий работы узла, разработка структурной схемы разборки – формат А1	20		
2.	Разработка технологии очистки детали	10		
3.	Разработка технологии дефектации детали	10		
4.	Разработка карты дефектации и ремонта	10		
5.	Разработка ремонтного чертежа детали – формат А1	10		
6.	Проектирование ТП восстановления детали	20		
7.	Разработка карты ТП восстановления детали – формат А1	10		
8.	Оформление расчетно-пояснительной записки и комплекта документов ТП	10		

Дата выдачи задания «___» _____ 20__ г.

Срок сдачи курсовой работы «___» _____ 20__ г.

Руководитель _____ / _____ /

Задание принял к исполнению «___» _____ 20__ г.

Студент _____ / _____ /

**Приложение Б
(обязательное)**

Образец оформления титульного листа курсового проекта

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учреждение образования
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет: «Технический сервис в АПК»

Кафедра: «Технологии и организация технического сервиса»

Пояснительная записка

к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»

на тему: «Разработать технологический процесс
восстановления (детали, сборочной единицы)»

Шифр 02.60.000.00.000

Студент __ курса __ группы

_____/_____/_____
ФИО (личная подпись)

Руководитель

_____/_____/_____
ФИО (личная подпись)

Минск, 2017

Приложение В (обязательное)

Пример оформления реферата курсового проекта

Реферат

Курсовой проект: 70 с., таблиц 4, рисунков 6, использованных источников 14.
Графическая часть – 3 листа формата А1.

Ключевые слова: водяной насос, разборка, валик водяного насоса, износ, очистка, дефектация, восстановление, оборудование, технологический процесс, комплект документов.

Объектом исследования является водяной насос 240-1307010-А двигателя Д-243.

Цель курсового проекта – разработка перспективного технологического процесса восстановления валика водяного насоса 50-1307052-Б.

Приведен анализ конструкции, условий работы и неисправностей водяного насоса. Предложена рациональная последовательность выполнения разборочных работ при его ремонте.

На основании анализа дефектов и возможных способов их устранения разработан перспективный технологический процесс восстановления валика водяного насоса. Приведено его сравнение с базовым (аналогом) технологическим процессом, применяемым на ремонтных предприятиях.

В процессе выполнения проекта разработаны технологические процессы дефектации и восстановления детали. Обоснованы необходимый измерительный инструмент, методы обнаружения дефектов и способы восстановления детали. Разработан маршрут восстановления детали, рассчитаны технологические режимы и нормы времени. Предлагаемый технологический процесс выгодно отличается от базового за счет применения прогрессивных технологических решений при очистке, дефектации и инновационной технологии восстановлений посадочных мест под подшипники электроискровым легированием, позволяющий повысить износостойкость восстанавливаемых поверхностей более чем в два раза и снизить себестоимость восстановления.

Приложение Г (обязательное)

Пример оформления содержания курсового проекта по дисциплине
«Технология ремонта машин»

Содержание

Введение	
1 Анализ конструкции, принцип работы и основные неисправности сборочной единицы.....	
2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.....	
3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.....	
3.1 Обоснование требований к качеству очистки (мойки) и способов ее контроля.....	
3.2 Характеристика загрязнений и выбор способов очистки (мойки) детали.....	
3.3 Выбор оборудования, средств и режимов технологического процесса очистки (мойки).....	
4 Разработка технологического процесса дефектации детали.....	
4.1 Анализ конструкции и условий работы детали.....	
4.2 Виды и характеристика устранимых и неустранимых дефектов детали.....	
4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов.....	
4.4 Разработка карты дефектации и ремонта.....	
5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали.....	
5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали.....	
5.2 Обоснование принятых способов устранения дефектов ремонтируемой детали.....	
5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов.....	

5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций.....	
5.5 Техническое нормирование основных операций.....	
5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали....	
Заключение.....	
Список использованных источников.....	
Приложения.....	

РЕПОЗИТОРИЙ

Приложение Д
(обязательное)

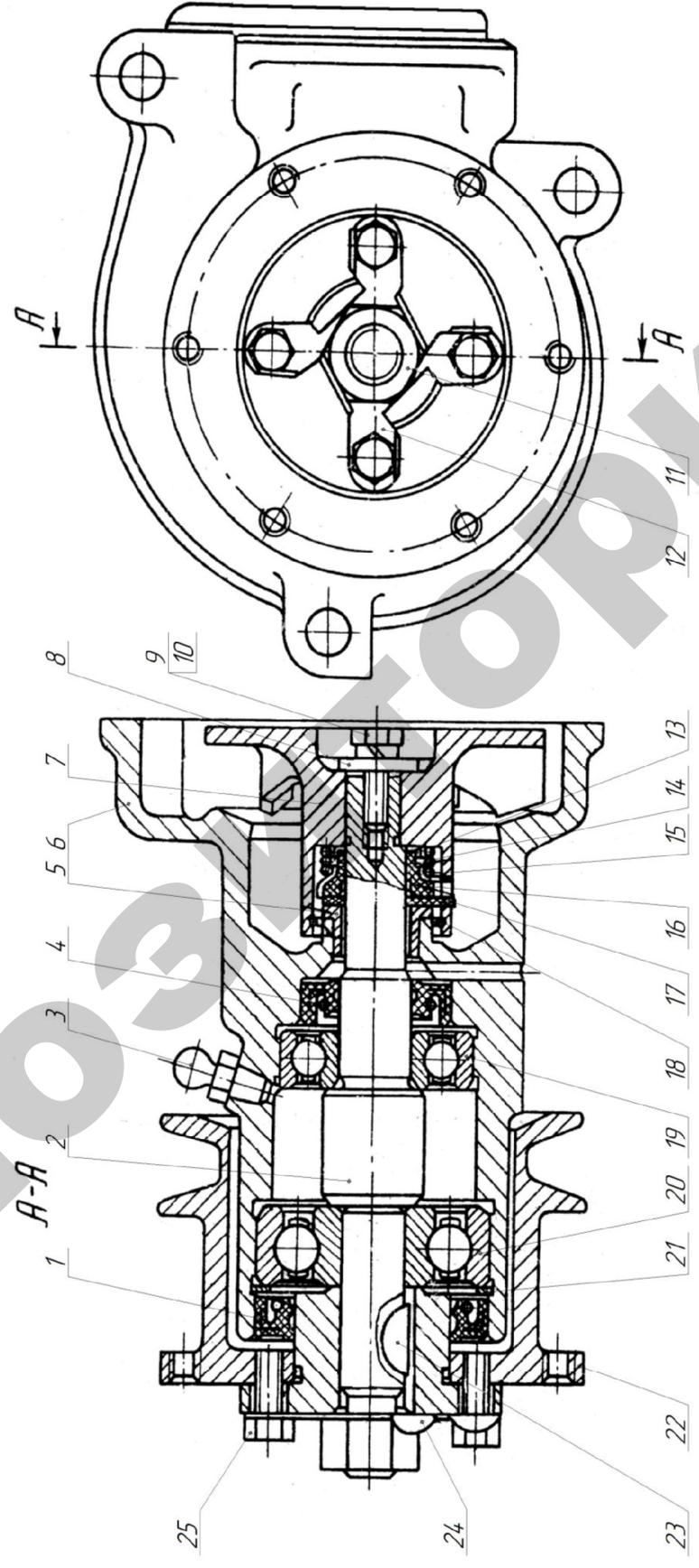
Пример оформления комплекта документов
на технологический процесс разборки водяного насоса 240-1307012

Дубл.			ГОСТ 3.1105-84 форма 2	
Взам.				
Подл.				
			01188.00001	5
				1
БГАТУ		240-1307012		
		Насос водяной		
<p>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Белорусский государственный аграрный технический университет</p> <p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАЗБОРКИ</p>				
		Разработчик:		
		Руководитель:		
ТЛ	Титульный лист			1

Дубл.			
Взам.			
Подл.			
Разраб.			
Руковод.			
Н.контр.			

	01188.00001	1
БГАТУ	240-1307012	20188.00001

Насос водяной



КЭ Карта эскизов

Дубл.	Взам.	Подл.	01188.00001		3	1												
Разраб.			БГАТУ				240-1307012	10188.00001										
Руковод.																		
Н.контр.			Насос водяной															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	Н.расх.	
Б	Код, наименование, оборудования																	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																	
А 01			05	Разборка							20188.00001							
Б 02	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос 8,0 3,82																	
О 03	Установить насос в приспособление и закрепить. Отогнуть края стопорной пластины (12) и отвернуть гайку (11).																	
04	Спрессовать шкив в сборе со ступицей 240-1307070. Снять с вала сегментную шпонку (23). Вывернуть масленку (3).																	
05	Снять манжету (1), стопорное кольцо (21). Отвернуть болт (9) с упорной (8) и пружинной (10) шайбами. Выпрессовать																	
06	валик в сборе с подшипниками, вынуть крыльчатку в сборе 50-1307030. Снять манжету (4), выпрессовать опорную																	
07	втулку (5).																	
Т 08	Приспособление цеховое; молоток 7850-0035 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2310-77; зубило 2810-0187 Хим. Окс. Прм.																	
09	ГОСТ 7211-86; ключ 1514.16.00 А ТУ 70.0001.462-80; сменные головки 7812-0471 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 3329-80; ключ																	
10	7811-0021 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2839-80; щипцы 78114-0314 Х9 ГОСТ 24589-81; отвертка 7810-0392 Хим. Окс. Прм. ГОСТ																	
11	17199-81; крючок для снятия сальников 70-7814-1515; наставка с медным наконечником цеховая.																	
12																		
13	Шкив в сборе 240-1307070																	
А 14			10	Разборка							20188.00001							
Б 15	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос 3,0 1,04																	
МК	Маршрутная карта																3	

Дубл.		Взам.		Лодл.		01188.00001		3											
						240-1307012		10188.00001											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер. Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	КМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОПП	ЕВ	Кшт.	ЕН	Тпз	Тшт.	Н.расх.
Б	Обозначение, код																		
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала																		
32	пружину (14). Снять с манжеты кольцо (13) и обойму (15).																		
Т 33	Отвертка 7810-0392 Хим. Окс. Прм ГОСТ 17199-81.																		
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
Т 46																			
47																			
МК										Маршрутная карта									
										5									

**Приложение Е
(обязательное)**

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс
дефектации валика 50-11307052-Б водяного насоса 240-1307012

Дубл.		Взам.		Подл.		ГОСТ 3.1105-84 форма 2	
						01103.00001	1
БГАТУ		50-11307052-Б		Валик			
<p align="center">Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Белорусский государственный аграрный технический университет</p> <p align="center">КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ДЕФЕКТАЦИИ</p> <p>Разработчик: _____</p> <p>Руководитель: _____</p>							
ТЛ	Титульный лист						1

Приложение Ж (обязательное)

Пример оформления ремонтного чертежа валика 50-11307052-Б
водяного насоса 240-1307012

✓ Ra 6.3 (✓)

Схема доработки для токарной операции

1. Поверхности Г, Е и Ж колить ТВЧ 37.4.7 НРС.
2. Острые крошки припильить радиусом 0.5 мм или факсой 0.5x45°.
3. Неукрепленные пределы отклонения размера отверстия Н4.
4. Допускаться изотопленные из стали 4.0Х.
5. Остальные технические требования по СТБ 1014-95.
6. * Планер для стрижки.

Вид	Измерение	Наименование	Примечание
1	150-1307052-Б	Валик	1 (отв. 40Н) ПРГ 49.1-1
2	ВРУ 8x12	Прочие изделия	
3	СТ МР00С RU1403.00019	Вставка резьбовая	1

02.60.000.00.000 РГБ	
Лист 1	Из всего 1
Валик 50-1307052-Б	
Ремонтный чертеж	
0.7	751
БГАУ зр.	Формат А2

№	Исполнение	Наименование	Материал	Допуски	Технология	Примечание
1	Исполнение вала	Установка резьбы спиральной	Сталь	±0.016 ±0.005	Установка резьбы с односторонней резьбой	Установка диаметровой резьбы
2	Исполнение вала	Точить, напильник в среде углекислого газа, точить, шлифовать	Сталь		Точить, напильник в среде углекислого газа, шлифовать	Видоизменяемая напайка
3	Исполнение паза	Фрезеровать новый шпоночный паз под углом 180° относительно измененного	Сталь		Фрезеровать новый шпоночный паз под углом 180° относительно измененного	Задорить в среде углекислого газа фрезеровать шпоночный паз
4	Исполнение напайки	Точить, напильник в среде углекислого газа, шлифовать, нарезать резьбу	Сталь		Точить, напильник в среде углекислого газа, шлифовать, нарезать резьбу	Видоизменяемая напайка

Технологический маршрут восстановления:

Слесарная (деф.1); фрезерная (деф.3); токарная (деф.2.4); напильничная (деф.2.4); токарная (деф.2.4); токарная (деф.4); термическая (деф.2); шлифовальная (деф.2); контрольная (деф.1-4).

02.60.000.00.000 РГБ

Лист 1 из 1

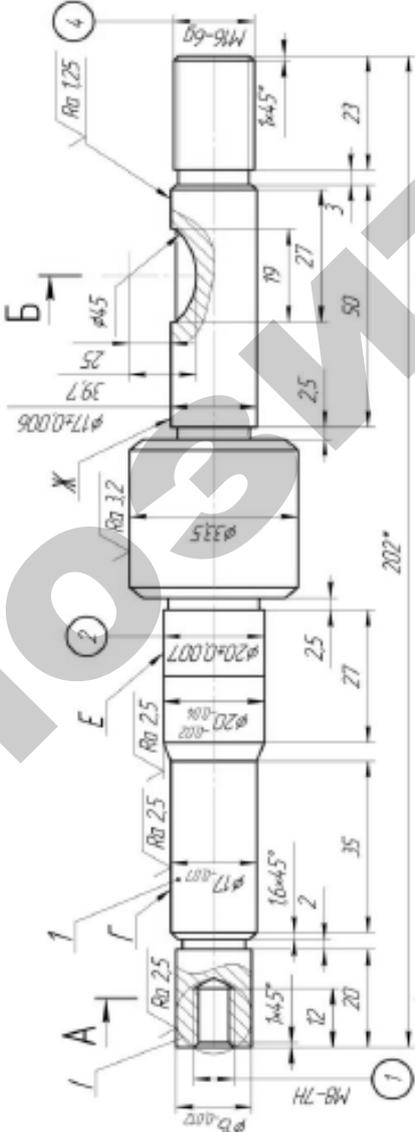
Приложение И (обязательное)

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс
восстановления валика 50-11307052-Б водяного насоса 240-1307012 (базовый)

ГОСТ 3.1105-84 форма 2	
Дубл.	
Взам.	
Подл.	
	01102.00001
БГАТУ	50-1307052-Б
Валик	
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ</p>	
<p>Разработал: студент группы</p> <p>Руководитель:</p>	
<p>Минск 2016</p>	
ТЛ	1

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
Разраб.			БГАТУ		50-1307052-Б		01102.00001		20102.00001	
Н.контр.					Валик					

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



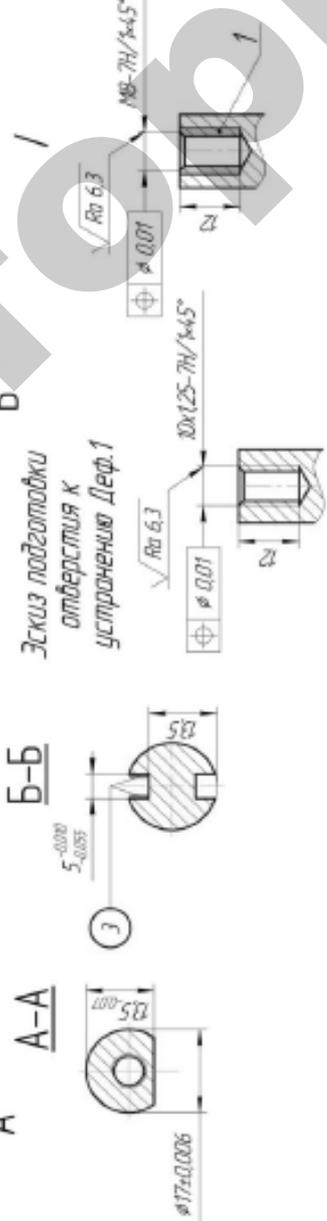
Дефекты

- 1 Подрезание выкрученной резьбы М8-7Н
- 2 Мног. шлохы впадин под шрифтоскопическим до размерам менее $\phi 19,95$ мм
- 3 Мног. шлохосов пазов по ширине до размерам больше 5,02 мм
- 4 Подрезание наружной резьбы М8-6Ф

Темические требования

- 1 Подрезности Г, Е и Ж коваль ТРЧ 37.47 НКБЗ
- 2 Шероховатость поверхности радиусом 0,5 мм для фаски $0,5 \times 45^\circ$
- 3 Неустраненные дефектные включения размерам отбортовки НК, длиной НК, высотой $1/2N$
- 4 Допускается изготовление из стали 40Х
- 5 Основные темические требования по СТБ ЮН-95
- 6 * Размер для справок

Эскиз подготовки отверстия к устраниению Деф.1

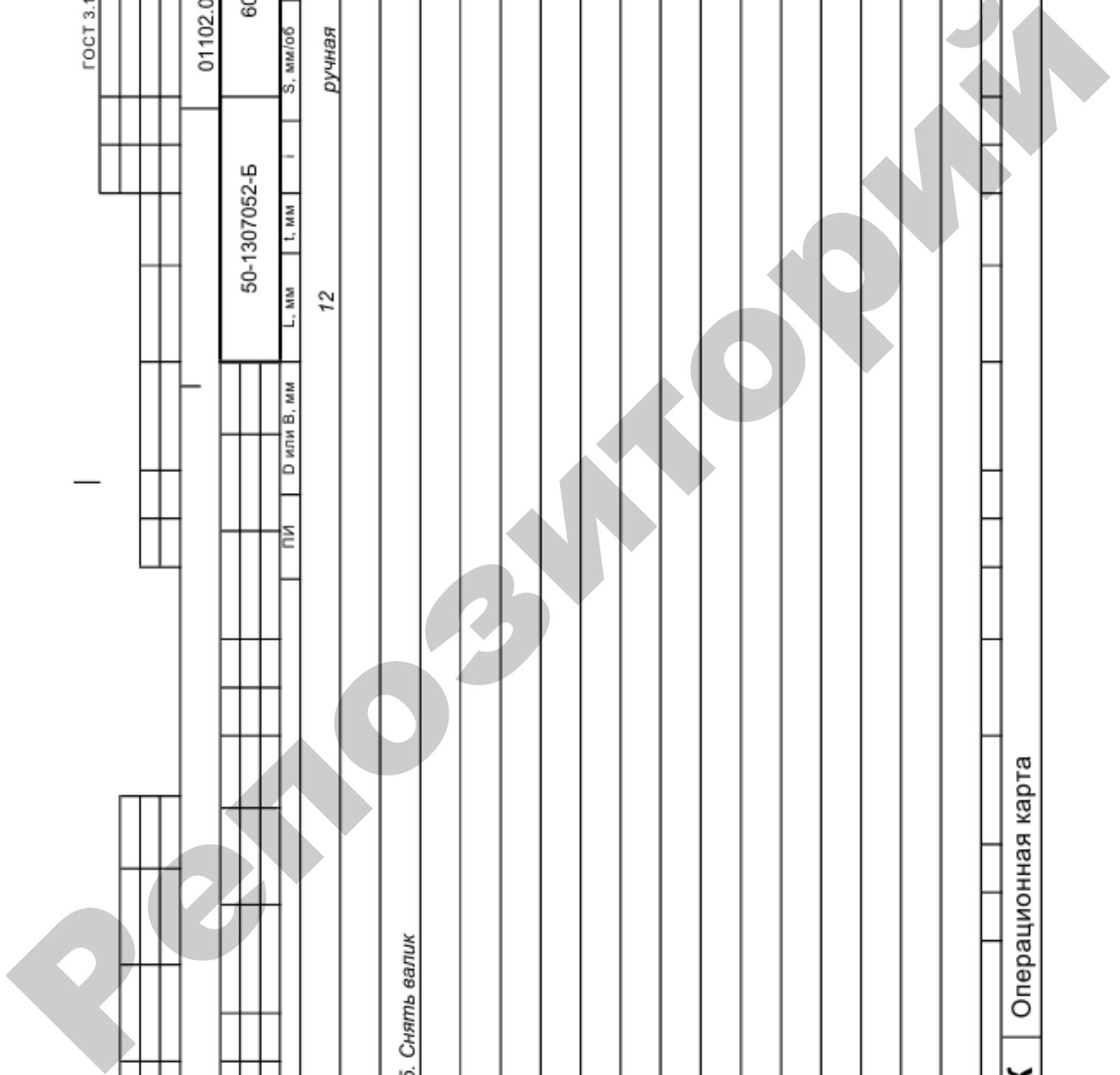


КЭ Карта эскизов

Дубл.	Взам.	Лодл.	01102.00001		4	1										
Разраб.			БГАТУ		50-1307052-Б		10102.00001									
Н.контр.			Валик													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	К/М		Наименование детали, сборки или материала		Наименование документа											
						Обозначение, код										
						Обозначение, код										
А 01	05			Слесарная (Деф.1)		60140.00001; 20102.00001										
Б 02	Верстак 1468-01-060А, станок сверлильный ГС-2112		слес.		4	н/р								6,0		8,98
03																
А04	10			Фрезерная (Деф.3)		60140.00001; 20102.00001										
Б05	Станок горизонтально-фрезерный 53Д20ВФ2		фрез.		4	н/р								15		15,72
06																
А07	15			Токарная (Деф.2,4)		60140.00001; 20102.00001										
Б08	Станок токарный 16К20Ф3		ток.		4	н/р								0,04		0,86
09																
А10	20			Наплавочная (Деф.2,4)		60191.00001; 20102.00001										
Б11	Установка для наплавки 01.06-125 "Ремдеталь"		св.		4	т/р								0,14		4,13
12																
А13	25			Токарная (Деф.2,4)		60140.00001; 20102.00001										
Б14	Станок токарный 16К20Ф3		ток.		4	н/р								0,08		1,58
15																
МК		Маршрутная карта														3

Дубл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Ишт.	Н,раск.		
							Наименование детали, сборки или материала	Обозначение документа													
								Обозначение код													
A16						30	Токарная (Деф.4)	60140.00001; 20102.00001													
B17							Станок токарный 16К20Ф3	ток. 4 н/р												0,04	0,72
18																					
A19						35	Термическая (Деф.2)	60191.00001; 20102.00001													
B20							Станок токарный 16К20Ф3	терм. 4 т/р												8	17,7
21																					
A22						40	Шлифовальная (Деф.2)	60140.00001; 20102.00001													
B23							Станок круглошлифовальный 3М184И	шлиф. 4 н/р												0,15	8,56
24																					
A25						45	Контрольная	60140.00001; 20102.00001													
B26							Стол контролера ОРГ-1468-01-080А	контр. 4 н/р												0,26	14,67
O 27							Контролировать резьбу М8-7Н, шейку валика под шарикоподшипник Ø20 -0,007, шпоночный паз по ширине 5 -0,055, резьбу М16-6g. Контролировать твердость поверхности Г, Е и Ж калиль ТВЧ 37...47 НРСз.														
T29							Микрометр МК-25 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ-II-250-0.05 ГОСТ 166-80, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75, резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 17763-72; резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997-81; шпонка ШВ-5х19 ГОСТ 23360-80.														
30																					
31																					
МК	Маршрутная карта																				
																				4	

ГОСТ 3.1404-86 форма 3б										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
		01102.00001		2						
		50-1307052-Б		60140.00001						
Р	Д или В, мм	Л, мм	Т, мм	И	С, мм/об	л, мин-1	В, мл/мин			
Р 14		12						ручная		
15										
О 16 5. Снять валик										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
ОК								Операционная карта		6



ГОСТ 3.1404-86 форма 3											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
Разраб.									01102.00001	1	
Пров.											
Н.контр.											
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры	
Фрезерная (Деф.3)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71		37...47 HRC		кг		0,7		60141.00001	
Оборудование,		Обозначение программы		То		Iв		Iпз.		Iшт.	
53Д20ВФ2				0,07		0,6		15		15,72	
Р			ПИ		Д или В, мм	L, мм	L, мм	I	Sz, мм/об	п. мин-1	V, м/мин
О 01	1. Установить и закрепить валик.										
Т 02	Тиски с призматическими губками ГОСТ 21168-75										
03											
О 04	2. Фрезеровать шлоночный паз под углом 180 град. относительно изношенного паза, h=5-0,055. $T_{\phi}=0,6$ $T_{\sigma}=0,1$										
Т 05	Фреза дисковая Т15К6 ГОСТ 6396\2234-0133										
Р 06							19	1	280	44	
07											
О 08	3. Снять валик.										
09											
10											
11											
12											
13											
OK Операционная карта										7	

Дубл.	Взам.	Подл.											01102.00001	1	
Разраб.			БГАТУ										50-1307052-Б	60191.00001	
Н.контр.			Валик											020	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа					
Б	Код, наименование, обозначения				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	То	Тв	Тдоп	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала														
Обозначение код															
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.														
А 02	20 Наплавочная (Деф.2, 4) св. 4 т/р														
Б 03	Установка для наплавки 01.06-125 "Ремдеталь"														
М 04	Проволока Нп 0,8 30ХГСА ГОСТ 1050-74.														
М 05	Газ углекислый ГОСТ 8050-75														
О 06	1. Установить деталь														
Т 07	Патрон 3-х кулачковый 7103-0001 ГОСТ 3890-82, центре А2 ГОСТ 14034-74.														
08															
О 09	2. Наплавить поверхности, выдерживая размеры $\varnothing 20,6$ мм, $L=13$ мм (Деф.2), $\varnothing 16,6$ мм, $L=23$ мм (Деф.4).														
Т 10	Плоскогубцы 7814-0102 ГОСТ 17440-86, штангенциркуль ШЦ-II-250-0.05 ГОСТ 166-80.														
Р 11	Полярность - обратная, сила сварочного тока $I_{св}=100$ А, напряжение $U=18$ В, скорость наплавки $V_{н}=0,4$ м/мин,														
Р 12	расход (СО2) $Q=8$ л/мин, $n_1=7$ об/мин, $n_2=9$ об/мин, шаг наплавки $S=2d=2\cdot 0,8=1,6$ мм/об, вылет электрода $l=12$ мм,														
13															
О 14	3. Снять валик														
15															
ОК													Операционная карта		9

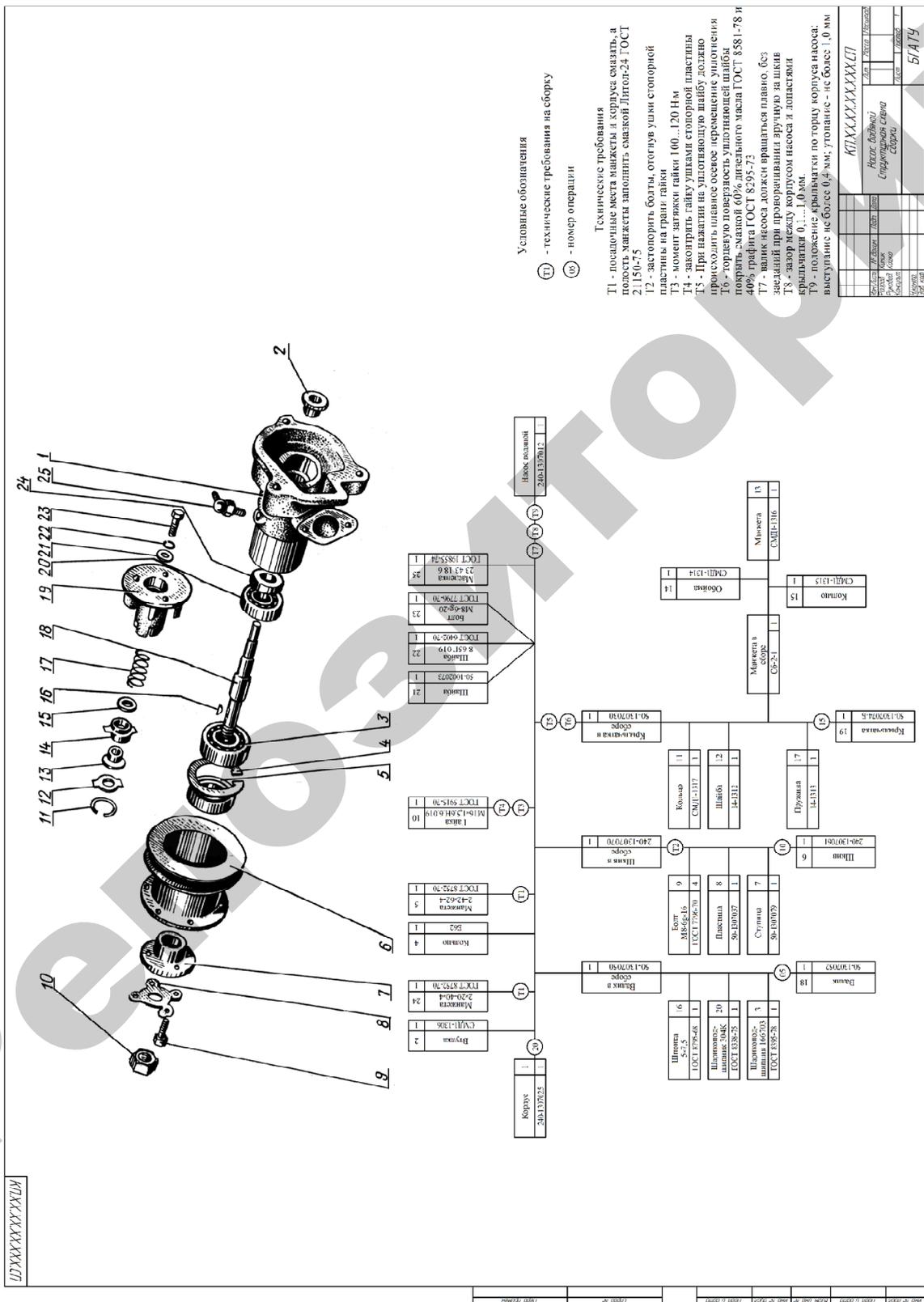
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Разраб.																				
Пров.																				
Н.контр.																				
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД						
Токарная (Деф.2.4)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71		37...47 HRC		кз		0,7		-		-		1						
Оборудование,		Обозначение программы		То		Тв		Тпз.		Тшт.		СОЖ								
16K20Ф3				0,82		0,48		0,08		1,58		-								
Р		ПИ		Д или В, мм	Л, мм	Г, мм		Ш, мм/об	п, мин-1	У, м/мин										
O 01	1. Установить и закрепить валик.																			
T 02	Патрон 3-х кулачковый 7103-0001 ГОСТ 3890-82, центр А2 ГОСТ 14034-74.																			
O 03																				
O 04	2. Точить поверхности, выдерживая размеры Ø20,2, L=13 (деф.2), Ø16,3, L=23 (деф.4), точить фаски 1x45 T _в =0,48 T _г =0,82																			
T 05	Резец проходной ГОСТ 9795-84, Т15К6Т.																			
P 06					13		1	0,25	550	34										
P 07					23		1	0,25	680	34										
O 08																				
O 09	3. Снять валик.																			
10																				
11																				
12																				
13																				
OK	Операционная карта																			10

Дубл.	Взам.	Подл.											01102.00001	1			
Разраб.			БГАТУ										50-1307052-Б	60191.00001			
Н.контр.			Валик											035			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	То	Тв	Тдоп	Тпз	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования																
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение документа											
Обозначение, код																	
M 01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.																
A 02	35 Термическая (Дэф.2.) терм. 4 т/р																
B 03	Установка ТВЧ2А135 8,0 17,7																
M 04	Вода техническая 30л																
O 05	1. Установить деталь																
T 06	Приспособление для заковки цеховое.																
07																	
O 08	2. Калить шейку под шарикоподшипник Ø20-0,007 НРС 37 ...47.																
T 09	Твердомер ТК-14-250 ГОСТ 9013-59, ванна с водой.																
10																	
O 11	3. Снять валик																
12																	
13																	
14																	
15																	
OK	Операционная карта															12	

Дубл. Взам. Лодл.														
Разраб.	01102.00001												1	
Пров.	БГАТУ 50-1307052-Б												60141.00001	
Н.контр.	Валик													040
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД
Шлифовальная (Деф.2)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71		37...47 HRC		кг		0,7		-		-		1
Оборудование.		Обозначение программы		То		I в		I пз.		I шт.		СОЖ		
3М184И				2,94		4,5		0,15		8,56				
Р		Д или В, мм	L, мм	l, мм	i	Sz, мм/об	л, мин-1	V, м/мин						
Р 01	1. Установить и закрепить валик.													
Т 02	Патрон 3-х кулачковый 7103-0001 ГОСТ 3890-82, центр А2 ГОСТ 14034-74.													
03														
Р 04	2. Шлифовать наружную поверхность, выдерживая размер $\varnothing 20-0,007$, $I Ra=1,25$.													
Т 05	Круг 92Е 1 400х20х203 24А 12-П СМ К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83.													
Р 06	Черновое шлифование													
07	Чистовое шлифование													
08														
Р 09	3. Снять валик.													
10														
11														
12														
13														
OK	Операционная карта													13

Приложение К (обязательное)

Пример оформления структурной схемы сборки насоса водяного 240-1307012



**Приложение Л
(обязательное)**

Пример оформления комплекта документов на технологический процесс сборки насоса водяного 240-1307012

		ГОСТ 3.1105-84 форма 2	
Дубл.			
Взам.			
Подл.			
		01 188.00001	10
			1
БГАТУ		240-1307012	
		Насос водяной	
<p>Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Белорусский государственный аграрный технический университет</p> <p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ</p> <p>Разработчик: _____</p> <p>Руководитель: _____</p>			
ТЛ	Титульный лист		1

Дубл.	Взам.	Подл.											5	1		
													01188.00001			
Разраб.			БГАТУ										240-1307012	10188.00001		
Руковод.																
Н.контр.			Насос водяной													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	
Б	Код,наименование,оборудования				Обозначение документа											
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код											
01	Валик 50-1307050															
A 02	05 Сборка				20188.00001											
Б 03	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А															
04	Пресс настольный П10				сл 4 н/ос 6 1,17											
К 05	Валик 50-1307052-Б; шарикоподшипник 160703; шарикоподшипник 304К ГОСТ 8838-75; шпонка 7×7,5 ГОСТ 8795-78.															
О 06	Напрессовать шариковые подшипники (2) и (3) на валик водяного насоса (1). Запрессовать шпонку (4).															
Т 07	Подставка цеховая; надставка цеховая, молоток 7850-0035 Хим. Окс. прм. ГОСТ 2310-77.															
08																
09	Шкив 240-1307070															
A 10	10 Сборка				20188.00001											
Б 11	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А				сл 4 н/ос 2,0 1,72											
К 12	Шкив 240-1307061; ступица 50-1307079; пластина 50-1307037-Б1; болт М8-6g×16.88.35.019 ГОСТ 7796-70 (4).															
О 13	Установить шкив (1) в тиски и закрепить. Установить в шкив (1) ступицу (2). Установить стопорную пластину (3) и закрепить болтами (4). Застопорить болты, отогнув усики стопорной пластины на грани болтов.															
Т 15	Тиски слесарные 7227-0275 ГОСТ 4045-75; ключ 1514.16.00А ТУ 70.0001.462-80; головка сменная 7812-0471 Хим.Окс. Прм.															
МК	Маршрутная карта															
	2															

Дубл.		Взам.		Подл.		01188.00001		2		240-1307012		10188.00001					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	Код, наименование, оборудования		Обозначение документа														
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала		Обозначение, код														
16	ГОСТ 3328-80; зубило 2870-0187 Хим. Окс. прм. ГОСТ 7211-86; молоток 7850-0035 Хим. Окс. Прм. ГОСТ 2310-77.																
17																	
18	Крыльчатка 50-1307050																
А 19	15 Сборка		20188.00001														
Б 20	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос 3,0 1,14																
К 21	Крыльчатка 50-1307074-Б; пружина 14-1313; манжета СМД1-1316; обойма СМД1-1314; кольцо СМД1-1315; шайба 14-1312;																
22	кольцо СМД1-1317.																
О 23	Установить в приспособление стопорное кольцо (2), уплотняющую шайбу (3) и манжету (4). Установить на манжету обойму																
24	(5), кольцо манжеты (6), пружину (7) и крыльчатку (1). Нажатием осадить крыльчатку до захода стопорного кольца в																
25	выточку ступицы крыльчатки. На уплотняющей шайбе заусенцы, острые кромки и грязь не допускаются. При нажатии на																
26	уплотняющую шайбу должно происходить плавное осевое перемещение уплотнения.																
Т 27	Приспособление для сборки крыльчатки цеховое.																
28																	
29	Насос водяной 240-1307012																
А 30	20 Сборка		20188.00001														
Б 31	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А сл 4 н/ос																
МК	Маршрутная карта																3

Дубл.	Взам.	Подл.															
																01188.00001	3
			240-1307012												10188.00001		
А			Обозначение документа						Обозначение, код								
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование, оборудование	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б																	
К/М																	
32				Пресс настольный П 10												10	5,7
К 33				Шкив в сборе 240-1307070; крыльчатка в сборе 50-1307030; валик в сборе 50-1307050; манжета 2-42×62-4 ГОСТ 8752-70;													
34				манжета 2-20×40-4 ГОСТ 8752-70; масленка 23 43 186 ГОСТ 19855-74; корпус 240-1307025; втулка СМД1-1306; кольцо													
35				Б62; шайба 50-1002073; шайба 8.65Г ГОСТ 6402-70; болт М8-6g×20.88.35.019 ГОСТ 7796-70; гайка М16×1,5-6Н 6.019													
36				ГОСТ 5915-70; Литол-24 ГОСТ 21150-75.													
М 37				Смазка: 60% дизельного масла ГОСТ 8581-78 и 40% графита ГОСТ 8295-73.													
О 38				Запрессовать в корпус водяного насоса (1) опорную втулку (2). Посадочные места манжеты (3) и корпуса (1) смазать, а													
39				полость между уплотняющими кромками манжеты заполнить смазкой Литол-24. Запрессовать манжету (3) в корпус (1).													
40				Запрессовать в корпус (1) валик в сборе. Установить стопорное кольцо (4) и запрессовать манжету (5). Перед													
41				запрессовкой посадочные места манжеты и корпуса смазать, а полость между уплотняющими кромками манжеты													
42				заполнить смазкой Литол-24. Напрессовать на валик шкив в сборе и завернуть гайку (6). Момент затяжки гайки													
43				100...120 Н·м. Законтрить гайку усиками стопорной пластины (7). Покрыть графитовой смазкой уплотняющую													
44				шайбу крыльчатки в сборе и напрессовать крыльчатку на валик водяного насоса. Завернуть в торец валика болт (10) с													
45				упорной (8) и пружинной (9) шайбами. Завернуть в корпус насоса масленку (11).													
Т 46				Приспособление для сборки насоса цеховое; наставка цеховая; молоток с медными бойками ПИМ-1418-17-370; молоток													
47				7850-0035 Хим. Окс. прм. ГОСТ 2310-77; зубило 2810-0187 Хим. Окс. прм. ГОСТ 7211-86; ключ 1514.16.00А													
МК				Маршрутная карта													4

Дубл.		Взам.		Подп.		01188.00001		240-1307012		10188.00001		4							
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	Н, расх.			
КМ				Наименование детали, сборки или материала	Обозначение, код				Обозначение документа										
48	ТУ 70.0001.462-80; сменные головки 7812-04714, 7812-0502 Хим. Окс. прм. ГОСТ 3329-80; ключ 7811-0021 Хим. Окс. прм.																		
49	ГОСТ 2839-80; ключ динамометрический ОР-8928 ТУ 70.0001.814-80; щипцы для стопорных колец ПТ-1468-11-460																		
50	ГОСНИТИ; ванна со смазкой цеховая; кисть КФК-10 ГОСТ 10597-90; лопатка цеховая.																		
51																			
А 52	25 Контроль													20188.00001					
Б 53	Стол дефектовщика ОРГ-1468-01-090А													сл	4	н/ос	4	1,85	
О 54	Проверить вращение валика водяного насоса, вращая вручную за шкив. Вращение валика должно быть плавным, без заеданий. Проверить зазор между корпусом водяного насоса и лопастями крыльчатки: минимальный - нажав рукой на крыльчатку, максимальный - нажав на ступицу шкива. Зазор должен быть в пределах 0,1...1,0 мм. Проверить положение крыльчатки по торцу корпуса водяного насоса. Допускается выступание крыльчатки не более 0,4 мм, утопание - не более 1,0 мм.																		
Т 59	Набор щупов №2 ГОСТ 882-75; угольник поверочный УП-2-160-ГОСТ 3749-77.																		
60																			
А 61	30 Испытание													60103.00001					
Б 62	Стенд испытательный КИ-24004													сл	4	н/ос	10	7,4	
63																			
МК														Маршрутная карта		5			

Дубл.	Взам.	Подл.											5	1			
													01188.00001				
Разраб.			БГАТУ										240-1307012		60103.00001		
Руковод.																	
Н.контр.			Насос водяной														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
Б	Код,наименование,оборудования				Обозначение документа												
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код												
А 01				30	Испытание										10	7,4	
Б 02	Стенд испытательный КИ-24004					сл	4	н/ос									
М 03	Вода техническая															40 л	
О 04	1. Установить и закрепить водяной насос на стенд																
Т 05	Ключ 7811-0021С1Х9 ГОСТ 2839-80																
О 06	2. Испытать водяной насос на производительность и герметичность. Допускается подтекание воды до двух капель в минуту через дренажное отверстие в корпусе насоса.																
Р 08	Частота вращения валика насоса n=2600 мин ⁻¹ ; противодавление ΔР=0,03 МПа; время испытания Ти=5 мин;																
09	производительность - не менее 120 л/мин																
О 10	3. Снять насос.																
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
МК Маршрутная карта / Операционная карта испытания																	
6																	

**Приложение М
(обязательное)**

Пример оформления курсового проекта по дисциплине
«Технология ремонта машин»

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учреждение образования
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет: «Технический сервис в АПК»

Кафедра: «Технологии и организация технического сервиса»

Пояснительная записка

к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин»
на тему: «Разработать технологический процесс восстановления валика
водяного насоса 50-1307052-Б (деф.1-4) двигателя Д-243»

Шифр 0 2.60.000.00.000

Студент 4 курса 10 тс группы

_____/Иванов В.И./
(личная подпись) (ФИО)

Руководитель

_____/_____/_____
(личная подпись)
(ФИО)

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет «Технический сервис в АПК»
Кафедра «Технологии и организация технического сервиса»**

Утверждаю
Зав. кафедрой _____
« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на курсовой проект
по дисциплине «Технология ремонта машин»

Студенту Иванову В.И. группа 10 тс

Тема курсового проекта: Разработать технологический процесс восстановления валика водяного насоса 50-1307052-Б (деф.1-4) двигателя Д-243

Исходные данные:

1. Сборочный чертеж узла машины или рабочий чертеж детали, дефекты, подлежащие устранению.
2. Каталоги деталей и сборочных единиц на тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины по принадлежности ремонтируемой детали, узла.

Содержание расчетно-пояснительной записки:

Реферат. Содержание. Введение.

- 1 Анализ конструкции, условия работы и основные неисправности сборочной единицы.
- 2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.
- 3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.
 - 3.1 Обоснование требований к качеству очистки (мойки) и способов ее контроля.
 - 3.2 Характеристика загрязнений и выбор способов очистки (мойки) детали.
 - 3.3 Выбор оборудования, средств и режимов технологического процесса очистки (мойки).
- 4 Разработка технологического процесса дефектации детали.
 - 4.1 Анализ конструкции и условий работы детали.
 - 4.2 Виды и характеристика неустранимых и устранимых дефектов детали.
 - 4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов.
 - 4.4 Разработка карты дефектации и ремонта.
- 5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали.
 - 5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали.
 - 5.2 Обоснования принятых способов устранения дефектов ремонтируемой детали.
 - 5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов.
 - 5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций.
 - 5.5 Техническое нормирование основных операций.
 - 5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали.

Заключение.

Список использованных источников.

Приложение М1 (обязательное): Комплект документов единичного технологического процесса восстановления детали (маршрутно-операционное описание).

Перечень графического материала:

сборочный чертеж и структурная схема разборки водяного насоса – 1 лист формата А1; ремонтный чертеж валика водяного насоса – 1 лист формата А1; карта ТП восстановления валика водяного насоса – 1 лист формата А1.

Календарный график работы над проектом:

№ раздела	Наименование раздела, подраздела	Объем работы, %	Дата выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ конструкции и условий работы узла, разработка структурной схемы разборки – формат А1	20		
2.	Разработка технологии очистки детали	10		
3.	Разработка технологии дефектации детали	10		
4.	Разработка карты дефектации и ремонта	10		
5.	Разработка ремонтного чертежа детали – формат А1	10		
6.	Проектирование ТП восстановления детали	20		
7.	Разработка карты ТП восстановления детали – формат А1	10		
8.	Оформление расчетно-пояснительной записки и комплекта документов ТП	10		

Дата выдачи задания «___» _____ 20__ г.

Срок сдачи курсовой работы «___» _____ 20__ г.

Руководитель _____ / _____ /

Задание принял к исполнению «___» _____ 20__ г.

Студент _____ / _____ /

Реферат

Курсовой проект: 81 с., таблиц 4, рисунков 6, использованных источников 14. Графическая часть – 3 листа формата А1.

Ключевые слова; водяной насос, разборка; валик водяного насоса, износ; очистка; дефектация; восстановление; оборудование; технологический процесс, комплект документов.

Объектом исследования является водяной насос 240-1307010-А двигателя Д-243.

Цель курсового проекта – разработка перспективного технологического процесса восстановления валика водяного насоса 50-1307052-Б.

Приведен анализ конструкции, условий работы и неисправностей водяного насоса. Предложена рациональная последовательность выполнения разборочных работ при его ремонте.

На основании анализа дефектов и возможных способов их устранения разработан перспективный технологический процесс восстановления валика водяного насоса. Приведено его сравнение с базовым (аналогом) технологическим процессом, применяемым на ремонтных предприятиях.

В ходе выполнения проекта разработаны технологические процессы дефектации и восстановления детали. Обоснованы необходимый измерительный инструмент, методы обнаружения дефектов и способы восстановления детали. Разработан маршрут восстановления детали, рассчитаны технологические режимы и нормы времени. Предлагаемый технологический процесс выгодно отличается от базового за счет применения прогрессивных технологических решений при очистке, дефектации и инновационной технологии восстановлений посадочных мест под подшипники электроискровым легированием, позволяющий повысить износостойкость восстанавливаемых поверхностей более чем в два раза и снизить себестоимость восстановления.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ конструкции, принцип работы и основные неисправности сборочной единицы.....	9
2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали.....	14
3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали.....	21
3.1 Обоснование требований к качеству очистки (мойки) и способов ее контроля.....	21
3.2 Характеристика загрязнений и выбор способов очистки (мойки) детали....	21
3.3 Выбор оборудования, средств и режимов технологического процесса очистки (мойки).....	22
4 Разработка технологического процесса дефектации детали.....	24
4.1 Анализ конструкции и условий работы детали.....	24
4.2 Виды и характеристика устранимых и неустранимых дефектов детали....	25
4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов.....	26
4.4 Разработка карты дефектации и ремонта.....	27
5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали.....	29
5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали.....	29
5.2 Обоснование принятых способов устранения дефектов ремонтируемой детали.....	32

					02.60.000.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>					<i>Разработать технологический процесс восстановления валика 50-1307052-Б (деф.1-4) водяного насоса двигателя Д-243</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>						У К П	4	81
<i>Н. Контр.</i>					<i>БГАТУ, гр.</i>			
<i>Зав. каф.</i>								

5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов.....	38
5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций.....	40
5.5 Техническое нормирование основных операций.....	50
5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали....	62
Заключение.....	68
Список использованных источников.....	70
Приложение М1 Комплект документов единичного технологического процесса восстановления детали (маршрутно-операционное описание).....	73

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		5

Введение

В процессе эксплуатации машины подвергаются типичным внешним (эксплуатационным) и внутренним воздействиям, в результате чего изменяется их техническое состояние, что ухудшает технико-экономические показатели машин: увеличивается расход топлива и масла; уменьшаются рабочие скорости и мощность, тяговое усилие; снижается производительность. Основные причины снижения исходных характеристик: нарушение исходных регулировок механизмов и систем, ослабление креплений, изменение свойств материалов, зазоров и натягов в соединениях деталей в результате изнашивания.

Эффективное использование машин и оборудования обеспечивается высоким уровнем их технического обслуживания и ремонта, наличием необходимого числа запасных частей. Сбалансированное обеспечение запасными частями ремонтных предприятий и сферы эксплуатации машин и оборудования, как показывают технико-экономические расчеты, целесообразно осуществлять с учетом периодического возобновления работоспособности деталей, восстановленных современными способами.

В настоящее время затраты на техническое обслуживание и ремонт находятся в пределах 12–13 % от себестоимости произведенной сельскохозяйственной продукции и составляют свыше 20 % в общих затратах на эксплуатацию машин и оборудования. В структуре затрат на ремонт сельскохозяйственной техники стоимость запасных частей составляет 55–70 %.

Следует отметить, что рост затрат на ремонт в значительной мере связан со снижением удельного веса восстанавливаемых деталей. Если в 80-х годах прошлого века он составлял 25 %, то в настоящее время – не более 7–8 %. Международная практика свидетельствует, что доля восстанавливаемых деталей в общем объеме потребления запасных частей достигает в зарубежных странах 30–35 % [1].

Повысить эффективность технического сервиса машин и снизить эксплуатационные затраты можно путем совершенствования организации

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		6

и увеличения объемов восстановления деталей. По сравнению с производством новых деталей, при восстановлении используют на 90 % меньше материала и энергии. В этой связи прогноз на увеличение объемов восстановления деталей в ближайшей перспективе соответствует мировым тенденциям.

Причинами отказов деталей сельскохозяйственной техники являются дефекты, которые подразделяются: на конструктивные, вызванные ошибками при конструировании (до 0,01 %); производственные, связанные с ошибками при производстве (до 0,01 %); эксплуатационные – из-за естественного износа (82–99 %); аварийные (неправильная эксплуатация, несвоевременное обнаружение дефектов, усталость металла, коррозия).

При этом следует учесть, что большинство деталей машин требуют замены из-за износов, не превышающих не только десятых, но и сотых долей миллиметра. Например, свыше 85 % деталей тракторов, автомобилей, сложных сельхозмашин становятся неработоспособными при износах, не превышающих 0,3 мм. Так, в каждом списанном тракторе содержится до 20–35 % деталей, годных для вторичного использования без ремонта, 40–45 % деталей можно использовать после восстановления и только 25–30 % деталей не подлежат восстановлению и утилизируются [1].

Основными положениями концепции развития и совершенствования производств по восстановлению и упрочнению деталей предусматривается внедрение на предприятиях усовершенствованных традиционных и новых ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов, таких как: электроконтактная наплавка ленты и проволоки; электроискровая обработка; электродуговая наплавка в среде защитных газов; газопламенная и плазменная наплавка порошковыми материалами; металлизация, детонационно-газовое напыление; лазерная наплавка (термоупрочнение); электрошлаковый переплав; гальванопокрытия (железнение, хромирование, электролитическое натирание), пластическая, термопластическая деформация; постановка дополнительных деталей; нанесение анаэробных герметиков и др.

						02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			7

При применении современных способов восстановления и упрочнения поверхностей долговечность восстановленных деталей при стоимости, составляющей 40–60 % от цены новых, может достигать уровня новых, а иногда и превзойти их. Кроме того, в процессе восстановления деталей количество производственных операций сокращается в 5–8 раз по сравнению с изготовлением новых. Таким образом, восстановление изношенных деталей является важнейшим источником ресурсо- и энергосбережения.

Целью курсового проекта является решение комплекса инженерно-технических задач, связанных с разработкой нового технологического процесса восстановления валика водяного насоса двигателя Д-243 в условиях ремонтного предприятия.

В процессе выполнения проекта последовательно решаются следующие задачи:

- проводится анализ конструкции, изучается принцип работы и основные неисправности сборочной единицы (водяного насоса);
- разрабатывается структурная схема разборки и маршрут доступа к ремонтируемой детали (валика водяного насоса);
- разрабатывается технологический процесс очистки (мойки) детали;
- разрабатывается технологический процесс дефектации валика водяного насоса;
- проектируется технологический процесс восстановления валика водяного насоса;
- разрабатывается комплект технологической документации на разборку (сборку), дефектацию, восстановление детали.
- выполняется графическая часть проекта (структурная схема разборки сборочной единицы, ремонтный чертеж детали, схема технологического процесса восстановления детали).

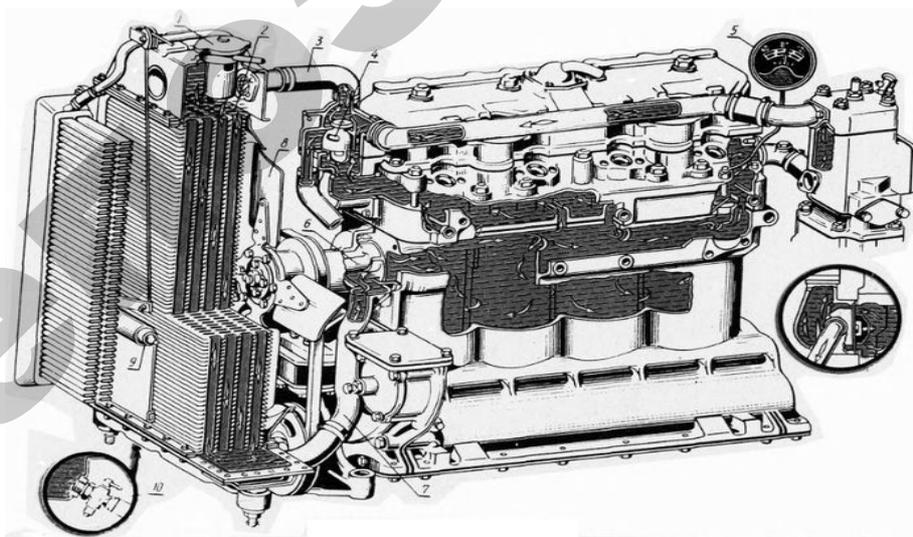
					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		8

1 Анализ конструкции, принцип работы и основные неисправности сборочной единицы

В соответствии с заданием на курсовое проектирование необходимо разработать перспективный технологический процесс восстановления валика водяного насоса двигателя Д-243.

Дизельный двигатель Д-243 входит в состав семейства двигателей Д-240/242/243,245, выпускаемых ОАО «Минский моторный завод». Они состоят из блока цилиндров, головки цилиндров, кривошипно-шатунного механизма, механизма газораспределения, а также узлов и агрегатов систем питания, смазки, охлаждения, пуска и электрооборудования.

Система охлаждения двигателя Д-243 трактора МТЗ-80/82 – закрытая, с принудительной циркуляцией жидкости. Система включает в себя следующие основные компоненты: водяной насос, термостат, радиатор водяной, вентилятор, шторку, термометр, а также водоотводящий и водоподводящий патрубки, соединительную арматуру, шланги, сливные краники и др. (рисунок 1.1).



- 1 – пробка радиатора; 2 – радиатор; 3 – водоподводящий патрубок; 4 – термостат;
5 – термометр; 6 – водяной насос; 7 – водоотводящий патрубок; 8 – вентилятор;
9 – шторка; 10 – краник слива воды из радиатора

Рисунок 1.1 – Схема системы охлаждения двигателя Д-243

									Лис
									9
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат					

02.60.000.00.000 ПЗ

Для создания активного воздушного потока применяется вентилятор, обдувающий сердцевину водяного и масляного радиатора, а также охлаждающий наружную поверхность двигателя. Вентилятор размещается в едином узле с водяной помпой и находится на ее валу. При помощи шести болтов вентилятор крепится к шкиву насоса, а весь комплекс (водяной насос-вентилятор) присоединен болтами к верхней части передней стороны блока цилиндров. Кожух вентилятора крепится с задней стороны к стойкам водяного радиатора и служит для защиты вентилятора от посторонних предметов, а также для направления потока воздуха к двигателю.

Водяной насос двигателя Д-243 (240-1307010-А) центробежного типа предназначен для образования интенсивной циркуляции жидкости в системе охлаждения и, при помощи этого, более эффективного отвода тепла от нагретых компонентов двигателя. Крыльчатка водяного насоса смонтирована на валик и закреплена от проворачивания при помощи лыски. Она крепится на валике торцевым болтом. Два шариковых подшипника дают возможность вращаться валику вместе с крыльчаткой. Объем в корпусе между подшипниками наполняется смазкой при помощи масленки. Масляная и водяная полости помпы разделяются друг от друга дополнительным торцевым уплотнением, размещенным в крыльчатке. Уплотнение представляет собой текстолитовую шайбу, которая контактирует с хорошо обработанным торцом упорной втулки, запрессованная в корпус помпы, а также резиновую манжету, окружающая валик и поджимающая пружины.

Крыльчатка размещается в профилированной полости корпуса водяного насоса. Во время вращения крыльчатки на входе в данную полость образуется разрежение, передающееся в приемную камеру, соединенная патрубком с нижним бачком радиатора. При помощи разрежения жидкость подается на лопасти крыльчатки и под давлением подается в спиральный канал, называемый улиткой, охватывающий крыльчатку в корпусе насоса. Далее жидкость нагнетается в продольный канал системы охлаждения двигателя.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		10

Водяной насос дизеля и вентилятор совершают вращения от шкива коленчатого вала двигателя, используя клиновидный ремень, вращающий помимо ее еще и ротор генератора. При номинальных оборотах двигателя (2200 мин^{-1}) вентилятор и помпа развивают 2600 мин^{-1} .

Работоспособность системы охлаждения зависит от количества жидкости, степени изношенности лопастей крыльчатки и стенок насоса, натяжения ремней привода вентилятора, состояния сердцевины радиатора и других причин.

Количество жидкости в системе охлаждения двигателя может уменьшаться в результате негерметичности соединений, нарушения регулировок паровоздушного клапана, разрушения уплотнений водяного насоса.

Потеря охлаждающей жидкости приводит к перегреву деталей головки цилиндров, выходу из строя уплотнений стаканов форсунок, гильз цилиндров, прогоранию прокладок головки цилиндров и др. Появление значительного зазора в подшипниках или его разрушение может привести к повреждению сердцевины радиатора крыльчаткой вентилятора.

Выделение обильного количества пара, течь воды или масла из дренажного отверстия, повышенный шум и стуки указывают на неисправность системы охлаждения двигателя, в частности на неисправность водяного насоса (рисунок 1.2).

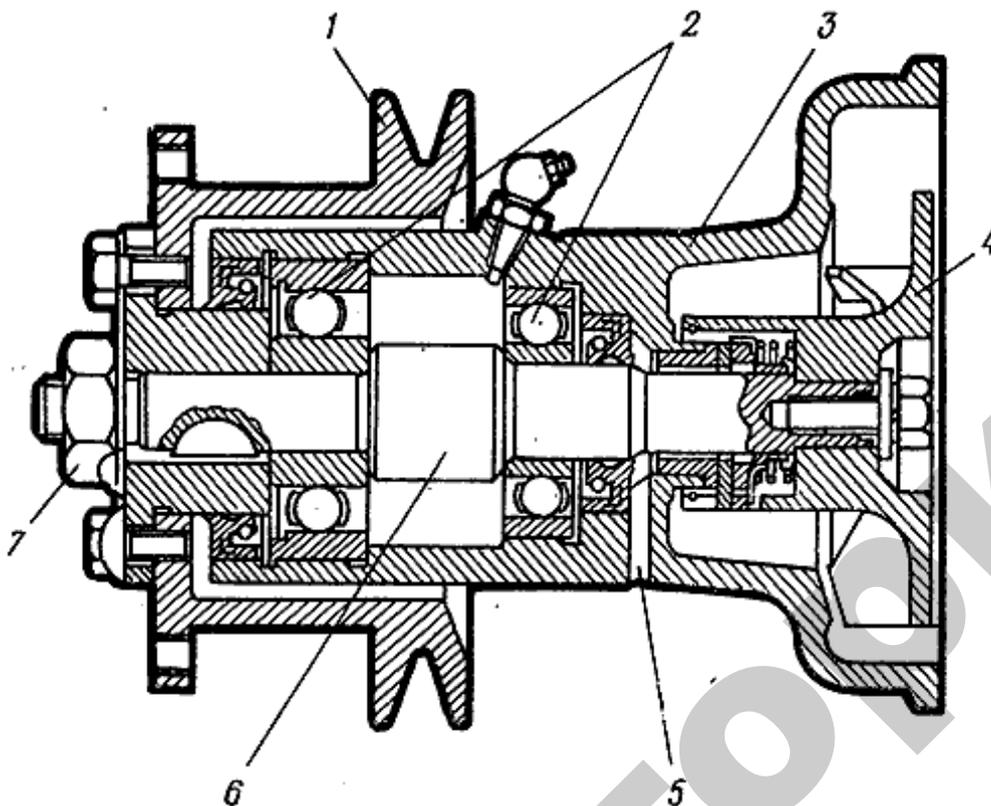
Появление значительного зазора в подшипнике или разрушение подшипника могут привести к повреждению сердцевины радиатора крыльчаткой вентилятора.

Повышенный шум и стуки указывают на предельный износ или разрушение подшипников насоса, ослабление посадочного места валика под приводной шкив.

Течь охлаждающей жидкости из дренажного отверстия или следы масла на шкиве привода свидетельствуют о разрушении уплотнений валика насоса.

При появлении неисправностей снимают водяной насос и разбирают для замены изношенных деталей.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		11



1 – шкив; 2 – подшипники; 3 – корпус; 4 – крыльчатка;
5 – дренажное отверстие; 6 – валик; 7 – гайка

Рисунок 1.2 – Водяной насос в сборе

Если осевое перемещение валика в подшипниках превышает 0,6 мм или наблюдается ослабление внутренних колец подшипников на валике, то валик заменяют в сборе с подшипниками. При радиальном зазоре в подшипниках, превышающем 0,1 мм, подшипники заменяют. На уплотняющей шайбе торцового уплотнения допускаются кольцевые риски и следы износа глубиной не более 0,5 мм. Толщина шайбы должна быть не менее 2,5 мм. Манжета не должна иметь сквозных прорывов.

При наличии трещин корпус водяного насоса его выбраковывают. Если трещины отсутствуют, измеряют посадочные поверхности корпуса под подшипники валика и результаты сравнивают с допустимыми значениями (таблица 1.1).

Если на торцовой поверхности опорной втулки корпуса насоса имеются следы износа (кольцевые канавки) глубиной более 0,5 мм, то втулку выпрессовывают и заменяют новой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ					Лист
										12

Таблица 1.1 – Номинальные и допустимые размеры водяного насоса дизеля Д-243

Расстояние от торца опорной втулки до плоскости разъема, мм:	
номинальное	47,0–47,3
допустимое	48,5
Допустимый диаметр отверстий корпуса под подшипники, мм:	
305	62,07
304	52,06

При оборке насоса резиновые манжеты устанавливают так, чтобы отвороты с пружинами были обращены в сторону шарикоподшипников. Гайка ступицы должна быть затянута моментом 16–19 Н·м. После сборки насоса валик должен вращаться от усилия руки без заеданий крыльчатки. Концы кромок лопастей вентилятора должны находиться в одной плоскости.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		13

2 Разработка структурной схемы разборки и маршрута доступа к ремонтируемой детали

При появлении неисправностей, приведенных в разделе 1, водяной насос снимают с двигателя для замены изношенных деталей.

Разработку технологического процесса разборки рекомендуется осуществлять в следующей последовательности [2]:

- проводится анализ конструкции, неисправностей и ремонтной технологичности сборочной единицы;
- разрабатывается структурная схема разборки с выделением последовательности выполнения операций и определением технических требований на их выполнение;
- разрабатываются технологические операции с определением их содержания, выбором технологического оборудования и оснастки, расчетом режимов и норм времени;
- оформляется технологический процесс комплектом документов на технологический процесс разборки;

Структурная схема разборки представляет собой графическое изображение условными обозначениями очередности снятия сборочных единиц и деталей при разборке ремонтируемого объекта. При этом различают укрупненную и развернутую схемы.

На укрупненной схеме показывается последовательность снятия только сборочных единиц, а на развернутой – всех составных частей (сборочных единиц и деталей).

Сборочные единицы, входящие в состав изделия, при разборке структурных схем, называют разборочными группами и подгруппами. Сборочная единица, входящая непосредственно в состав изделия, называется группой, а сборочные единицы, входящие в состав группы – подгруппами.

								Лис
								14
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		02.60.000.00.000 ПЗ		

Различают подгруппы 1-го, 2-го и более высоких порядков. Подгруппа 1-го порядка входит в состав группы, подгруппа 2-го порядка входит в состав подгруппы 1-го порядка и т. д.

Разборочные (сборочные) группы обозначаются в структурных схемах индексами Рб-1, Рб-2, Сб-1, Сб-2, а подгруппы – Рб-1-1, Рб-1-2, Рб-2-1, Рб-2-2, Сб-1-1, Сб-1-2, Сб-2-1, Сб-2-2 или обозначением по каталогу деталей и сборочных единиц, состоящим из комбинации цифр и букв (50-1701040, 48-1701030-А).

При разработке схем разборки следует придерживаться следующих основных принципов:

- схема должна строиться в направлении слева направо или сверху вниз с условных обозначений сборочных единиц, групп, подгрупп и деталей;
- число групп и подгрупп должно быть максимальным;
- схема разборки начинается условным обозначением сборочной единицы и заканчивается условным обозначением базовой детали;
- схема сборки – наоборот: начинается с базовой детали и заканчивается сборочной единицей;
- разборка разборочных групп и подгрупп должна аналогично заканчиваться базовой деталью группы или подгруппы;
- сборка сборочных групп и подгрупп начинается также с базовой детали;
- детали изображаются на схемах с учетом очередности их снятия или установки.

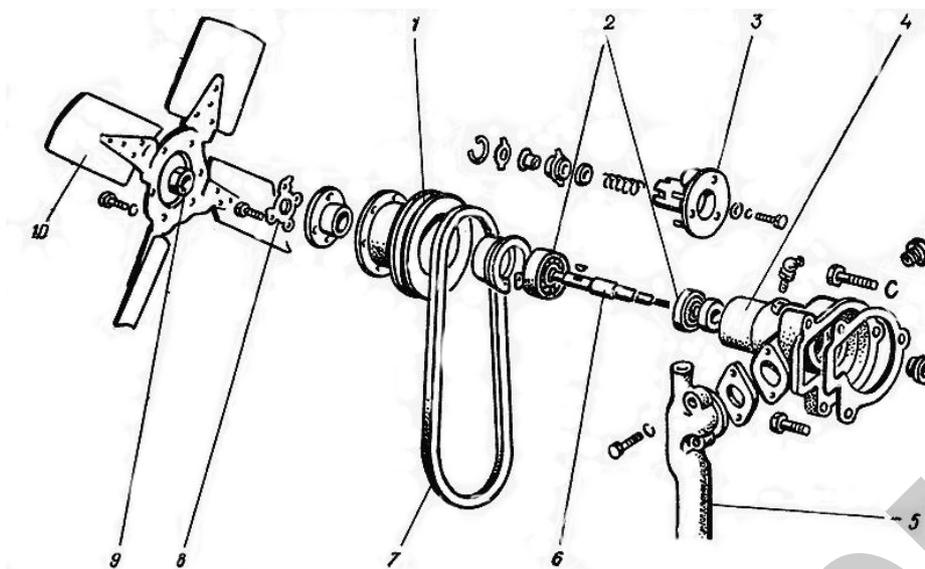
Демонтаж отказавшего водяного насоса с двигателя необходимо осуществлять в следующей последовательности (рисунок 1.1):

- очистить двигатель от пыли и грязи, слить воду из системы охлаждения двигателя;
- отвернуть болты крепления правого и левого кронштейнов фар;

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		15

- кронштейны в сборе с фарами и подфарниками уложить на переднюю ось и поперечную рулевую тягу;
- отвернуть болты крепления и снять правую и левую боковины облицовки радиатора;
- отвернуть болты крепления кронштейна генератора и болт крепления регулировочной планки к водяному насосу, уложить генератор на выхлопной коллектор;
- отвернуть винты крепления и отсоединить правую соединительную панель от кожуха вентилятора;
- отвернуть болты крепления кожуха вентилятора;
- отсоединить гибкий вал тахоспидометра от редуктора привода;
- отвернуть болты крепления и отсоединить воздухоподводящую трубу компрессора от патрубка впускного коллектора;
- отсоединить от компрессора воздухоотводящую трубу пневмосистемы;
- отвернуть гайки крепления и снять компрессор;
- отвернуть болты крепления и отсоединить патрубок от водяного насоса;
- отвернуть болты крепления водяного насоса; вывести ремень из ручья шкива коленчатого вала;
- переместить кожух вентилятора вначале назад (на 50 мм), а затем вправо вдоль радиатора (на 250 мм);
- переместить вправо вдоль радиатора водяной насос в сборе с ремнем и вентилятором;
- небольшим поворотом вентилятора вправо и назад полностью извлечь насос с вентилятором наружу;
- снять ремень со шкива водяного насоса;
- отвернуть болты крепления и снять вентилятор.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		16

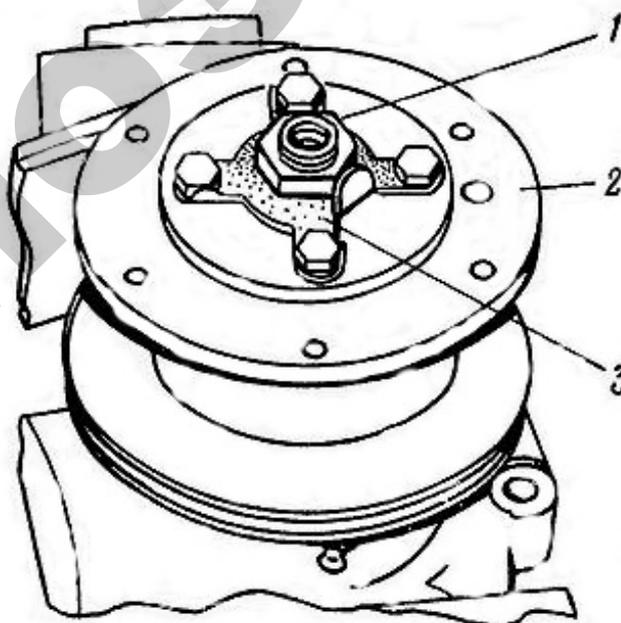


1 – шкив; 2 – подшипники; 3 – крыльчатка; 4 – корпус; 5 – патрубок; 6 – валик насоса; 7 – ремень привода водяного насоса; 8 – стопорная пластина; 9 – гайка; 10 – вентилятор

Рисунок 1.3 – Взаимное расположение деталей водяного насоса Д-243 трактора МТЗ-80/82

Разборку водяного насоса целесообразно осуществлять в приведенной ниже последовательности (рисунки 1.4–1.9):

1) отогнуть стопорную пластину 3 и отвернуть гайку 1;

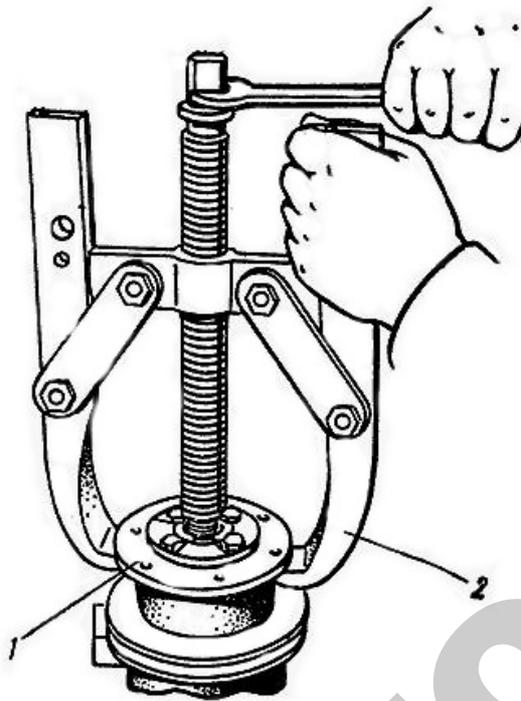


1 – гайка; 2 – шкив; 3 – стопорная пластина

Рисунок 1.4 – Шкив водяного насоса

						02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			17

2) спрессовать шкив 1;



1 – шкив; 2 – двухлапчатый съемник

Рисунок 1.5 – Спрессовка шкива водяного насоса Д-243

3) снять стопорное кольцо подшипника;

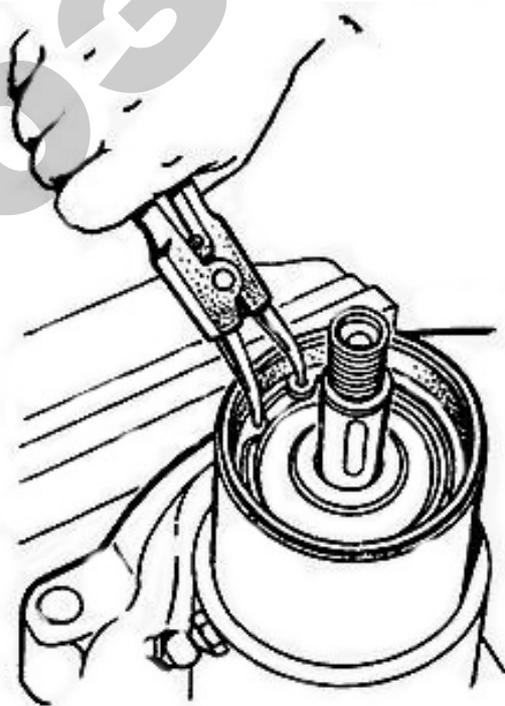
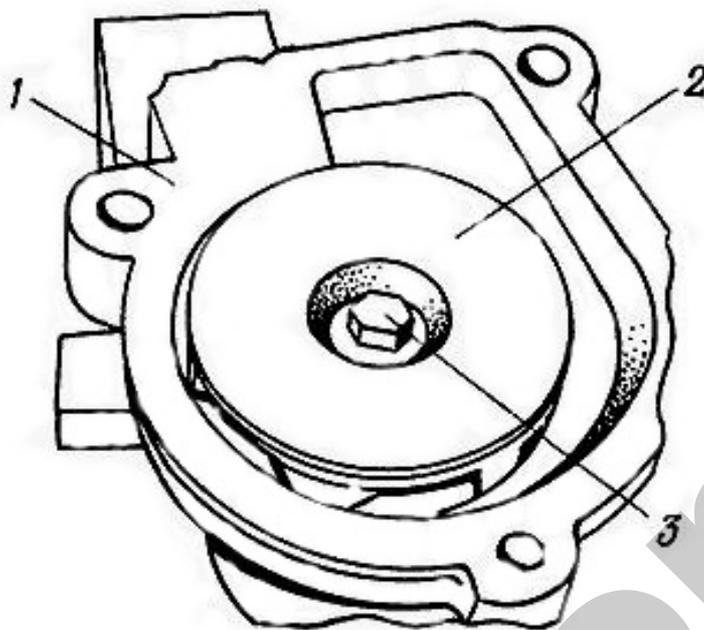


Рисунок 1.6 – Снятие стопорного кольца подшипника

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		18

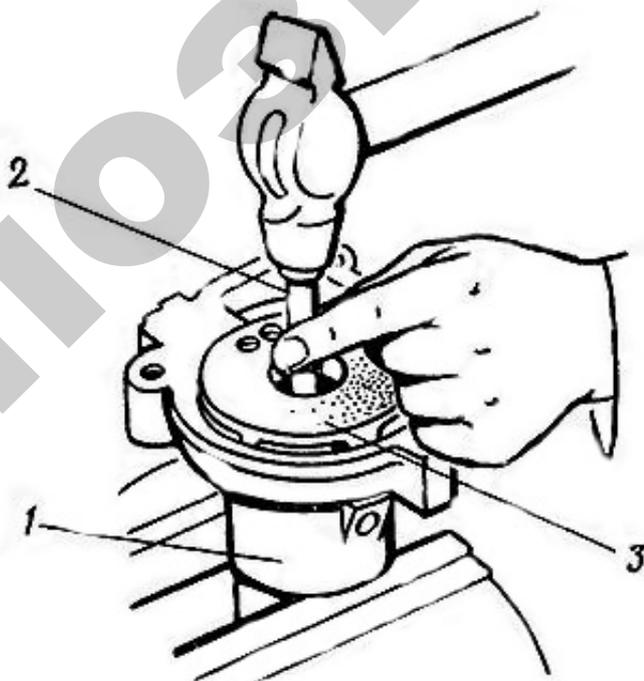
4) отвернуть болт 3 крепления крыльчатки 2 водяного насоса;



1 – корпус водяного насоса; 2 – крыльчатка; 3 – болт

Рисунок 1.7 – Отворачивание болта крепления крыльчатки водяного насоса Д-243

5) выпрессовать валик насоса при помощи выколотки 2;



1 – корпус водяного насоса; 2 – выколотка; 3 – крыльчатка

Рисунок 1.8 – Выпрессовка валика водяного насоса Д-243

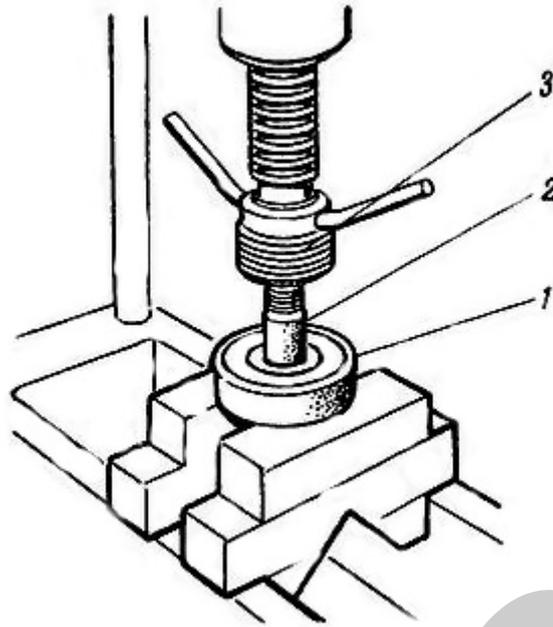
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

02.60.000.00.000 ПЗ

Лист

19

б) спрессовать подшипники с валика насоса.



1 – подшипник; 2 – валик водяного насоса; 3 – шток прессы

Рисунок 1.9 – Спрессовка подшипника с валика водяного насоса Д-243

Структурная схема разборки водяного насоса 240-1307010-А представлена на первом листе формата А1 графической части курсового проекта.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		20

3 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали

3.1 Обоснование требований к качеству очистки (мойки) и способов ее контроля

Эксплуатационные загрязнения на наружных и внутренних поверхностях различны. На наружных поверхностях находятся остатки материалов, с которыми взаимодействовала машина, масла и смазки, грязевые отложения, герметизирующие частицы, лакокрасочные материалы, продукты коррозии и др.

На внутренних поверхностях загрязнения представляют собой углеродные отложения, как результат старения и химико-термического превращения смазочных материалов и масел, продукты изнашивания, остатки герметизирующих паст и прокладок, а также накипь, образующуюся от взаимодействия охлаждающих жидкостей с металлическими стенками.

Исходя из условий работы валика 50-11307052-Б, основными видами загрязнений являются масло- и пылегрязевые отложения.

Для восстанавливаемого валика 50-11307052-Б, с минимальной шероховатостью дефектуемых поверхностей $Ra = 1,25$ (6-й класс шероховатости) допустимая загрязненность поверхности составляет до $0,70 \text{ мг/см}^2$, поэтому принимаем макроочистку детали. Контроль качества очистки осуществляется визуально при помощи лупы, а также методом протирания бумажной салфеткой.

3.2 Характеристика загрязнений и выбор способов очистки (мойки) детали

Необходимая степень очистки достигается различными способами: механическим, физико-химическим (струйная, погружная, ультразвуковая, комбинированная) и химико-термическим (щелочной расплав).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ					Лист
										21

Выбор способа очистки детали зависит от вида загрязнений, конструкции и материала детали, объема производства, специализации и других факторов. При этом необходимо исходить из возможности получения наибольшей экономической эффективности, наименьшей энергоемкости процесса, рациональной технологии и необходимого качества очистки с соблюдением требований экологической безопасности выполняемых работ.

Исходя из разновидностей загрязнений, а также геометрических параметров валика 50-11307052-Б принимаем струйный способ очистки в машине моечной ОРГ-4990Б с применением технического моющего средства (ТМС) типа «Темп-100Д» [5].

3.3 Выбор оборудования, средств и режимов технологического процесса очистки (мойки)

Очистные материалы подразделяются по виду основного технологического эффекта, сопровождающего процесс, на растворяющие, эмульгирующие и диспергирующие. Первые два вида сред, которые получили наибольшее распространение, применяются в жидком виде, а последний – в жидком или твердом состоянии.

Основные явления, обуславливающие очистное действие среды, включают: растворение, физико-химическую адсорбцию, смачивание, эмульгирование, диспергирование, пенообразование и стабилизацию загрязнений.

Наибольшее распространение получили технические моющие средства (ТМС) на основе ПАВ, а также растворяюще-эмульгирующие средства. Применение ТМС на основе ПАВ и щелочных растворов способствует интенсификации процесса очистки, основу которых составляют ПАВ (синтаמיד-5, синтанол ДС-10 и др.), активность которых повышена введением щелочных растворов. Указанные ТМС выпускаются в виде сыпучего, гигроскопического белого или светло-желтого порошка. Они нетоксичны, негорючи, пожаробезопасны

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		22

и хорошо растворимы в воде. Растворы ТМС допускают одновременную очистку деталей из черных и цветных металлов и сплавов, обеспечивают многократное использование моющего раствора по замкнутому циклу.

Средства «Лабомид-101», МС-6, «Темп-100Д» и другие предназначены для моечных машин струйного типа, а средства «Лабомид-203», «Темп-200Д», МЛ-52 – для машин погружного типа. Препараты «Темп» эффективнее, чем средства «Лабомид» и МС. Кроме того, средства «Темп-100Д» и «Темп-200Д» обладают деэмульгирующими свойствами, то есть способствуют хорошему осветлению моющих растворов при простом отстаивании, без применения специальных химических реагентов.

Для уменьшения негативного воздействия технологического процесса очистки детали основное внимание уделяется механической очистке. С этой целью первоначально произведем очистку детали при помощи мягкой металлической щетки и ветоши, а для окончательной – используем машину моечную ОРГ-4990Б ГОСНИТИ и моющее средство «Темп-200Д».

Растворяюще-эмульгирующее средство типа «Темп-200Д» обеспечивает высокое качество очистки внутренних и наружных поверхностей деталей.

Технологический процесс очистки детали валик 50-11307052-Б включает следующие этапы.

1. Приготовить моющий раствор «Темп-100Д» с концентрацией 10 г/л.
2. Включить теплонагреватель и нагреть моющий раствор в баке до температуры 70–80 °С.
3. Установить деталь в сетчатом поддоне ванны моечной машины ОРГ-4990Б.
4. Включить насос моечной машины и произвести процесс струйной очистки детали (режимы: продолжительность 5–10 мин, рабочая температура 70–80 °С).
5. Выключить насос моечной машины, извлечь деталь, протереть ее ветошью.
6. Произвести органолептический контроль качества очистки (визуальный с применением лупы и бумажной салфетки).

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		23

4 Разработка технологического процесса дефектации детали

4.1 Анализ конструкции и условий работы детали

Деталь – валик 50-1307052-Б – является одной из основных деталей водяного насоса тракторов «Беларус». Материал валика – сталь 40 ХН ГОСТ 4543–71, масса – 0,7 кг.

Валик 50-1307052-Б расположен в корпусе водяного насоса и работает в условиях трения при постоянной смазке.

Следует подчеркнуть, что валик относится к группе ступенчатых валов. По форме внутренних поверхностей его можно отнести к сплошным и по соотношению размеров – к жестким валам.

Максимальная длина валика составляет 202 мм, максимальный диаметр – 33,5 мм, минимальная шероховатость восстанавливаемых поверхностей $R_a = 1,25$ мкм.

В соответствии с техническими требованиями, поверхности Г, Е и Ж необходимо калить ТВЧ до твердости 37–47 HRCэ. Обычно валик изготавливается из шестигранника $\frac{27-h11}{45x-B}$ ГОСТ 8560-78 / ГОСТ 4543-71. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстия – H14, валы – h14, остальные – IT14/2. Допускается изготовление валика из стали 40Х.

В соответствии с заданием на курсовой проект дефектами валика 50-11307052-Б являются:

- 1) повреждение внутренней резьбы М8-7Н (деф. 1);
- 2) износ шейки валика под шарикоподшипник до размера менее диаметра 19,98 мм (деф. 2);
- 3) износ шпоночного паза по ширине до размера более 5,02 мм (деф. 3).
- 4) повреждение наружной резьбы М16-6g (деф. 4).

При обнаружении вышеперечисленных дефектов деталь необходимо восстанавливать до приобретения поверхностями прежних форм и номи-

						02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			24

нальных размеров. Следует отметить, что при наличии вышеуказанных дефектов появляются вибрации, биения, посторонние шумы, снижается ресурс детали и качество выполняемой работы.

При наличии коррозии, рисок, надиров и наволакивания валик необходимо выбраковывать, так как невозможно достигнуть требуемого ресурса восстановленной детали.

4.2 Виды и характеристика устранимых и неустранимых дефектов детали

По материалам ГОСНИТИ, доля отказов деталей машин по критериям износа, контактной и объемной усталости, смятию, задиру и заеданию рабочих поверхностей распределяется следующим образом: цилиндрические – 52 %; конические и сферические – 3 %; шлицевые – 3 %; пазы и канавки – 5 %; резьба – 10 %; плоские – 1 %; зубья шестерен – 3 %; трещины и изломы – 9 %; нарушение геометрии ~13 %.

Отказ порядка 85 % деталей машин и технологического оборудования происходит при износе рабочих поверхностей до 0,3 мм.

Износы рабочих поверхностей, приводящие к отказу деталей, имеют следующее распределение: износы от 0,01 до 0,1 мм составляют – 52 %; от 0,1 до 0,2 мм – 12 %; от 0,2 до 0,3 мм – 10 %; от 0,3 до 0,4 мм – 1 %; от 0,4 до 0,5мм – 5 %; от 0,5 до 0,6 мм – 3 %; от 0,6 до 1,0 мм – 17 %.

Для валика 50-11307052-Б выбраковочными признаками будут являться: наличие на детали коррозии, рисок, надиров и наволакивания (т. е. переноса вещества с одной контактирующей при трении поверхности на другую).

В соответствии с заданием устранению подлежат 4 дефекта: повреждение внутренней резьбы М8-7Н (деф. 1), износ шейки валика под шарикоподшипник до размера менее диаметра 19,98 мм (деф. 2), износ шпоночного паза по ширине до размера более 5,02 мм (деф. 3), повреждение наружной резьбы М16-6g (деф. 4).

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
						25
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

4.3 Выбор способов и средств контроля дефектов

Для обнаружения скрытых дефектов, проверки твердости, контроля взаимного положения элементов деталей используют специально предназначенные для этого приборы и приспособления, такие как дефектоскопы, магнитные, ультразвуковые, люминесцентные, твердомеры и т. д.

Для повышения эффективности визуального контроля используются лупы 10-кратного увеличения (ГОСТ 25706–83).

Остукиванием выявляют малозаметные трещины, ослабление заклепочных и резьбовых соединений, появление зазоров в соединениях с натягом.

Опробованием вручную, завертывая и отвертывая резьбовые калибры-кольца, определяется пригодность резьб (ГОСТ 17763–72), состояние подшипников качения и подвижных соединений.

Для контроля отклонения размеров и формы поверхностей применяется специальный (калибры, шаблоны) и универсальный измерительный инструмент.

Для контроля валов используют предельные калибры-скобы (ГОСТ 24851–81, ГОСТ 18355–73, ГОСТ 18356–79), для контроля отверстий – калибры-пробки (ГОСТ 24997–81).

Для определения дефектов, указанных в задании, применяем следующий инструмент: штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 166–89; микрометр гладкий МК-25 ГОСТ 6507–90; лупа 10-кратного увеличения ГОСТ 25706–83; резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 17763–72; резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997–81; шпонка сегментная ШВ-5х19 ГОСТ 23360–80.

При дефектации детали сортируют на три группы: годные к дальнейшему использованию без восстановления, цвет маркировки – зеленый; требующие восстановления, цвет маркировки – белый и подлежащие выбраковке, цвет маркировки – красный.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		26

4.4 Разработка карты дефектации и ремонта

Карта дефектации и ремонта заполняется на основании разработанного технологического маршрута дефектации, а также технологических требований на восстановление детали.

При дефектации валика 50-11307052-Б используется следующее оборудование, технологическая оснастка и инструмент: стол дефектовщика ОРГ-8964-79; штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 166-89; микрометр гладкий МК-25 ГОСТ 6507-90; лупа 10-кратного увеличения ГОСТ 25706-83; резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 17763-72; резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997-81; шпонка сегментная ШВ-5×19 ГОСТ 23360-80.

Технологический маршрут дефектации детали включает следующие операции:

1) контролировать выбраковочные признаки на наличие трещин, коррозии, рисок, надиров и наволакивания. При обнаружении указанных дефектов деталь выбраковывается;

2) контролировать наличие износа и повреждений внутренней резьбы М8-7Н (деф. 1);

3) контролировать износ шейки валика под шарикоподшипник до размера менее диаметра 19,98 мм (деф. 2);

4) контролировать износ шпоночного паза по ширине до размера более 5,02 мм (деф. 3);

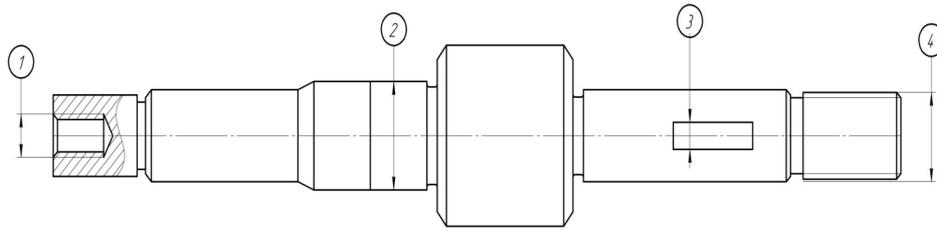
5) контролировать повреждение наружной резьбы М16-6g (деф. 4).

При наличии износа и повреждений (деф. 1–4) деталь восстанавливать.

Карта дефектации и ремонта валика 50-11307052-Б представлена в таблице 4.1.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		27

Таблица 4.1 – Карта дефектации и ремонта валика 50-11307052-Б



№ дефекта	Возможные дефекты и выбраковочные признаки	Метод установления дефекта	Средства контроля	Заключение	Требования после ремонта
1	Повреждение внутренней резьбы М8-7Н	Осмотр, опробование	Калибр-пробка ГОСТ 24997-81	Ремонтировать	М8-6Н, вмятины, забоины, выкрашивание и срыв более двух ниток резьбы не допускаются
2	Износ шейки валика под шарикоподшипник до размера диаметра менее 19,98 мм	Измерение	Микрометр гладкий ГОСТ 6507-90	Ремонтировать	$\varnothing 20^{+0,007}_{-0,007}$ мм, шероховатость – не более $Ra = 1,25$ мкм; твердость – 37–47 HRC _э
3	Износ шпоночного паза по ширине до размера более 5,02 мм	Измерение, опробование	Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 166-89, шпонка сегментная ШВ-5×19 ГОСТ 23360-80.	Ремонтировать	$h = 5^{-0,010}_{-0,055}$ мм,
4	Износ наружной резьбы М16-6g	Осмотр, опробование	Резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 24997-81	Ремонтировать	М16-6g, вмятины, забоины, выкрашивание и срыв более двух ниток резьбы не допускаются

5 Проектирование технологического процесса ремонта (восстановления) детали

5.1 Описание и анализ аналога технологического процесса ремонта (восстановления) детали

Исходными данными для разработки технологического процесса восстановления детали являются: чертеж детали и чертеж сборочной единицы, в которую она входит (для анализа условий работы); сведения о дефектах, выявленных при дефектации детали (дефектовочная ведомость); справочные материалы о технологических методах устранения отдельных дефектов и уровне восстановления служебных свойств детали различными методами; справочные и нормативные данные по материалам, режимам восстановления и обработки, техническим нормам и т. д.; перечень имеющегося оборудования, режущего, измерительного и вспомогательного инструмента; научно-техническая информация по современным методам восстановления деталей машин; программа выпуска восстановленных деталей, от которой зависят тип производства и степень детализации технологического процесса ремонта.

Для обеспечения преемственности между изготовлением и восстановлением детали желательно также иметь технологический процесс ее изготовления. Проектирование технологических процессов восстановления в общем случае включает следующие основные этапы: анализ по конструкторской документации требований к точности размеров, геометрической формы, качеству обработки и эксплуатационным свойствам восстанавливаемых поверхностей; определение допустимых, ремонтных и предельных значений их размеров; анализ дефектов и разработка ремонтного чертежа детали; выбор методов восстановления изношенных поверхностей и устранения отдельных дефектов детали на основе ее конструктивно-технологических характеристик и требуемых физико-механических свойств; оценка технико-экономических показателей методов восстановления деталей; составление технологического маршрута

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		29

ремонта детали (определение последовательности операций, выбор необходимого оборудования, приспособлений, инструментов и средств контроля по всем операциям, обеспечивающим высокую производительность и требуемое качество); разработка технологических операций (рациональное построение и выбор структуры технологических операций, задание рациональной последовательности переходов в операциях); выбор необходимых материалов, рациональных режимов восстановления поверхностей и их обработки; определение квалификации рабочих и техническое нормирование ремонтных работ.

При подробной разработке технологического процесса восстановления детали указываются операции, переходы, оборудование, приспособления, инструмент, режимы обработки и норма времени. Для повышения качества и эффективности ремонта машин наряду с широкоуниверсальными средствами технологического оснащения могут создаваться или приобретаться специальное оборудование, приспособления и инструменты, наибольший эффект от применения которых достигается при организации ремонта в специализированных цехах или участках.

Большое разнообразие деталей машин по размерам, форме, шероховатости поверхности, восстанавливаемых на различном технологическом оборудовании с разной технологической оснасткой, порождает многообразие технологических процессов на ремонт и восстановление.

Сокращение числа технологических процессов и разработка общих принципов их проектирования могут быть осуществлены на основе типизации технологических процессов, базирующихся на классификации деталей по конструктивно-технологической однородности.

К конструктивным признакам, объединяющим детали в однородные группы, относятся геометрические размеры, материал и масса детали, точность изготовления, шероховатость поверхностей.

Основные технологические признаки, влияющие на классификацию деталей: виды износа, общность дефектов и их сочетаний, применяемые способы и средства восстановления и др.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		30

Согласно классификации, приведенной в учебном пособии [2], валик 50-1307052-Б относится к IX группе деталей: шлицевые и карданные валы, оси, шестерни. Характерными дефектами для данной группы деталей являются износ шлицев и шпоночных пазов, посадочных мест под подшипники, поверхности отверстий, износ и повреждение резьбы. К работам по устранению данных дефектов относится восстановление до номинальных размеров наружной цилиндрических поверхностей.

В соответствии с типовым процессом восстановления детали типа «вал», применяемого на ремонтных предприятиях, с дефектами, аналогичными приведенным в задании, износ шпоночного паза устраняется путем его заварки в среде углекислого газа с последующим фрезерованием; внутренняя резьба восстанавливается при помощи резьбовой спиральной вставки; наружная резьба восстанавливается путем наплавки в среде углекислого газа с последующим нарезанием резьбы; шейка под подшипник восстанавливается при помощи наплавки в среде углекислого газа с последующей закалкой и механической обработкой.

В проекте для восстановления посадочных мест под подшипники и наружной метрической резьбы предлагается использовать метод электроискровой обработки (ЭИО).

Основными преимуществами метода ЭИО являются:

- отсутствие нагрева и деформации детали при обработке;
- высокая адгезия с основным материалом;
- восстановление детали под номинальный размер без механической обработки;
- возможность локального формирования покрытий;
- использование любого токопроводящего материала в качестве электрода;
- высокий коэффициент переноса материала (до 80 %);
- низкая энергоемкость процесса (0,5–1,0 кВт);
- экологичность процесса.

					Лис
					31
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ

Применение ЭИО позволяет достигнуть увеличения в 2–5 раз износостойкости деталей. При этом величина восстановления посадочных поверхностей неподвижных соединений составляет до 0,6 мм (на сторону), поверхностей трения скольжения – до 0,1 мм.

Для нанесения покрытий применяются установки типа «БИГ-4», «Элиэлектрон» и др. Они универсальны, малогабаритны, мобильны, экономичны, относительно просты по конструкции, не сложны в эксплуатации и ремонте.

В качестве технологических материалов используются электроды из металлокерамических твердых сплавов, стали, чугуна, графита, меди и др.

5.2 Обоснование принятых способов устранения дефектов ремонтируемой детали

Для устранения каждого дефекта должен быть выбран рациональный способ, т. е. технически обоснованный и экономически целесообразный.

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь критериями: технологическим (применяемости), техническим (долговечности) и технико-экономическим (обобщающим).

Технологический критерий характеризует принципиальную возможность применения нескольких способов восстановления исходя из конструктивно-технических особенностей детали или определенных групп деталей. К их числу относятся: геометрическая форма и размеры, материал, термическая или другой вид поверхностной обработки, твердость, шероховатость поверхности и точность изготовления детали, характер нагрузки, вид трения и износа, размеры износа. Для устранения дефектов, указанных в задании, предварительно намечаем отдельные способы восстановления и проводим их сравнение. Так, для восстановления дефектов № 2 и № 4, возможно использование вибродуговой наплавки, наплавки в среде углекислого газа, электроискровой обработки.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		32

Вибродуговая наплавка – разновидность дуговой наплавки металлическим электродом. Процесс наплавки осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность.

К наплавленной поверхности детали, которая вращается в центрах токарного станка, роликами подающего механизма из кассеты через вибрирующий мундштук подается электродная проволока. Из-за колебаний мундштука, вызываемых эксцентриковым механизмом, проволока периодически прикасается к поверхности детали и расплавляется под действием импульсных электрических разрядов, поступающих от генератора. Под действием вибратора мундштук вместе с проволокой вибрирует с частотой 50 Гц и амплитудой колебания до 4 мм (практически – 1,8–3,2 мм).

Вибрация электрода во время наплавки обеспечивает стабильность процесса за счет частых возбуждений дуговых разрядов и способствует подаче электродной проволоки небольшими порциями, что обеспечивает лучшее формирование наплавленных валиков.

Качество соединения наплавленного металла с основным зависит от нескольких факторов. Основными из них являются полярность тока, шаг наплавки (подача суппорта станка на один оборот детали), угол подвода электрода к детали, качество очистки и подготовки поверхности, подлежащей наплавлению, толщина слоя наплавки и др.

Вибродуговая наплавка имеет ряд преимуществ: дает возможность наплавливать металл только на изношенную часть, что уменьшает трудоемкость последующей механической обработки; получать наплавленный слой без пор и трещин; деформация детали – минимальная и не превышает полей допусков посадочных мест; минимальная зона термического влияния.

Недостатком вибродуговой наплавки является уменьшение до 40 % сопротивления усталости наплавленных деталей. Этот показатель можно улучшить термообработкой.

Наплавка в среде углекислого газа. Этот способ в значительной степени отличается от других способов восстановления деталей: не нужно ни флюсов, ни электродных покрытий. Дуга между электродом и наплавливаемым изделием

						02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			33

горит в струе газа, вытесняющего воздух из плавильного пространства и защищающего расплавленный металл от воздействия кислорода и азота.

Наплавку в среде углекислого газа выполняют на постоянном токе обратной полярности. Скорость наплавки устанавливают в зависимости от толщины наплавляемого металла и качества формирования наплавленного слоя. Наплавку валиков осуществляют с шагом 2,5–3,5 мм. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий не менее чем на $\frac{1}{3}$ его ширины.

Автоматическая наплавка в среде углекислого газа имеет следующие преимущества: при наплавке отсутствуют вредные выделения и шлаковые корки; открытая дуга дает возможность наблюдать и корректировать процесс, проводить наплавку при любом пространственном положении наплавляемой плоскости, механизировать наплавку, выполняемую на мелких деталях (валах диаметром 10 мм и более).

К недостаткам способа относятся: повышенное разбрызгивание металла (5–10 %), необходимость применения легированной проволоки для получения наплавленного металла с требуемыми свойствами, открытое световое излучение дуги.

Электроискровая обработка. В основе всех технологических операций по обработке металлов электрической искрой лежит ее способность обеспечивать высокую плотность потока тепла на малом участке электродов и на поверхности обрабатываемой детали. При таком воздействии электрод быстро нагревается, затем плавится и частично испаряется.

К основным достоинствам электроискрового легирования следует отнести локальную обработку поверхности; отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки обрабатываемой поверхности; возможность диффузионного обогащения поверхности катода составными элементами анода без изменения размера детали-катода; высокую прочность сцепления нанесенного материала с основой; отсутствие нагрева детали в процессе обработки; возможность использования в качестве обрабатывающих материалов как чистых металлов, так их сплавов, металллокерамических композиций и тугоплавких соединений.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		34

Испытания показали, что при ЭИО поверхности материала графитовым электродом износ уменьшается в 1,84 раза; после натирания Al_2O_3 , Si_3N_4 , ZrN и TiN и ЭИО графитом – в 1,26; 1,35; 2,3 и 4 раза соответственно.

Комбинирование электроискровой наплавки и поверхностно-пластического деформирования (ППД) позволяет восстановить номинальный размер детали, дополнительно упрочнить поверхностный слой, повысить сопротивление усталости детали за счет изменения остаточных напряжений растяжения на остаточные напряжения сжатия, снизить пористость покрытия, сформировать масляные карманы оптимального качества, способные удерживать смазку в зоне трения.

Применение метода ЭИО для восстановления размеров изношенных деталей позволяет уменьшить количество используемого при ремонте как универсального, так и специального оборудования.

Электроискровые технологии обладают высокой технической и экономической эффективностью. Кроме этого, эти технологии экологически чистые и повышают культуру ремонтного производства.

Технический критерий (долговечности) оценивает каждый способ (выбранный по технологическому признаку) устранения дефектов детали с точки зрения восстановления свойств поверхностей, т. е. обеспечения работоспособности за счет достаточной твердости, износостойкости и сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Коэффициент долговечности определяется как функция.

В общем случае коэффициент долговечности K_d является функцией трех переменных:

$$K_d = f(K_{и}, K_{в}, K_{с}), \quad (5.1)$$

где $K_{и}$ – коэффициент износостойкости;

$K_{в}$ – коэффициент выносливости;

$K_{сц}$ – коэффициент сцепляемости.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		35

Продолжение таблицы 5.1

Наименование способов восстановления	Коэффициенты					Удельная себестоимость восстановления руб./м ²	№ дефекта
	$K_{И}$	$K_{В}$	$K_{СЦ}$	$K_{Д}$	$K_{Э}$		
5. Метод ДРД (резьбовая спиральная вставка)	1,0	0,8	1,0	0,8	49,37	39,5–76,5	1
6. Метод ДРД (установка втулки с двусторонней резьбой)	1,0	0,8	1,0	0,8	49,37	39,5–76,5	1
7. Фрезерование нового шпоночного паза	0,8–1,0	0,9–1,0	1,0	0,8	10,85	8,7–12,3	3

Для дефекта № 1 наименьшим коэффициентом технико-экономической эффективности обладает установка резьбовой спиральной вставки. Данный способ восстановления достаточно производительный, простой и широкодоступный. Этот способ восстановления принимаем в качестве основного, а допускаемый способ – установка втулки с двусторонней резьбой.

Для дефекта № 2 наименьшим коэффициентом технико-экономической эффективности обладает электроискровая обработка. Этот способ восстановления принимаем в качестве основного, а допускаемый способ – наплавка в среде углекислого газа.

Для дефекта № 3 наименьшим коэффициентом технико-экономической эффективности обладает фрезерование нового шпоночного паза под углом 180° относительно изношенного. Этот способ восстановления принимаем в качестве основного, а допускаемый способ – заварка изношенного паза в среде углекислого газа с последующим фрезерованием.

Для дефекта № 4 наименьшим коэффициентом технико-экономической эффективности обладает наплавка в среде углекислого газа. Этот способ восстановления принимаем в качестве основного, а допускаемый способ – вибродуговая наплавка.

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ					Лис
										37

5.3 Выбор технологических баз и обоснование последовательности устранения дефектов

Точность обработки при восстановлении детали зависит от правильного выбора технологических баз, который требует четкого представления о функциональном назначении поверхностей детали, размерной взаимосвязи между ними, их состоянии.

Технологической базой называется поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, используемые для определения положения детали в процессе обработки.

Технологические базы обрабатываются с высокой точностью. При их выборе руководствуются следующими требованиями:

- при наличии используются базы завода-изготовителя;
- по возможности совмещаются технологические и конструкторские базы;
- точность изготовления базовых поверхностей должна быть не ниже точности изготовления восстанавливаемых поверхностей;
- базовые поверхности обрабатываются или изготавливаются в первую очередь после восстановления формы и целостности детали;
- поверхности, для которых необходимо обеспечить точность относительного положения (соосность, перпендикулярность, параллельность осей), обрабатываются с одной установки;
- принятая технологическая база должна по возможности применяться на всех операциях технологического процесса, а если это невозможно, то за следующую базу необходимо принимать обработанную поверхность детали, размерно-связанную непосредственно с обрабатываемой.

В зависимости от конфигурации детали, характера и величины износа поверхностей рекомендуются следующие схемы базирования:

- деталь базируется по сохранившейся базе, используемой при ее изготовлении;
- деталь базируется по неизношенным, точно изготовленным поверхностям;

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		38

- деталь первоначально базируется по мало- или неизношенным поверхностям для правки существующих или изготовления новых технологических баз с последующим базированием по ним.

Для восстановления валика 50-11307052-Б принимаем следующие технологические базы: наружные и внутренние неизношенные цилиндрические поверхности. В качестве средств базирования принимаем: патрон самоцентрирующийся трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742–85, тиски станочные с призматическими губками ГОСТ 21168–75.

При разработке технологического маршрута определяют последовательность выполнения технологических операций и основное оборудование и руководствуются следующими правилами:

- в первую очередь выполняют операции, вызывающие изменение физико-механических свойств и формы детали, возникновение остаточных напряжений (сварка, наплавка, заварка пазов);
- затем, при необходимости, предусматривают операции, устраняющие отрицательное влияние энергетических воздействий (правка, термообработка);
- для валов при отсутствии их изгиба первыми выполняются операции по восстановлению или изготовлению базовых поверхностей;
- перед нанесением тонких покрытий выполняют операции по удалению дефектных слоев металла, приданию правильной формы (цилиндричность, прямолинейность и т. д.), обеспечению эксплуатационной толщины покрытия и созданию необходимой шероховатости;
- в случае возникновения необходимости создания высокой твердости поверхности термической обработкой последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая, термическая, чистовая механическая обработка;
- при изготовлении шпоночных пазов последовательность выполнения операций следующая: черновая механическая обработка цилиндрической поверхности, изготовление шпоночного паза, чистовая механическая обработка цилиндрической поверхности;

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		
					39	

- при изготовлении точных отверстий осевым инструментом полная последовательность выполнения операций следующая: сверление (рассверливание), зенкерование, зенкование фасок, развертывание;

- вспомогательные поверхности (фаски, проточки) изготавливаются перед чистовой обработкой основных поверхностей;

- легкоповреждаемые и точные поверхности обрабатываются в конце маршрута;

- перед наплавкой радиальные отверстия под шпильки на резьбовых концах валов должны быть заглушены вставками из токопроводящих материалов;

- для корпусных деталей операции по восстановлению базовых поверхностей выполняются после восстановления целостности и формы детали (заделки трещин, пробоин и т. д.) перед механической обработкой точных отверстий (посадочных мест под подшипники, валики, оси).

Технологический маршрут описывается действиями с указанием поверхностей, номеров дефектов и основных исполнительных размеров.

Технологический маршрут восстановления валика 50-11307052-Б включает в себя следующие операции: 005 слесарная (деф. 1); 010 фрезерная (деф. 3); 015 электроискровая обработка (деф. 2, 4); 020 слесарная (деф. 2, 4); 025 слесарная (деф. 2); 030 токарная (деф. 4); контрольная (деф. 1–4).

5.4 Выбор средств технологического оснащения и расчет режимов выполнения технологических операций

При разработке операций технологического процесса восстановления детали последовательно решаются следующие задачи: выбор основного оборудования; выбор вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных и т. д.); формирование содержания и последовательности переходов; выбор средств технологического оснащения (приспособлений, вспомогательного,

						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ	40

режущего, слесарно-монтажного, специального инструмента и средств измерений); назначение и расчет технологических режимов и норм времени.

Разработку технологических операций производят, используя литературные источники [2–6].

При выборе основного оборудования учитывается: вид обработки; требуемая точность обработки поверхностей; габаритные размеры детали; принятая схема базирования; экономичность выполнения операции.

При выборе вспомогательных материалов (сварочных, наплавочных проволок, лент и т. д.) учитываются требования к физико-механическим свойствам (твердости, износостойкости) восстанавливаемых поверхностей.

Выбор средств технологического оснащения производится в зависимости от геометрических размеров детали, точности ее установки, физико-механических свойств поверхностей (твердости, пределов прочности), точности обработки и контроля.

Назначение и расчет режимов и норм времени нанесения металлопокрытий производится по рекомендациям [2–7], механической обработки – по [8–10].

Порядок разработки и описания технологической операции:

- номер и наименование;
- выбор основного оборудования (наименование и обозначение);
- выбор вспомогательных материалов (проволок, лент, электролитов и т. д.);
- определение содержания вспомогательного перехода (при его наличии);
- выбор технологического оснащения вспомогательного перехода;
- определение вспомогательного времени на установку и закрепление детали;
- определение содержания технологического перехода с указанием исполнительных размеров и технических требований на его выполнение;
- выбор технологического оснащения технологического перехода;

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
						41
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

- назначение и расчет технологических режимов и норм времени (основного вспомогательного, дополнительного);
- обоснование подготовительно-заключительного времени на выполнение операции;
- расчет технической нормы времени.

005 Слесарная. Переход 1. Содержание операции: рассверлить отверстие диаметром 8,75 мм на длину $L = 12$ мм (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок настольно-сверлильный ГС-2112, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, сверло Р9 ГОСТ 2092–77/2301-4001.

Режимы обработки: глубина резания $t = (0,5 \cdot D)/2 = (0,5 \cdot 8,75)/2 = 2,18$ мм, скорость резания $V = 32$ м/мин. Подача для настольно-сверлильного станка ГС-2112 – ручная, согласно паспортным данным станка.

Число оборотов шпинделя определяется по следующей зависимости:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (5.3)$$

где V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр отверстия, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 8,75} = 1164 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспортным данным настольно-сверлильного станка ГС-2112 принимаем $n = 1180 \text{ мин}^{-1}$.

Пересчитаем скорость резания с условием принятой частоты вращения шпинделя:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (5.4)$$

									Лис
									42
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат					

$$V = \frac{3,14 \cdot 8,75 \cdot 1180}{1000} = 32,42 \text{ м/мин.}$$

Переход 2. Содержание: нарезать резьбу М10×1,27-7Н на длину $L = 12$ мм (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок настольно-сверлильный ГС-2112, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81/2620-3721.

Режимы обработки: глубина резания $t = (0,5 \cdot D)/2 = (0,5 \cdot 8,75)/2 = 2,18$ мм, скорость резания $V = 14,3$ м/мин. Подача для настольно-сверлильного станка ГС-2112 – ручная, согласно паспортным данным станка.

Число оборотов шпинделя определяется по зависимости (5.3):

$$n = \frac{1000 \cdot 14,3}{3,14 \cdot 8,75} = 520,4 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспортным данным настольно-сверлильного станка ГС-2112 принимаем $n = 520 \text{ мин}^{-1}$.

Пересчитаем скорость резания с условием принятой частоты вращения шпинделя:

$$V = \frac{3,14 \cdot 8,75 \cdot 520}{1000} = 14,28 \text{ м/мин.}$$

Переход 3. Содержание: установить резьбовую спиральную вставку М8-6Н (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: верстак 1468-01-060А, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, комплект резьбовых спиральных вставок и приспособлений ОР-5526-ГОСНИТИ.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		43

010 Фрезерная. Содержание операции: фрезеровать шпоночный паз под сегментную шпонку под углом 180° относительно изношенного паза, выдерживая ширину шпоночного паза $h = 5_{-0,055}^{0,010}$ мм, остальные размеры – согласно ремонтному чертежу (деф. 3).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: универсально-фрезерный станок 6Р82Ш, фреза дисковая Т15К6 ГОСТ 6396/2234-0133, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75.

Режимы резания: с учетом того, что фрезерование производится фрезой диаметром 50 мм, по справочнику можно выбрать подачу фрезы: $S = 1,0$ мм/об [9, 10]. Зная диаметр фрезы, глубину паза и подачу, можно выбрать также скорость резания $V_p = 50$ м/мин и частоту вращения шпинделя $n = 280$ мин⁻¹, S_z – подача на зуб, мм/зуб; $S_z = 0,1$ мм/зуб, согласно паспортным данным станка.

Пересчитаем скорость резания, с учетом диаметра фрезы и принятой частоты вращения шпинделя:

$$V_p = \frac{D_{\text{ф}} \cdot n}{318}, \quad (5.5)$$

где $D_{\text{ф}}$ – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

$$V_p = \frac{50 \cdot 280}{318} = 44 \text{ м/мин.}$$

Согласно паспортным данным универсально-фрезерного станка 6Р82Ш принимаем скорость резания $V_p = 44$ м/мин.

015 Токарная. Содержание операции: точить поверхность, выдерживая диаметр 15 мм, на длину $L = 23$ мм (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарный 16К20, патрон самоцентрирующийся трехкулачковый ГОСТ 2675–80,

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		44

центр станочный вращающийся ГОСТ 8742–85, резец проходной Р6М5 2101-0501 ГОСТ 18868–73.

Режимы резания: подача S при черновом продольном точении принимаем в зависимости от глубины резания и диаметра детали, предпочтение отдаем одинаковым режимам для упрощения настройки станка. Согласуем подачу с технической характеристикой станка 16К20 и принимаем $S = 0,25$ мм/об, скорость резания выбираем в зависимости от глубины резания и подачи. Обработку ведем с охлаждающей жидкостью резцом проходным Р6М5 2101-0501 ГОСТ 18868–73. $V_p = 34$ м/мин, согласно паспортным данным станка.

Припуск на обработку определяем по следующей зависимости:

$$h = \frac{D-d}{2}, \quad (5.6)$$

где D – номинальный диаметр, мм;

d – требуемый диаметр, мм.

Припуск на обработку для дефекта 4:

$$h = \frac{16-15}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Установленную скорость резания проверим на ее соответствие оборотам шпинделя токарного станка, на котором обрабатывается деталь, по формуле

$$n_1 = \frac{318 \cdot V_p}{D}, \quad (5.7)$$

где V_p – скорость резания, м/мин;

D – номинальный диаметр, мм.

									Лис
									45
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ				

Частота вращения шпинделя для дефекта 4:

$$n = \frac{318 \cdot 34}{16} = 675 \text{ мин}^{-1}.$$

Согласно паспортным данным токарного станка 16К20 принимаем частоту вращения шпинделя $n = 680 \text{ мин}^{-1}$.

020 Электроискровая обработка. Содержание операции: нанести на дефектный участок поверхности валика под подшипник бугристый слой металлопокрытия, произвести выравнивание нанесенного покрытия оплавлением бугров (деф. 2).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: электроискровая установка «БИГ-4»; электрод Т15К6, верстак 1468-01-060А; приспособление с опорными роликами для установки тел вращения; набор гаечных ключей ГОСТ 2880–78.

Режимы электроискровой обработки: энергетический режим 5 ($I = 3,8 \text{ А}$, $V = 96 \text{ В}$, $C = 360 \text{ мкФ}$, $E = 1,66 \text{ Дж}$), частота подачи импульсов 250 Гц, скважность 2–3, напряжение на катушке вибратора 24 В, диаметр электрода 2–3 мм, угол наклона электрода к поверхности 30–50°.

025 Наплавочная. Содержание операции: наплавить поверхность, выдерживая диаметр 16,6 мм, длину $L = 23 \text{ мм}$ (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: сварочный полуавтомат ПДГ-312.2, головка ОКС-125 ГОСНИТИ, углекислый газ ГОСТ 8550–75, проволока Нп 0,8 30ХГСА ГОСТ 1050–74. Базирование детали осуществляем в патроне трехкулачковом ГОСТ 2675–80 и центре станочном ГОСТ 8742–85.

Режимы наплавки: диаметр проволоки 0,8 мм, полярность – обратная, сила сварочного тока $I_{\text{св}} = 100 \text{ А}$, напряжение $U = 18 \text{ В}$, скорость наплавки $V_{\text{н}} = 0,4 \text{ м/мин}$, расход защитного газа (CO_2) $Q = 8 \text{ л/мин}$, шаг наплавки $S = 2d = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ мм/об}$, вылет электрода $l = 12 \text{ мм}$.

									Лис
									46
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ				

Частота вращения определяется по формуле

$$n = \frac{318 \cdot V_H}{d}, \quad (5.8)$$

где V_H – скорость наплавки, м/мин;

d – номинальный диаметр наплавляемого участка детали, мм.

Частота вращения для дефекта 4:

$$n = \frac{318 \cdot 0,4}{15} = 8,48 \text{ мин}^{-1}.$$

Согласно паспортным данным токарного станка 16К20 принимаем частоту вращения шпинделя $n = 9 \text{ мин}^{-1}$.

030 Слесарная. Содержание операции: снять черновой слой нанесенного металлопокрытия, оставляя толщину не более 20 мкм, контролировать толщину оставшегося слоя (деф. 2).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: верстак 1468-01-060А; шлифовальная машинка с гибким валом; тиски 7200-0008 0160 ГОСТ 14094–80; комплект абразивных накладок на гибкий вал; приспособление с опорными роликами для установки тел вращения; микрометр рычажный ГОСТ 4381–87.

Режимы: скорость вращения вала шлифовальной машины 400 мин^{-1} , подача – ручная.

035 Слесарная. Содержание операции: установить и закрепить валик в патроне станка, установить режимы и включить станок, включить полировальную установку и совершить один проход полировки, выдерживая размеры $\varnothing 20_{-0,007}^{+0,007}$ мм, $L = 13$ мм, шероховатость поверхности $Ra = 1,25$ мкм, контролировать качество поверхности (деф. 2).

									Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат					47

02.60.000.00.000 ПЗ

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: токарно-винторезный станок 16К20; полировальная установка; комплект абразивных накладок на полировальную установку; эталонный образец.

Режимы: скорость вращения станка $n_1 = 12,5 \text{ мин}^{-1}$; подача $S = 3,5 \text{ мм/об}$; скорость вращения вала полировальной установки $n_2 = 12\,000 \text{ мин}^{-1}$.

040 Токарная. Содержание операции: точить поверхность, выдерживая диаметр 16,3 мм, на длину $L = 23 \text{ мм}$ (деф. 4), снять фаску согласно ремонтному чертежу.

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарный 16К20, патрон самоцентрирующийся трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742–85, резец проходной Р6М5 2101-0501 ГОСТ 18868–73.

Режимы резания: подача S при черновом продольном точении принимаем в зависимости от глубины резания и диаметра детали, предпочтение отдаем одинаковым режимам для упрощения настройки станка. Согласуем подачу с технической характеристикой станка 16К20 и принимаем $S = 0,25 \text{ мм/об}$, скорость резания выбираем в зависимости от глубины резания и подачи. Обработку ведем с охлаждающей жидкостью, скорость резания $V_p = 34 \text{ м/мин}$.

Припуск на обработку для дефекта 4 определим, используя зависимость (5.6):

$$h_1 = \frac{16,6 - 16,3}{2} = 0,15 \text{ мм.}$$

Установленную скорость резания проверим на ее соответствие оборотам шпинделя токарного станка, на котором обрабатывается деталь, используя зависимость (5.7):

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		48

$$n = \frac{318 \cdot 34}{16,6} = 675 \text{ мин}^{-1}.$$

Согласно паспортным данным токарного станка 16К20 принимаем частоту вращения шпинделя $n = 680 \text{ мин}^{-1}$.

045 Токарная. Содержание операции: нарезать резьбу М16-6g (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарно-винторезный 16К20, патрон самоцентрирующийся трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742–85, резец для наружной метрической резьбы Р6М5 2660-0001 ГОСТ 18885–73.

Режимы обработки: подача – по таблице 27, $S = 0,6 \text{ мм/об}$, скорость резания – по таблице 30, $V = 17 \text{ м/мин}$, припуск на обработку $h_1 = 0,3 \text{ мм}$ [9, 10].

Частоту вращения шпинделя рассчитаем по формуле (5.7):

$$n = \frac{318 \cdot 17}{16} = 337,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Согласно паспортным данным токарного станка 16К20 принимаем частоту вращения шпинделя $n = 340 \text{ мин}^{-1}$.

050 Контрольная. Содержание операции: провести контроль восстановленной детали.

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: стол контролера ОРГ-8964–79; штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 166–89; микрометр гладкий МК-25 ГОСТ 6507–90; лупа 10-кратного увеличения ГОСТ 25706–83; резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 17763–72; резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997–81; шпонка сегментная ШВ-5х19 ГОСТ 23360–80, образцы шероховатости ГОСТ 9378–75.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		49

5.5 Техническое нормирование основных операций

Техническая норма времени на операции [4] рассчитывается по формуле

$$T_{\text{н}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{доп}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (5.9)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{доп}}$ – дополнительное время, мин;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии.

Основным или технологическим называют время, в течение которого происходит изменение формы, размеров, внешнего вида или внутренних свойств детали в результате какого-либо вида обработки.

Вспомогательным называют время, затрачиваемое на различные вспомогательные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. К вспомогательным действиям относятся: установка, выверка, крепление и снятие обрабатываемой детали; настройка оборудования на определенные технологические режимы; управление станком и другим оборудованием; перестановка инструмента и др.

Дополнительное время складывается из времени организационно-технического обслуживания рабочего места, времени перерывов на отдых, естественные надобности и производственную гимнастику.

Подготовительно-заключительным временем называют время, затрачиваемое рабочим на подготовку к определенной работе и выполнения действий, связанных с ее окончанием.

Подготовительно-заключительное время включает следующие работы: получение задания, наряда, инструмента; ознакомление с работой, чертежом

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		50

(образцом), технологическим процессом, а если его нет – продумывание технологии выполнения работы; инструктаж, получение приспособлений, материала; подготовка рабочего места; наладка или переналадка оборудования, инструмента и приспособлений для выполнения заданной работы; сдача готовых деталей (изделий); сдача инструмента и уборка рабочего места.

Проведем расчет норм времени основных технологических операций.

005 Слесарная. Переход 1. Содержание: рассверлить отверстие диаметром 8,75 мм на длину $l = 12$ мм (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок настольно-сверлильный ГС-2112, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, сверло Р9 ГОСТ 2092–77/2301-4001.

Режимы обработки: глубина резания $t = (0,5 \cdot D)/2 = (0,5 \cdot 8,75)/2 = 2,18$ мм, скорость резания $V = 32,42$ м/мин. Подача для настольно-сверлильного станка ГС-2112 – ручная, частота вращения шпинделя $n = 1180$ мин⁻¹.

Основное время на рассверливание отверстия составит $T_0 = 0,1$ мин [12].

Вспомогательное время при рассверливания отверстия равно $T_b = 0,12$ мин [12].

Оперативное время определяется по формуле

$$T_{оп} = T_0 + T_b, \quad (5.10)$$

$$T_{оп} = 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ мин.}$$

Дополнительное время определяется по формуле

$$T_d = \frac{T_{оп} \cdot K_d}{100}, \quad (5.11)$$

где K_d – отношение дополнительного времени к оперативному, %.

									Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат					51

Для слесарной операции $K_d = 6 \%$, следовательно:

$$T_d = 0,22 \cdot 0,06 = 0,02 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время для рассверливания отверстия принимаем согласно табличным данным $T_{пз} = 3 \text{ мин}$ [12].

Техническая норма времени

$$T_H = 0,1 + 0,12 + 0,02 + 3 = 3,24 \text{ мин.}$$

Переход 2. Содержание: нарезать резьбу $M10 \times 1,27-7H$ на длину $L = 12$ (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок настольно-сверлильный ГС-2112, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, метчик Р6М5 ГОСТ 3266–81/2620-3721.

Режимы обработки: глубина резания $t = (0,5 \cdot D)/2 = (0,5 \cdot 8,75)/2 = 2,18 \text{ мм}$, скорость резания $V_p = 14,28 \text{ м/мин}$. Подача для настольно-сверлильного станка ГС-2112 – ручная, частота вращения шпинделя $n = 520 \text{ мин}^{-1}$.

Основное время на нарезание внутренней метрической резьбы составит $T_o = 0,5 \text{ мин}$ [12].

Вспомогательное время при нарезании резьбы равно $T_b = 0,2 \text{ мин}$ [12].

Оперативное время определяется по формуле (5.10):

$$T_{оп} = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ мин.}$$

Для слесарной операции $K_d = 6 \%$, следовательно, дополнительное время

$$T_d = 0,7 \cdot 0,06 = 0,04 \text{ мин.}$$

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ					Лис
										52

Подготовительно-заключительное время при нарезании внутренней резьбы метчиком принимаем согласно табличным данным: $T_{пз} = 3$ мин [12].

Техническая норма времени

$$T_{н} = 0,5 + 0,2 + 0,04 + 3 = 3,74 \text{ мин.}$$

Переход 3. Содержание: установить резьбовую спиральную вставку М8-6Н (деф. 1).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: верстак 1468-01-060А, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75, комплект резьбовых спиральных вставок и приспособлений ОР-5526 ГОСНИТИ.

Согласно табличным данным на выполнение слесарной операции принимаем следующие нормы времени: $T_0 = 0,3$ мин; $T_{н} = 2$ мин [12].

Суммарное время за три перехода:

$$T_0 = 0,1 + 0,5 + 0,3 = 0,9 \text{ мин.}$$

$$T_{н} = 3,24 + 3,74 + 2 = 8,98 \text{ мин.}$$

010 Фрезерная. Содержание операции: фрезеровать шпоночный паз под сегментную шпонку под углом 180° относительно изношенного паза, выдерживая ширину шпоночного паза $h = 5_{-0,055}^{0,010}$ мм, остальные размеры, согласно ремонтному чертежу (деф. 3).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: универсально-фрезерный станок БР82Ш, фреза дисковая Т15К6 ГОСТ 6396/2234-0133, тиски с призматическими губками ГОСТ 21168–75.

Режимы резания: диаметр фрезы 50 мм, подача фрезы: $S = 1,0$ мм/об, скорость резания $V = 44$ м/мин, частота вращения шпинделя $n = 280$ мин⁻¹, подача на зуб $S_z = 0,1$ мм/зуб.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		53

Найдем основное время фрезерования

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n}, \quad (5.12)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

i – количество проходов;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

Z – число зубьев фрезы, шт.;

Следовательно, основное время равно

$$T_o = \frac{19 \cdot 1}{0,1 \cdot 10 \cdot 280} = 0,07 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на проход, установка в тисках с выверкой средней сложности $T_b=0,6$ мин.

Оперативное время

$$T_{оп} = 0,07 + 0,6 = 0,67 \text{ мин.}$$

Дополнительное время составляет 7 % от оперативного [12]:

$$T_{доп} = 0,67 \cdot 0,07 = 0,05 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем $T_{пз}=15$ мин [12].

Определяем норму времени

$$T_n = 0,07 + 0,67 + 0,05 + 15 = 15,82 \text{ мин.}$$

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		54

015 Токарная. Содержание операции: точить поверхность, выдерживая диаметр 15 мм, на длину $L = 23$ мм (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарный 16К20, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный ГОСТ 8742–85, резец проходной Р6М5 2101-0501 ГОСТ 18868–73.

Режимы резания: подача при черновом продольном точении $S = 0,25$ мм/об, скорость резания $V_p = 34$ м/мин, припуск на обработку $h = 0,5$ мм, частота вращения детали $n = 680$ мин⁻¹.

Основное время для токарной обработки

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (5.13)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$$T_o = \frac{23 \cdot 1}{680 \cdot 0,25} = 0,14 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время на проход. Для данного станка и режимов обработки $T_v = 0,48$ мин [12].

Оперативное время

$$T_{оп} = 0,14 + 0,48 = 0,62 \text{ мин.}$$

Дополнительное время составляет 15 % от оперативного [12]:

$$T_{доп} = 0,62 \cdot 0,15 = 0,1 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время составляет 6 % от оперативного [11]:

$$T_{пз} = 0,62 \cdot 0,06 = 0,04 \text{ мин.}$$

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		55

Определяем норму времени

$$T_n = 0,14 + 0,48 + 0,1 + 0,04 = 0,76 \text{ мин.}$$

020 Электроискровая обработка. Содержание операции: нанести на дефектный участок поверхности валика под подшипники бугристый слой металлопокрытия, произвести выравнивание нанесенного покрытия оплавлением бугров (деф. 2).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: электроискровая установка «БИГ-4»; электрод Т15К6, верстак 1468-01-060А; приспособление с опорными роликами для установки тел вращения; набор гаечных ключей ГОСТ 2880–38.

Режимы электроискровой обработки: энергетический режим 5 ($I = 3,8 \text{ А}$, $V = 96 \text{ В}$, $C = 360 \text{ мкФ}$, $E = 1,66 \text{ Дж}$), частота подачи импульсов 250 Гц, скважность 2–3, напряжение на катушке вибратора 24 В, диаметр электрода 2–3 мм, угол наклона электрода 30–50° к поверхности.

Для электроискровой обработки (ЭИО) нормирование работ должно производиться с учетом минимального времени обработки поверхности электродом требуемого состава при получении покрытия необходимой толщины.

Основное время обработки определяется, исходя из площади обрабатываемой поверхности и производительности установки по формуле

$$T_o = S / \Pi, \quad (5.14)$$

где Π – производительность установки ($\Pi = 7,5 \text{ см}^2/\text{мин}$ [16]);

S – площадь восстанавливаемой поверхности, см^2 .

Площадь восстанавливаемой поверхности для дефекта 2 составит:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot H = 2 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 1,3 = 8,84 \text{ см}^2.$$

								Лис
								56
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ			

Тогда

$$T_o = 8,84 / 7,5 = 1,2 \text{ мин.}$$

Техническая норма времени равна 1,4 T_o [16], следовательно:

$$T_n = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68 \text{ мин.}$$

025 Наплавочная. Содержание операции: наплавить поверхность, выдерживая диаметр 16,6 мм, на длину $L = 23$ мм (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: сварочный полуавтомат ПДГ-312.2, головка ОКС-125 ГОСНИТИ, углекислый газ ГОСТ 8550–75, проволока Нп 0,8 30ХГСА ГОСТ 1050–74, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный ГОСТ 8742–85.

Режимы наплавки: диаметр проволоки 0,8 мм, полярность – обратная, сила сварочного тока $I_{св} = 100$ А, напряжение $U = 18$ В, скорость наплавки $V_n = 0,4$ м/мин, расход защитного газа (CO_2) $Q = 8$ л/мин, шаг наплавки $S = 2d = 2 \cdot 0,8 = 1,6$ мм/об, вылет электрода $l = 12$ мм, частота вращения детали $n = 9 \text{ мин}^{-1}$.

Основное время наплавки определяется по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (5.15)$$

где L – длина направляемой поверхности, мм;

i – число проходов;

n – частота вращения, мин^{-1} ;

S – шаг наплавки, мм/об.

$$T_o = \frac{23 \cdot 1}{9 \cdot 1,6} = 1,6 \text{ мин.}$$

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис	
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат			57

Вспомогательное время для наплавки в среде CO_2 принимаем $T_{\text{в}} = 0,8$ мин [11].

Оперативное время

$$T_{\text{оп}} = 1,6 + 0,8 = 2,4 \text{ мин.}$$

Дополнительное время для наплавки в среде CO_2 принимаем 12 % от оперативного времени [12]:

$$T_{\text{д}} = 2,4 \cdot 0,12 = 0,28 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем 4 % от оперативного времени и определим по формуле [11]:

$$T_{\text{п.з.}} = 2,4 \cdot 0,04 = 0,1 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н}} = 1,6 + 0,8 + 0,28 + 0,1 = 2,78 \text{ мин.}$$

030 Слесарная. Содержание операции: снять черновой слой нанесенного металлопокрытия, оставляя толщину не более 20 мкм, контролировать толщину оставшегося слоя (деф. 2).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: верстак 1468-01-060А, шлифовальная машинка с гибким валом; тиски 7200-0008 0160 ГОСТ 14094–80; комплект абразивных накладок на гибкий вал; приспособление с опорными роликами для установки тел вращения; микрометр рычажный 0–25 ГОСТ 11098–75.

Режимы: скорость вращения вала шлифовальной машины 400 мин^{-1} , подача – ручная.

Основное время на выполнение слесарной операции $T_0 = 4,5$ мин [12].

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		58

Вспомогательное время на установку (снятие) детали при выполнении слесарных работ принимаем, исходя из массы детали. Масса детали составляет $m = 0,7$ кг, поэтому принимаем $T_b = 0,3$ мин [11].

Подготовительно-заключительное время принимаем в зависимости от сложности выполняемой работы. Сложность работы – средняя, место выполнения работы – верстак, поэтому подготовительно-заключительное время принимаем $T_{п-з} = 4$ мин [12].

Следовательно, норма времени для слесарной операции равна

$$T_n = 4,5 + 0,3 + 4,0 = 8,8 \text{ мин.}$$

035 Слесарная. Содержание операции: установить и закрепить валик в патроне станка, установить режимы и включить станок, включить полировальную установку и совершить один проход полировки, выдерживая размеры: диаметр $20_{-0,007}^{+0,007}$ мм на длину $L = 13$ мм, шероховатость поверхности $Ra = 1,25$ мкм, контролировать качество поверхности (деф. 2).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: токарно-винторезный станок 16К20; полировальная установка; комплект абразивных накладок на полировальную установку; эталонный образец.

Режимы: скорость вращения шпинделя станка $12,5 \text{ мин}^{-1}$; подача $S = 3,5 \text{ мм/об}$; частота вращения вала полировальной установки $12\,000 \text{ мин}^{-1}$.

Основное время на выполнение слесарной операции $T_o = 4,5$ мин [12].

Вспомогательное время на установку (снятие) детали при выполнении слесарных работ принимаем, исходя из массы детали. Масса детали составляет $m = 0,7$ кг, поэтому принимаем $T_b = 0,3$ мин [12].

Подготовительно-заключительное время принимаем в зависимости от сложности выполняемой работы. Сложность работы – средняя, место выполнения работы – токарный станок 16К20, поэтому подготовительно-заключительное время принимаем $T_{п-з} = 5$ мин [12].

									Лис
									59
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ				

Следовательно, норма времени для слесарной операции

$$T_{н} = 4,5 + 0,3 + 5,0 = 9,8 \text{ мин.}$$

040 Токарная. Содержание операции: точить поверхность, выдерживая размеры: диаметр 16,3 мм на длину $L = 23$ мм (деф. 4), снять фаску согласно ремонтному чертежу.

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарный 16К20, патрон самоцентрирующий трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742–85, резец проходной Р6М5 2101-0501 ГОСТ 18868–73.

Режимы резания: подача $S = 0,25$ мм/об, скорость резания $V_p = 34$ м/мин, припуски на обработку $h = 0,15$ мм, частота вращения детали $n = 680 \text{ мин}^{-1}$.

Основное время обработки

$$T_{oi} = \frac{23 \cdot 1}{680 \cdot 0,25} = 0,14 \text{ мин.}$$

Время, затраченное на выполнение несложных операций, проточки канавок, снятие фасок, составляет $T_{o2} = 0,58$ мин [12].

$$T_o = 0,14 + 0,58 = 0,72 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время на проход. Для данного станка и режимов обработки $T_b = 0,48$ мин [12].

Оперативное время

$$T_{оп} = 0,72 + 0,48 = 1,2 \text{ мин.}$$

Дополнительное время составляет 15 % от оперативного [12]:

$$T_{доп} = 1,2 \cdot 0,15 = 0,2 \text{ мин.}$$

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		60

Подготовительно-заключительное время составляет 6 % от оперативного [12]:

$$T_{пз} = 1,2 \cdot 0,06 = 0,08 \text{ мин.}$$

Определяем норму времени

$$T_{н} = 0,72 + 0,48 + 0,2 + 0,08 = 1,48 \text{ мин.}$$

045 Токарная. Содержание операции: нарезать резьбу М16-6g (деф. 4).

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: станок токарно-винторезный 16К20, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675–80, центр станочный ГОСТ 8742–85, резец для наружной метрической резьбы Р6М5 2660-0001 ГОСТ 18885–73.

Режимы обработки: подача $S = 0,6$ мм/об [9, 10], скорость резания $V = 17$ м/мин, припуск на обработку $h_1 = 0,3$ мм, частота вращения детали $n = 340$ мин⁻¹.

Основное время определим по формуле (5.13):

$$T_o = \frac{23 \cdot 1}{340 \cdot 0,6} = 0,11 \text{ мин.}$$

Определяем вспомогательное время на проход. Для данного станка и режимов обработки $T_v = 0,48$ мин [12].

Оперативное время

$$T_{оп} = 0,11 + 0,48 = 0,59 \text{ мин.}$$

Дополнительное время составляет 15 % от оперативного [12]:

$$T_{доп} = 0,59 \cdot 0,15 = 0,09 \text{ мин.}$$

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		61

Подготовительно-заключительное время составляет 6 % от оперативного [11]:

$$T_{пз} = 0,59 \cdot 0,06 = 0,04 \text{ мин.}$$

Определяем норму времени

$$T_{н} = 0,11 + 0,48 + 0,09 + 0,04 = 0,72 \text{ мин.}$$

050 Контрольная. Содержание операции: провести контроль восстановленной детали.

Оборудование, технологическая оснастка и инструмент: стол контролера ОРГ-8964–79; штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ 166–89; микрометр гладкий МК-25 ГОСТ 6507–90; лупа 10-кратного увеличения ГОСТ 25706–83; резьбовой калибр-кольцо ГОСТ 17763–72; резьбовой калибр-пробка ГОСТ 24997–81; шпонка сегментная ШВ-5×19 ГОСТ 23360–80, образцы шероховатости ГОСТ 9378–75.

Принимаем норму времени на выполнение всех несложных контрольных операций в течение $T_0 = 3,68$ мин, $T_{н} = 10$ мин [12].

5.6 Оформление технологического процесса и ремонтного чертежа детали

Для условий ремонтного производства в соответствии с ГОСТ 3.111–83 и ОСТ 70.0009.005–85 применяется маршрутно-операционное описание технологического процесса: сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте (МК) в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных сложных операций в других технологических документах – операционных картах и картах технологических процессов (ОК, КТП и т. д.).

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		62

В комплект документов технологического процесса восстановления детали входят:

- титульный лист (ТЛ) форма 2 ГОСТ 3.1105–84;
- карта эскизов (КЭ) технологического процесса восстановления детали: заглавный и последующие листы формы 7, 7б ГОСТ 3.1105–84;
- маршрутная карта (МК): заглавный и последующие листы формы 2; 16 ГОСТ 3.1118–82.
- операционные карты (ОК) нанесения покрытий;
- карты технологических процессов (КТП) нанесения покрытий (гальванические процессы, напыление и т. д.);
- операционные карты (ОК) механической обработки: заглавный и последующие листы формы 3, 3б ГОСТ 3.1404–88;
- карта эскизов (КЭ) операций: заглавный и последующие листы формы 7, 7б ГОСТ 3.1105–84.

Первые три технологических документа (ТЛ, КЭ и МК) обязательны для технологического процесса, наличие и количество остальных определяются перечнем, сложностью и содержанием операций.

На КЭ технологического процесса восстановления детали выполняют эскиз детали с указанием размеров и их предельных отклонений, обозначения шероховатости, допусков форм и расположения дефектных поверхностей. Дефектные поверхности и поверхности, обрабатываемые в процессе восстановления, показываются линией, толщиной $2s$. При разработке одного эскиза на технологический процесс допускается обрабатываемые поверхности изделия не обводить линией толщиной $2s$. Дефекты нумеруются арабскими цифрами в окружности диаметром 6–8 мм на продолжениях размерных или выносных линий. При этом указывается информация, необходимая только для восстановления детали и последующего контроля. На эскизе детали приводятся размеры, необходимые для расчета норм времени на обработку, выбора оборудования. В этой связи для разработки КЭ необходимо использовать ранее подготовленную информацию и документы: рабочий чертеж на

									Лис
									63
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат	02.60.000.00.000 ПЗ				

изготовление детали; технические требования на дефектацию детали; сведения о коэффициентах повторяемости дефектов; технические требования на восстановленную деталь; технологические способы устранения дефектов.

На свободном поле КЭ справа от изображения указывают номера и наименования дефектов, технические требования с указанием заглавия «Дефекты», «Технические требования».

КЭ технологического процесса при наличии ремонтного чертежа может не оформляться.

МК выполняют роль сводного документа, содержащего данные по всем операциям в технологической последовательности их выполнения.

Простые операции описывается только в МК, последовательность записи информации по типам строк: А, Б, М, О, Т.

Сложные операции описываются сокращенно в МК и полностью в других видах технологической документации. Последовательность записи информации по типам строк: А, Б.

Выбор и определение состава сложных операций, подлежащих полному описанию, устанавливаются исходя из следующих условий:

- сложности выполнении операций;
- сложности и точности базирования детали при обработке;
- необходимости указания данных по режимам;
- необходимости поэлементного описания операций.

Наименование операций определяется в зависимости от вида оборудования, на котором они выполняются. За наименованием указывают в скобках номера восстанавливаемых дефектов. Например: «Токарная (деф. 1, 3)». Между операциями в документах оставляют одну строку свободной.

Полное описание сложных операций дается в ОК и КТП.

ОК нанесения металлопокрытий (наплавки) не разработаны, и для описания данных операций применяются МК формы 2, 1б ГОСТ 3.1118–82. Описание технологической операции дается с указанием последовательного

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		64

выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, технологических режимах и трудозатратах. Между переходами в документах оставляют одну строку свободной.

Для случая применения вспомогательных материалов (наплавочные проволоки, СОЖ и т. д.), одинаковых для всех технологических переходов, последовательность записи информации по типам строк следующая: М, А, Б, М, О, Т, Р, О, Т. При этом в строке с первым символом «М» записывается информация об основном материале детали. Второй символ «М» обозначает строку со вспомогательным материалом.

Простановку необходимых данных по технологическим режимам выполняют по всей длине строки «Р». При записи содержания переходов исполнительный размер указывают при отсутствии поясняющей КЭ. Например: «Наплавить поверхность, выдерживая размеры $D = 50 \pm 0,2$ и $L = 40 \pm 1$ ».

При наличии поясняющей КЭ выполняют сокращенную запись переходов. Например: «Наплавить поверхность, выдерживая размеры 1 и 2».

Номера переходов указывают в начале содержания переходов. Данные по вспомогательному « T_B » и основному « T_O » времени указывают в строке «О» после записи содержания технологического перехода. При этом время, затраченное на вспомогательные работы, суммируют с « T_B » первого технологического перехода и проставляют в графе « T_B ».

Полное описание операций механической обработки выполняют на ОК формы 3, 3б ГОСТ 3.1404–86.

Ссылка на обозначение документов, поясняющих данную операцию, дается в первой свободной строке без служебного символа.

При заполнении информации по технологической оснастке следует руководствоваться требованиями существующих классификаторов. Остальные требования по оформлению ОК – в соответствии с ГОСТ 3.1404–86.

КЭ по отдельным операциям разрабатывается для пояснения способов базирования детали, взаимного расположения элементов и требований к обработанным поверхностям.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		65

Деталь показывается в состоянии после выполнения операции в положении ее базирования.

Обрабатываемые поверхности обозначаются линией, толщиной $2s$. Изображение изделия содержит:

- размеры;
- предельные отклонения (по ГОСТ 2.307–68);
- обозначение шероховатости (по ГОСТ 2.309–73);
- обозначение баз, опор, зажимов (по ГОСТ 3.1107–81).

На эскизах все размеры и конструктивные элементы обрабатываемой поверхности нумеруются. Номера проставляют в окружности диаметром 6–8 мм по часовой стрелке и соединяют с размерной или выносной линией.

Ремонтными считаются чертежи, предназначенные: для ремонта изделий (деталей, сборочных единиц, комплексов и комплектов); сборки (монтажа) и контроля отремонтированных изделий; изготовления дополнительных (новых) деталей (сборочных единиц) с ремонтными размерами.

Ремонтные чертежи разрабатывают в дополнение к ремонтным документам по ГОСТ 2.602 или, при отсутствии последних, как самостоятельные документы.

Для простых изделий допускается разрабатывать ремонтные чертежи вместо руководства по ремонту и (или) технических условий на ремонт.

Требования к ремонтным чертежам приведены в ГОСТ 2.604 «Чертежи ремонтные. Общие требования». Согласно этим требованиям на поле чертежа в определенных местах располагают изображение восстанавливаемой детали или сборочной единицы, таблицу дефектов, указывают условия и дефекты, при наличии которых деталь бракуют, рекомендуемый технологический маршрут восстановления, таблицу категорийных ремонтных размеров (если деталь может быть восстановлена обработкой до ремонтных размеров), технические требования на восстановление, схемы базирования детали (по решению разработчиков и при наличии свободного поля чертежа).

						02.60.000.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			66

Ремонтным называется размер, установленный для ремонтируемого изделия или для изготовления нового изделия взамен изношенного и отличающийся от аналогичного размера изделия по рабочему чертежу.

Категорийными называют ремонтные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта. Ремонтный чертеж оформлен на листе формата А1. На листе помещают изображение восстанавливаемой детали (сборочной единицы), таблицу категорийных размеров, технические требования, спецификацию, основную надпись, необходимые разрезы или сечения, таблицу дефектов, чертежи дополнительных ремонтных деталей и основную надпись.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		67

Заключение

На основании анализа конструкции и условий работы водяного насоса двигателя Д-243 установлены причины возникновения отдельных неисправностей, из-за конструктивных, производственных и эксплуатационных ошибок приводящие к потере его работоспособности.

Для выполнения ремонтных работ требуется произвести демонтаж водяного насоса с трактора согласно рекомендуемой в проекте последовательности.

Разработана структурная схема разборки водяного насоса для условий ремонтного предприятия, предусматривающая рациональную последовательность выполнения разборочных работ с применением универсального ремонтно-технологического оборудования, оснастки и инструмента.

Для одной из основных деталей конструкции – валика водяного насоса, спроектирован технологический процесс восстановления.

С целью повышения качества ремонта предложен технологический процесс очистки деталей на основе применения прогрессивного моечного оборудования, средств очистки и рациональных режимов мойки.

Проанализированы условия работы детали и возможные дефекты, включающие: повреждение внутренней резьбы М8-7Н; износ шейки валика под шарикоподшипник до размера диаметра менее 19,98 мм; износ шпоночного паза по ширине до размера более 5,02 мм; износ наружной резьбы М16-6g и др. Разработана карта дефектации и ремонта детали с указанием методов установления дефектов, средств контроля и технических требований на восстанавливаемые поверхности детали.

При этом установлено, что для валика 50-11307052-Б выбраковочными признаками будут являться наличие на детали коррозии, рисок, надиров и наволакивания.

На основании анализа возможных способов восстановления поверхностей детали, с учетом технологического, технического и технико-

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
						68
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

экономического критериев, обоснованы рациональные способы восстановления отдельных дефектов детали.

Для восстановления посадочных мест под подшипники рекомендуется использовать электроискровую обработку как наиболее экономичный, экологичный и повышающий износостойкость более чем в два раза способ.

Разработан технологический маршрут восстановления валика, предусматривающий рациональную последовательность выполнения операций, обоснование режимов и средств технологического оснащения. Для каждой из операций выполнено техническое нормирование работ.

Предлагаемый технологический процесс выгодно отличается от базового, применяемого на ремонтных предприятиях, за счет применения прогрессивных технологических решений при очистке, дефектации и инновационной технологии восстановления посадочных мест под подшипники электроискровым способом (ЭИО).

Применение ЭИО упрощает технологию, значительно повышает эффективность и дает возможность восстанавливать размеры и эксплуатационные параметры деталей. Износостойкость восстанавливаемых поверхностей увеличивается более чем в 2 раза при снижении себестоимости восстановления детали в целом. Предлагаемая технология обеспечивает 100%-ный ресурс восстанавливаемой детали.

Графическая часть проекта представлена структурной схемой разборки сборочной единицы (1 л. формата А1), ремонтным чертежом детали (1 л. формата А1), схемой технологического процесса восстановления детали (1 л. формата А1).

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
						69
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		

Список использованных источников

1. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин, И. Г. Голубев. – М. : Росинформагротех, 2016. – 568 с.
2. Технология ремонта машин : учебное пособие для вузов / Е. А. Пучин [и др.] ; под общ. ред. Е. А. Пучина. – М. : КолосС, 2007. – 448 с.
3. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – М.-Челябинск : ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. – 992 с.
4. Ремонт машин. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / под общ. ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2004. – 490 с.
5. Юдин, В. М. Очистка машин и оборудования при техническом сервисе : учебное пособие / В. М. Юдин. – М. : Изд-во ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2015. – 44 с.
6. Восстановление деталей машин : справочное пособие / Ф. И. Пантелеенко [и др.] ; под ред. В. П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
7. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов / Ф. Х. Бурумкулов [и др.]. – Саранск : Красный октябрь, 2003. – 504 с.
8. Иванов, В. П. Ремонт машин. Технология, оборудование, организация : учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополоцк : ПГУ, 2006. – 468 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дольского [и др.]. – 5-е изд. – М. : Машиностроение-2, 2001. – Т. 1. – 912 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. М. Дольского [и др.]. – 5-е изд. – М. : Машиностроение-2, 2001. – Т. 2. – 944 с.
11. Нормирование ремонтно-обслуживающих работ на предприятиях технического сервиса : учебно-методическое пособие / сост. В. П. Миклуш, П. Е. Круглый. – Минск : БГАТУ, 2009. – 72 с.
12. Проектирование ТП ремонта машин и оборудования. Раздел 3. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию. – Минск : БГАТУ, 2004. – 54 с.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		70

13. Дизели Д-243, Д-245 и их модификации. Руководство по эксплуатации. – Минск : ММЗ, 2009. – 80 с.

14. Общие требования к организации проектирования и правила оформления дипломных и курсовых проектов (работ) : учебно-методическое пособие / Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2015. – 136 с.

Стандарты

15. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы: ГОСТ 3.119–83 ЕСТД. – Введ. 08.12.1983. – М. : Государственный комитет по стандартам, 1984. – 13 с.

16. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции): ГОСТ 3.1121–84 ЕСТД. – Введ. 23.11.1984. – М. : Государственный комитет по стандартам, 2003. – 45 с.

17. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием: ГОСТ 3.1404–86 ЕСТД. – Введ. 01.07.1987. – М. : Государственный комитет по стандартам, 2003. – 30 с.

18. Обозначение изделий и конструкторских документов: ГОСТ 2.201–80 ЕСКД. – Введ. 01.08.2005. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2005. – 11 с.

19. Технологичность конструкции изделий (термины и определения) : ГОСТ 14.205–83. – Введ. 01.07.1983. – М. : Государственный комитет по стандартам, Комитет стандартизации и метрологии СССР, 2003. – 5 с.

20. Межгосударственный стандарт. Ремонтные документы: ГОСТ 2.602–2013 ЕСКД. – Введ. 01.09.2016. – Минск : Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский центр CALS-технологий» (АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»), 2016. – 6 с.

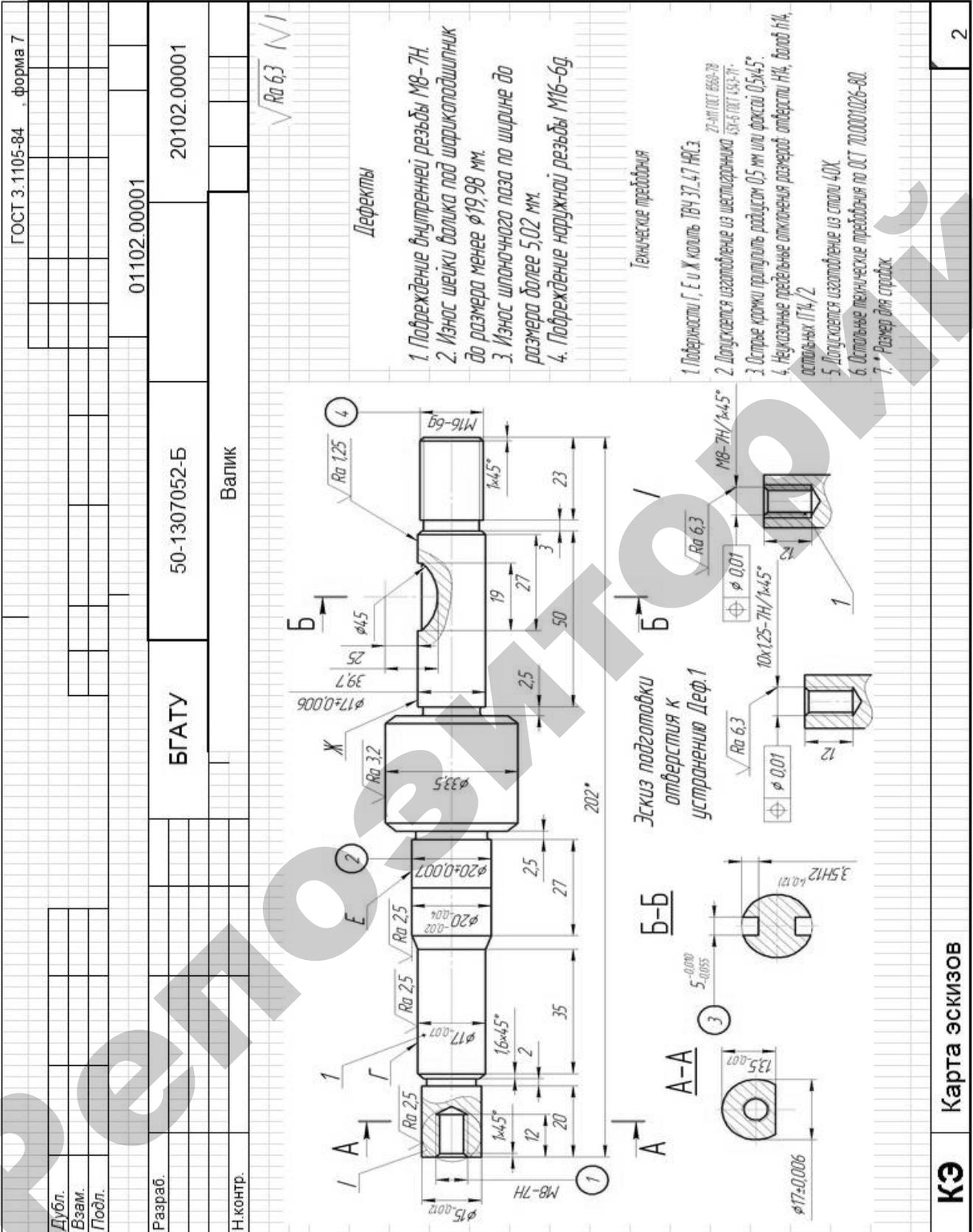
21. Чертежи ремонтные. Общие требования: ГОСТ 2.604–2000. – Введ. 01.01.2002. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 7 с.

					02.60.000.00.000 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дат		71

Приложение М1 (обязательное)

Комплект документов стандартного технологического процесса
восстановления детали (маршрутно-операционное описание)

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2	
Дубл.	
Взам.	
Подл.	
	01102.00001 1
БГАТУ	50-1307052-Б
Валик	
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ</p>	
<p>Разработал: студент группы</p> <p>Руководитель:</p>	
<p>Минск 2016</p>	
ТЛ	1



Дубл.		Взам.		Подл.		01102.00001		4		1							
Разраб.						БГАТУ		50-1307052-Б		10102.00001							
Н.контр.						Валик											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	Обозначение документа					
												ЕН	ОП	Кшт.	Плз	Тшт.	
Б	Наименование детали, сборки или материала											ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н, расх.	
	К/М																
А 01	05 Слесарная (Деф.1)											60140.00001; 20102.00001					
Б 02	Верстак 1468-01-060А, станок сверлильный ГС-2112											слес.		4	н/р	6,0	8,98
03																	
А 04	10 Фрезерная (Деф.3)											60140.00001; 20102.00001					
Б 05	Станок универсально-фрезерный 6Р82Ш											фрез.		4	н/р	15	15,72
06																	
А 07	15 Токарная (Деф.4)											60140.00001; 20102.00001					
Б 08	Станок токарный 16К20											ток.		4	н/р	0,04	0,76
09																	
А 10	20 Электроискровая обработка (Деф.2)											60191.00001; 20102.00001					
Б 11	Электроискровая установка БИГ-4											св.		4	т/р	0,14	1,68
12																	
А 13	25 Наплавочная (Деф.4)											60191.00001; 20102.00001					
Б 14	Сварочный полуавтомат ПДГ-312.2											св.		4	н/р	0,01	2,78
15																	
МК											Маршрутная карта				3		

Дубл.	Взам.	Подл.	01102.00001		50-1307052-Б		10102.00001		2							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	
Б	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,ход										
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,ход										
A16	30	Слесарная (Деф.2)				60140.00001; 20102.00001										
Б17	Верстак 1468-01-060А, шлифовальная машинка.					слес.				4	н/р		4,0 8,8			
18																
A19	35	Слесарная (Деф.2)				60140.00001; 20102.00001										
Б20	Станок токарный 16К20, полировальная установка.					слес.				4	н/р		5,0 9,8			
21																
A22	40	Токарная (Деф.4)				60140.00001; 20102.00001										
Б23	Станок токарный 16К20Ф3					ток.				4	н/р		0,08 1,48			
24																
A25	45	Токарная (Деф.4)				60140.00001; 20102.00001										
Б26	Станок токарный 16К20Ф3					ток.				4	н/р		0,04 0,72			
27																
A 28	50	Контрольная				60140.00001; 20102.00001										
Б 29	Стол контролера ОРГ-8964-79					контр.				4	н/р		3,68 10,0			
30																
31																
МК	Маршрутная карта														4	

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.																			
Пров.																			
Н.контр.																			
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОМД								
Слесарная (Деф.1)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71			37...47 HRC	кг	0,7	-			1								
Оборудование.		Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тн		СОЖ									
ГС-2112; 1468-01-060А					0,9	0,32	6	8,98											
Р	Д или В, мм	ПИ	Л, мм	Л, мм	Т, мм	С, мм/об	л, мин-1	В, м/мин											
О 01	1. Установить и закрепить валик.																		
Т 02	Тиски с призматическими губками ГОСТ 21168-75																		
03																			
О 04	2. Рассверлить отверстие Ø8,75, длина l=12.																		
Т 05	Сверло Р9 ГОСТ 2092-77\2301-4001.																		
Р 06	12	2,0	1	0,3	1180	32													
07																			
О 08	3. Нарезать резьбу М10х1,25-7Н.																		
Т 09	Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81\2620-3721.																		
Р 10	12	2,0	1	0,15	460	14,3													
11																			
О 12	4. Установить резьбовую спиральную вставку ВРМ 8х12																		
Т 13	Комплект инструментов и резьбовых спиральных вставок ОР-5526-ГОСНИТИ.																		
OK Операционная карта																			5

Дубл.		Взам.		Лодл.		01102.00001		1		60141.00001	
Разраб.		Пров.		Н.контр.		50-1307052-Б		Валик		010	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры	
Фрезерная (Деф.3)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71		37...47 HRC		к2		0,7		-	
Оборудование:		Обозначение программы		Ю		Iв		Iпз.		Iн.	
6P82Ш				0,07		0,6		15		15,82	
Р		ПИ		D или B, мм	L, мм	L, мм		I, мм		Sz, мм/об	V, м/мин
0 01	1. Установить и закрепить валик.										
Т 02	Тиски с призматическими губками ГОСТ 21168-75										
03											
0 04	2. Фрезеровать шлоночный паз под углом 180 град. относительно изношенного паза, h=5-0,055. Tв=0,6 To=0,07										
Т 05	Фреза дисковая Т15К6 ГОСТ 6396\2234-0133										
Р 06					19			1		280	44
07											
0 08	3. Снять валик.										
09											
10											
11											
12											
13											
OK Операционная карта											7

Дубл.	Взам.	Подл.											01102.00001	1								
Разраб.			БГАТУ										50-1307052-Б	60191.00001								
Н.контр.			Валик											020								
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	То	Тв	Тдоп	Тпз	Тн.							
К/М	Наименование детали, сборки или материала				Обозначение код											ОПП	ЕН	КИ	Н.расх.			
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.																					
А 02	20 Электроискровая обработка (Деф.2)				св.	4	m/p										0,14	1,68				
Б 03	Электроискровая установка БИГ-4																					
М 04	Электрод Т15К6																	0,04	кг			
О 05	1. Установить деталь																					
Т 07	Приспособление с опорными роликами для установки тел вращения																					
08																						
О 09	2. Нанести на дефектный участок поверхности валика под подшипники бугристый слой металлопокрытия,																					
О 10	произвести выравнивание нанесенного покрытия оплавлением бугров.																					
Р 11	Энергетический режим 5 (I=3,8А, V= 96В, С=360 мкФ, E=1,66Дж), частота подачи импульсов 250 Гц, скважность 2-3,																					
Р 12	напряжение на катушке вибратора 24 В, диаметр электрода 2-3мм, угол наклона электрода 30-50 град. к пов-ти.																					
13																						
О 14	3. Снять валик																					
15																						
ОК Операционная карта														9								

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
Разраб.												01102.00001				1							
БГАТУ												50-1307052-Б				60191.00001							
Н.контр.												Валик											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	То	Тв	Тдоп	Тпз	Тн.	Обозначение документа						
																		К/М	Наименование детали, об. единицы или материала	Обозначение код			
М 01 Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71.																							
А 02		25		Наплавочная (Деф.4)														св.		4		m/r	
Б 03 Сварочный полуавтомат ПДГ-312.2																		0,1		2,78			
М 04 Проволока Нп 0,8 30ХГСА ГОСТ 1050-74.																		0,1кг					
М 05 Газ углекислый ГОСТ 8050-75																		28л					
О 06 1. Установить деталь																							
Т 07 Патрон самоцентрирующийся трёхлапчатый ГОСТ 2675-80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742-85.																							
08																							
О 09 2. Наплавить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 16,6$ мм, L=23 мм (Деф.4).																							
Т 10 Плоскогубцы 7814-0102 ГОСТ 17440-86, штангенциркуль ШЦ-И-250-0.05 ГОСТ 166-80.																							
Р 11 Полярность - обратная, сила сварочного тока I _{св} =100 А, напряжение U=18 В, скорость наплавки V _н =0,4 м/мин,																							
Р 12 расход (СО ₂) Q= 8 л/мин, n=9 об/мин, шаг наплавки S=2d=2·0,8=1,6 мм/об, вылет электрода l=12 мм,																							
13																							
О 14 3. Снять валик																							
15																							
ОК																	Операционная карта		10				

ГОСТ 3.1404-86										Форма 3	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
										01100.00001P	
Разраб.											
Пров.											
Н.контр.											035
Наименование операции		Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Слесарная (Деф.2)		БГАТУ		37...47 HRC	кг	0,7	-			60141.00001	
Оборудование.		Обозначение программы		To	Тв	Тпз.	Тн.		СОЖ		
16K20				4,5	0,3	5	9,8				
P				Д или В	L	t	i	s	n	V	
A01	1. Установить и закрепить валик.										
B02	Патрон самоцентрирующийся трёхкулачковый ГОСТ 2675-80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742-85.										
03											
O04	2. Полировать наружную поверхность, выдерживая размер Ø20-0,007, I Ra=1,25. Tв=0,3 To=4,5										
T05	Полировальная установка; комплект абразивных накладок на полировальную установку; эталонный образец.										
P06					19	1	3,5	12,5			
07											
O08	3. Снять валик.										
9											
10											
11											
12											
OK	Операционная карта										12

ГОСТ 3.1404-86 форма 3													
Дубл.													
Взем.													
Подл.													
Разраб.										01102.00001		1	
Пров.													
Н.контр.													
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная (Деф.4)		Сталь 40 ХН ГОСТ 4543-71		37...47 HRC		кг		0,7					
Оборудование:		Обозначение программы		То		Iв		Iпз		Iн			
16К20				0,11		0,48		0,04		0,72			
Р			ПИ		Д или В, мм		L, мм		l, мм		Sz, мм/об	п, мин-1	V, м/мин
О 01	1. Установить и закрепить валик.												
Т 02	Патрон самоцентрирующийся трёхлапчатый ГОСТ 2675-80, центр станочный вращающийся ГОСТ 8742-85.												
03													
О 04	2. Нарезать резьбу М16-бг.												
Т 05	Резец для наружной метрической резьбы Р6М5 2660-0001 ГОСТ 18885-73												
Р 06							23		1		0,6	340	17
07													
О 08	3. Снять валик.												
09													
10													
11													
12													
13													
OK												Операционная карта	14

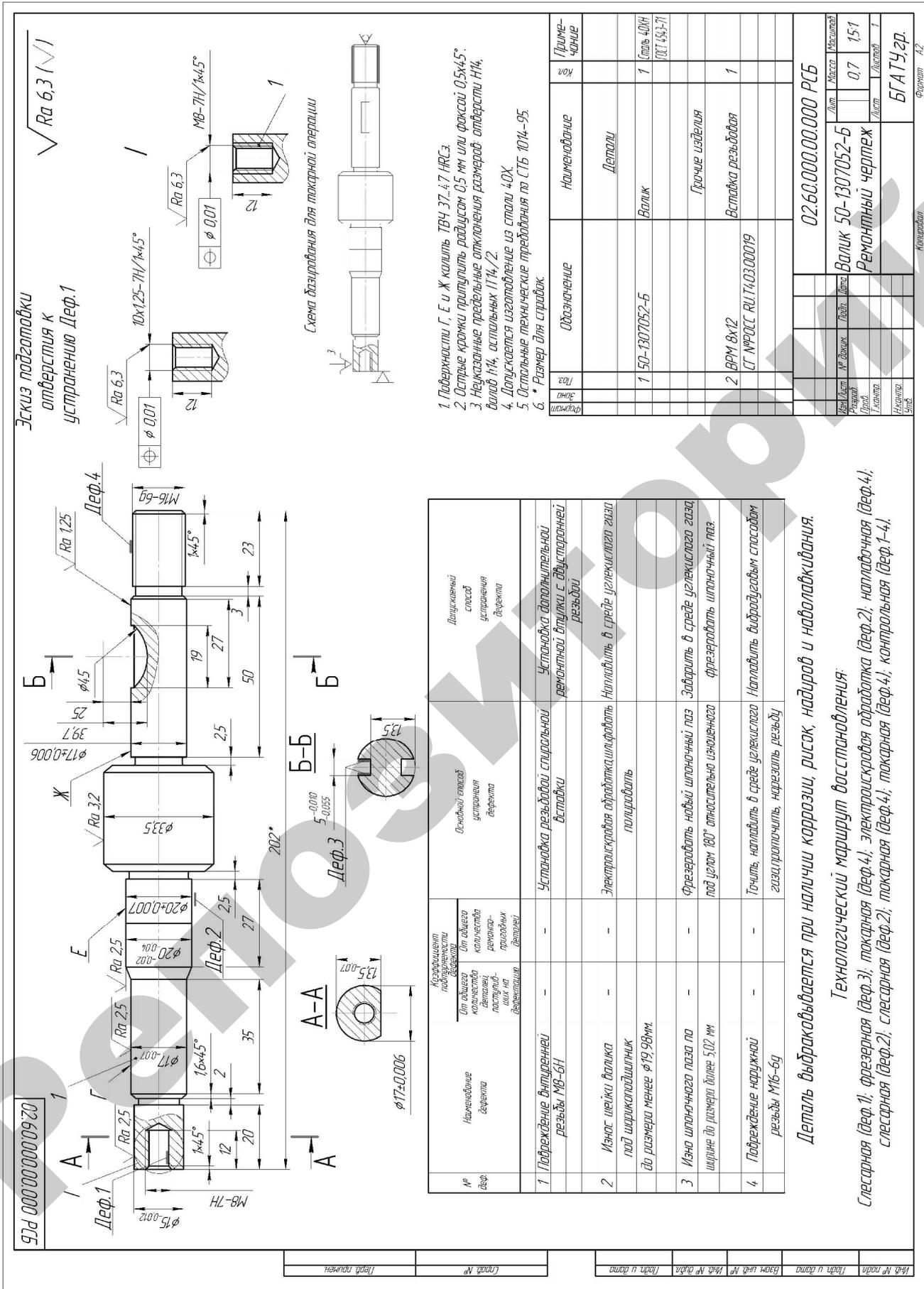


Рисунок М1.2 – Пример выполнения ремонтного чертежа валика 50-1307052-2



РЕПОЗИТОРИЙ



Рисунок М1.3 – Пример выполнения схемы технологического процесса
восстановления валика 60-1307052-Б

Учебное издание

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА МАШИН.
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Составители:

Тарасенко Виктор Евгеньевич, **Миклуш** Владимир Петрович,
Мирутко Валерий Владимирович и др.

Ответственный за выпуск *В. Е. Тарасенко*
Корректор *Т. В. Каркоцкая*
Компьютерная верстка *Е. А. Хмельницкой, Т. В. Каркоцкой*
Дизайн обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 02.02.2018. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 8,72. Тираж 90 экз. Заказ 22.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99-2, 220023, Минск.