

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности 1-36 01 04
«Оборудование и технологии высокоэффективных
процессов обработки материалов»
дневной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 621.81
ББК 34.44
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» « 18 » октября 2021 г.,
протокол № 4

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Шеменков;
канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа;
ст. преподаватель М. А. Рабыко

Рецензент О. В. Благодарная

В методических рекомендациях изложены требования к объему, содержанию и оформлению курсового проекта по дисциплине «Технологические методы повышения износостойкости и восстановления деталей машин» и даны рекомендации по выполнению всех разделов проекта.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	А. А. Подошевко
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать . Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Объем и содержание курсового проекта.....	5
2 Требования к оформлению и содержанию разделов курсового проекта.	6
2.1 Требования ко введению.....	6
2.2 Требования к оформлению текстовой части курсового проекта.....	6
3 Требования к графической части курсового проекта.....	8
3.1 Требования к чертежу детали.....	8
4 Обозначение чертежей.....	9
5 Основное содержание курсового проекта.....	10
5.1 Назначение и конструкция детали.....	10
5.2 Разработка технологического процесса очистки (мойки) детали...	10
5.3 Разработка технологического процесса дефектации детали.....	11
5.4 Выбор и обоснование способа восстановления деталей.....	12
5.5 Разработка технологического процесса ремонта изношенной детали..	14
5.6 Выбор и разработка вспомогательного оборудования технологической оснастки для восстановления изношенных деталей.....	15
5.7 Выбор и обоснование метода повышения износостойкости деталей...	15
5.8 Разработка мероприятий по технике безопасности.....	17
5.9 Оформление технологического процесса комплектом документов и ремонтного чертежа детали.....	17
5.10 Заключение	18
Список литературы	19
Приложение А	20
Приложение Б. Пример оформления комплекта документов на технологический процесс дефектации вала.....	21
Приложение В	25
Приложение Г. Пример оформления комплекта документов на технологический процесс восстановления вала.....	26
Приложение Д	34
Приложение Е	35

Введение

Курсовой проект по дисциплине «Технологические методы повышения износостойкости и восстановления деталей машин» призван закрепить теоретические знания студентов в данной области, способствовать получению ими практических навыков применения этих знаний при технологическом проектировании. Данный проект – этап освоения методов повышения износостойкости и восстановления деталей машин для студентов специальности 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» дневной формы обучения.

Восстановление изношенных деталей с соблюдением условий сопряжения производят путем изменения размеров – методом ремонтных размеров, либо восстановлением не только условий сопряжения, но и размеров. Первый способ требует в основном механической обработки; второй – применения различных способов восстановления геометрических размеров деталей, а также их возможного упрочнения.

Целью курсового проекта является изучение основных принципов выбора и разработки технологии восстановления и упрочнения деталей, получение инженерных навыков в проектировании технологической оснастки и приспособлений, ознакомление со справочной информацией и необходимой нормативной документацией.

При разработке технологического процесса рассматриваются следующие вопросы:

- выбор способа восстановления и упрочнения детали;
- выбор состава покрытия наплавочных материалов;
- определение основных параметров нанесения покрытия, наплавки;
- выбор технологического оборудования;
- выбор и проектирование оснастки, приспособлений;
- контроль качества восстанавливаемых деталей;
- нормирование и определение стоимости работ;
- технико-экономические расчеты.

1 Объем и содержание курсового проекта

Исходными данными к курсовому проекту являются задание и чертеж детали, выданные преподавателем – руководителем проекта.

Курсовой проект – конструкторско-технологический документ, который содержит расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Рекомендуемое содержание пояснительной записки:

- титульный лист;
- задание на курсовое проектирование, утвержденное заведующим кафедрой;
- содержание;
- введение;
- разработка технологического процесса очистки (мойки) детали;
- разработка технологического процесса дефектации детали;
- выбор и обоснование способа восстановления деталей;
- разработка технологического процесса ремонта изношенной детали;
- выбор и разработка вспомогательного оборудования технологической оснастки для восстановления изношенных деталей;
- выбор и обоснование метода повышения износостойкости деталей;
- разработка мероприятий по технике безопасности;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Графическая часть работы представляется в виде чертежей, которые должны быть выполнены на листах формата А2, А3 четкими и удобочитаемыми.

Графическая часть проекта может включать:

- чертеж детали с указанием изношенной поверхности, предназначенной для восстановления, материала, вида термической обработки, твердости и т. п. – формат А2 или А3 (рисунок А.1);
- технические характеристики (в виде таблиц) возможных способов восстановления детали. Схема технологического процесса ремонта детали (приложения Б, Г и рисунок В.1);
- технологическая оснастка и приспособления для наплавки или нанесения покрытий на восстанавливаемую деталь – формат А2 или А3 (рисунок Д.1);
- схема повышения эксплуатационных характеристик – формат А4 или А3 (рисунок Е.1).

Объем и содержание работы на основе методических рекомендаций определяет руководитель и записывает в задание на курсовое проектирование.

2 Требования к оформлению и содержанию разделов курсового проекта

2.1 Требования ко введению

Во введении приводятся особенности выполняемого проекта, технический уровень используемых станков и инструментов, станочных и контрольных приспособлений. Дается авторская оценка уровня технологических и конструкторских разработок, их особенностей и отличительных характеристик.

Введение, как правило, не должно превышать одной страницы текста.

2.2 Требования к оформлению текстовой части курсового проекта

Текстовая часть проекта предоставляется отпечатанной на принтерном устройстве ПЭВМ на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.105–95.

Первым листом документа является титульный лист, вторым – лист задания на курсовое проектирование, третьим – первый лист содержания документа с основной надписью, выполненной по форме 2 ГОСТ 2.104–68. Все последующие листы, кроме чертежей, выполняются с основной надписью 2а того же ГОСТа. В графу 2 основной надписи записывается код (обозначение) документа. Порядок кодирования чертежей и пояснительной записки приведен в разделе 5 «Обозначение чертежей».

Слово «Содержание» записывается в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Названия разделов, включенные в содержание, записывают строчными буквами начиная с прописной буквы.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и конце строки – не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней линии рамки должно быть не менее 10 мм.

Текст записки делят на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы должны иметь заголовки. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, строчными буквами, полужирным шрифтом с размером на 1–2 пункта больше, чем в основном тексте, не подчеркивая.

Заголовки подразделов печатают с абзацного отступа строчными буквами (кроме первой прописной) полужирным шрифтом с размером шрифта основного текста.

Пункты, как правило, заголовков не имеют. При необходимости заголовков пункта печатают с абзацного отступа полужирным шрифтом с размером шрифта основного текста.

Расстояние между заголовками (за исключением заголовка пункта) и текстом должно составлять 2 межстрочных интервала. Если между двумя заголовками текст отсутствует, то расстояние между ними устанавливается в 1,5–2 межстрочных интервала.

Каждую структурную часть документа следует начинать с нового листа. Страницы нумеруются арабскими цифрами, которые проставляют в последней графе основной надписи листа без точки в конце. Как указывалось, первой страницей документа является титульный лист, на котором номер страницы не ставят, второй – лист задания на курсовое проектирование, третьей – первый лист содержания документа с основной надписью, выполненной по форме 2 ГОСТ 2.104–68. Все последующие листы, кроме чертежей, выполняются с основной надписью по форме 2а того же ГОСТа. В графу 2 основной надписи записывается код (обозначение) документа. Каждая из формул пишется в документе на отдельной строке симметрично основному тексту. Расчеты, выполненные по приведенной формуле, записываются на следующей строке. Промежуточные результаты не записываются.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно под формулами. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формулах. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример – Минутная подача S_m , мм/мин, рассчитывается по формуле

$$S_m = S_0 \cdot n,$$

где S_0 – подача на оборот детали, мм/об;
 n – частота вращения детали, мин⁻¹.

Иллюстрации (пояснительные рисунки, схемы) должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Их следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают симметрично полю иллюстрации, например, Рисунок 2.1 – Схема расположения операционных припусков.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблицы (таблица 2.1).

Таблицы слева и справа, снизу и сверху ограничивают линиями. Линии, ограничивающие формат листа, не могут служить линиями таблицы.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблица 2.1 – Химический состав качественных углеродистых конструкционных сталей

В процентах

Марка стали	C	Si	Mn	P	S
Сталь 45	0,4...0,5	0,17...0,37	0,50...0,80	0,045	0,045

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны документа на отдельной странице.

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

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

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

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

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

3 Требования к графической части курсового проекта

3.1 Требования к чертежу детали

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Перед вычерчиванием исходный чертеж должен быть тщательно отредактирован в одном из графических редакторов (AutoCAD, Компас и др.).

Технические требования в отредактированном виде записываются в следующей последовательности:

- требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;
- требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, окраске и др.;
- некоторые размеры с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных размеров;

- отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали, не имеющие условных обозначений;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировке и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования к данному изделию, но не приведенные на чертеже (стандарты, технические условия, инструкции и т. п.);
- сведения о неуказанных предельных отклонениях размеров и неуказанных технических требованиях записывают в виде: Общие допуски по ГОСТ 30893.1–2002: H14, h14, $\pm IT14/2$. Остальные технические требования – по СТБ 1014–95.

Заголовок «Технические требования» на чертеже не пишут. Пример выполнения чертежа детали приведен на рисунке А.1.

4 Обозначение чертежей

В курсовом проекте принята следующая структура обозначения чертежей (рисунок 4.1).

КП.	000.	00.	00.	00
Курсовой проект	Номер группы (181, 191, ...)	Шифр (две последние цифры номера зачетной книжки)	Номер чертежа	Номер детали (позиции), (для сборочных чертежей)

Рисунок 4.1 – Структура обозначения чертежей

Номера чертежей (предпоследняя группа цифр) присваиваются следующим образом:

- чертеж детали – 01;
- чертеж заготовки – 02;
- схема расположения припусков – 03;
- размерная схема маршрута обработки – 04.

Следовательно, студент гр. ВЭП-191, имеющий зачетную книжку № 10142, обозначает чертеж детали следующим образом:

КП.191.42.01.00

В пояснительной записке на всех листах записывают обозначение детали и буквы ПЗ. Например, КП.191.42.01.00 ПЗ.

Обозначение записывается в графах 2 и 2б основной надписи по ГОСТ 2.104–68.

5 Основное содержание курсового проекта

5.1 Назначение и конструкция детали

Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданная в проекте деталь (класс валов, полых цилиндров, зубчатых колес, корпусов, рычагов, вилок и т. п.).

Далее дается краткое описание назначения детали в узле. При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы, исполнительные и свободные поверхности, анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали; указывается, почему к этим поверхностям предъявляются заданные требования. При необходимости такой анализ сопровождается эскизами.

В этом же разделе описывается вид термической обработки детали и цель ее проведения. Приводится чертеж детали с указанием всех размеров и технических требований.

Продолжается раздел таблицами химического состава и механических свойств заданного материала детали.

Далее необходим анализ свойств материала, оценка его свариваемости, вид термической обработки детали, требование к точности размеров, состоянию поверхности и т. д [1–6].

5.2 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) 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 [7, 8].

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

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, 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.

5.3 Разработка технологического процесса дефектации детали

Разработка технологического процесса дефектации осуществляется на основании 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.

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:

- 1) устранимые (исправимые);
- 2) неустраняемые (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.

5.4 Выбор и обоснование способа восстановления деталей

Это основной вопрос при разработке технологического процесса восстановления детали, целью которого является возвращение детали утраченной работоспособности оптимальным способом, обеспечивающим долговечность детали при наименьшей стоимости ее восстановления.

При выборе способа восстановления используют три критерия: применимости, долговечности и технико-экономической эффективности.

Критерий применимости. Это технологический критерий. Он характеризует применимость данного способа восстановления к конкретным деталям в зависимости от их конструктивно-технологических особенностей.

К этим особенностям относятся:

- форма поверхности;
- размеры детали;
- толщина стенки в месте наплавки;
- величина износа;
- материал детали и ее термическая обработка, свариваемость;
- характер и величина эксплуатационных нагрузок;
- шероховатость поверхности и точность изготовления;
- твердость поверхности;
- требуемое количество наплавленного металла;
- производительность восстановления;
- программа ремонта.

Критерий применимости является предварительным, он позволяет наметить один или несколько способов восстановления данной детали (таблица 5.1).

Некоторые детали ремонтируют путем замены части детали, а некоторые не подлежат ремонту и их заменяют новыми.

После выбора способа или группы способов по критерию применимости проводится оценка этих способов по критерию долговечности.

Критерий долговечности. По этому критерию производится оценка способов восстановления деталей с точки зрения обеспечения работоспособности.

Таблица 5.1 – Пример выбора способа восстановления вала

Класс детали	Наблюдаемый дефект	Возможный способ восстановления
Валы	Износ шеек под подшипники	Наплавка под флюсом в среде защитных газов, контактная наплавка, вибродуговая наплавка, электроискровое наращивание, хромирование, железнение, плазменная металлизация
	Износ резьбы	Наплавка под флюсом и в защитных газах Износ шлицов
	Износ шлицов	То же, замена детали (или ее части)
	Погнутость (деформация)	Правка

Основное техническое требование долговечности: минимальный ресурс восстановленной детали должен быть не меньше межремонтного ресурса работы детали. Главными здесь являются эксплуатационные свойства способов восстановления деталей.

К этим свойствам относятся:

- прочность сцепления основного и наплавленного металла;
- износостойкость;
- сопротивление поверхностных слоев усталостным разрушениям;
- коррозионная стойкость.

Количественные показатели этих свойств зависят от способа восстановления.

Окончательный выбор рационального способа восстановления осуществляется на основе критерия технико-экономической эффективности.

Критерий технико-экономической эффективности. Он устанавливает целесообразность того или иного способа восстановления деталей и может быть определен как

$$C_H \geq \frac{C_B}{K}, \quad (5.1)$$

где C_H – стоимость новой детали;

C_B – стоимость восстановления детали;

K – коэффициент долговечности восстановленной детали.

То есть определение этого критерия сводится к расчету себестоимости восстановления деталей и определению коэффициента долговечности. Последний определяется на основе анализа эксплуатационных свойств покрытия. Например, для вала, работающего на износ, при знакопеременной нагрузке в паре с подшипником скольжения K принимает следующие значения: 1,0...1,25 – при хромировании; 0,85...1,0 – при железнении; 0,8...1,0 – при металлизации; 0,8...0,9 – при вибродуговой наплавке; 0,85...0,9 – при наплавке под флюсом или в CO_2 .

Чем ниже K , тем ниже должна быть себестоимость ее восстановления. При $K > 1$ рациональными могут быть и способы восстановления с высокой себестоимостью.

5.5 Разработка технологического процесса ремонта изношенной детали

После выбора способа восстановления изношенной поверхности детали необходимо разработать принципиальную схему технологического процесса ее восстановления. Технологический процесс восстановления изношенной детали состоит из подготовительных операций, операций нанесения покрытия, последующей термической и механической обработки, а также контрольных операций (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Технологические характеристики способов (методов) нанесения покрытий

Способ нанесения покрытия	Производительность, см ³ /мин	Толщина наносимого покрытия, мм	Припуск на механическую обработку, мм	Деформация детали	Твердость HRC	Минимальный диаметр восстанавливаемой детали
<i>Наплавка</i>						
Ручная газовая	1...3	0,4...3	0,4...0,8	Значительная	18...42	–
Ручная дуговая	8...14	0,5...4	1,1...1,7	Значительная	20...63	–
Наплавка под флюсом	16...24	3...10	0,8...1,5	Значительная	17...60	45
Наплавка в CO ₂	18...36	0,5...3,5	0,7...1,3	Значительная	20...62	15
Порошковой проволокой	16...36	1...7	0,6...1,2	Значительная	18...60	20
Плазменная	45...72	0,2...5	0,4...0,9	Незначительная	22...70	12
Аргонодуговая	12...26	0,2...2,5	0,4...0,9	Незначительная	20...62	12
<i>Напыление</i>						
Газоплазменное	35...80	0,2...2	0,3...0,7	Отсутствует	20...48	–
Плазменное	40...90	0,2...2	0,03...0,06	Отсутствует	18...63	10
<i>Гальваническое покрытие</i>						
Хромом	40...60	0,01...0,33	0,03...0,06	Отсутствует	35...72	5
Железом	100...150	0,1...0,3	0,15...0,2	Отсутствует	21...62	12

В ремонтном производстве после разборки узла детали подлежат очистке, мойке и дефектации. При дефектации выявляются дефекты: трещины, сколы, износ. При наличии износа, превышающего допустимый, деталь может направляться на восстановление. При неравномерном износе может производиться предварительная механическая обработка восстанавливаемой поверхности.

Важным этапом является подготовка детали для нанесения покрытия в зависимости от способа его нанесения. Так, перед наплавкой осуществляют защиту отверстий шпоночных пазов и других поверхностей медными или графитовыми заглушками, асбестом. Для защиты от брызг детали покрывают эмульсиями.

Перед нанесением газотермических покрытий металлизацией для повышения прочности сцепления покрытия с основным металлом проводится дробеструйная обработка, а в некоторых случаях – нанесение «рваной резьбы» или подслоя.

Для деталей, обладающих пониженной свариваемостью ($C_{Э} \geq 0,45 \%$), для предотвращения трещин перед наплавкой рекомендуется ввести операцию предварительного подогрева до $T = 250 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots 350 \text{ }^{\circ}\text{C}$. После нанесения покрытия при необходимости производится термическая или химико-термическая обработка. Завершающей является механическая обработка для получения чертежного размера восстанавливаемой детали.

5.6 Выбор и разработка вспомогательного оборудования технологической оснастки для восстановления изношенных деталей

Основными функциями вспомогательного оборудования и оснастки являются: фиксация и закрепление обрабатываемых деталей в удобном для работ положении, а также перемещение деталей в процессе нанесения покрытия.

Для этих целей можно применять универсальную и специализированную оснастку. Перемещение деталей может осуществляться с помощью манипуляторов, вращателей, кантователей и роликовых стенов и др. Выбор данного оборудования следует производить в зависимости от его технических характеристик, приведенных в справочной литературе.

При самостоятельном конструировании приспособлений необходимо пользоваться специальной литературой [9].

5.7 Выбор и обоснование метода повышения износостойкости деталей

Основными традиционными способами обработки деталей являются термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка.

Химико-термическая обработка (ХТО) – совокупность операций термической обработки с насыщением поверхности изделия различными элементами (C, N, Al, Si, Cr и др.) при высоких температурах. Изменение

химического состава поверхностных слоев достигается в результате их взаимодействия с окружающей средой (твердой, жидкой, газообразной, плазменной), в которой осуществляется нагрев (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Основные виды химико-термической обработки

Химико-термическая обработка повышает твердость, износостойкость, коррозионную стойкость и, создавая на поверхности изделий благоприятные остаточные напряжения сжатия, увеличивает их надежность и долговечность.

Термическая обработка – это процесс температурного воздействия на материал. Он позволяет поменять размеры зерен внутри металла, т. е. изменить его характеристики, улучшить.

При обработке применяется сразу несколько методов. Металл нагревают, выдерживают при определенной температуре и равномерно охлаждают. Делать это можно на разных этапах, как с заготовками, так и с уже готовыми изделиями.

Метод используется для достижения следующих целей:

- значительное увеличение прочности и износостойкости;
- защита материала от последующего воздействия высоких температур;
- снижение риска появления коррозии;
- устранение внутреннего напряжения в заготовках;
- подготовка материала к последующей обработке, увеличение его пластичности.

Термомеханическая обработка (ТМО) заключается в сочетании механической обработки давлением (прокатки, штамповки) с термической обработкой (закалкой). Это позволяет повысить прочность детали как в результате

наклепа, который получается при пластической деформации, так и вследствие закалки. Благодаря этому при термомеханической обработке удается достичь более высокой поверхностной твердости, чем при обычной закалке [10, 11].

5.8 Разработка мероприятий по технике безопасности

На заключительном этапе курсового проекта в пояснительной записке должны быть отражены основные требования техники безопасности.

Различные методы восстановления и упрочнения деталей имеют свои особенности в охране труда и воздействия на окружающую среду. Эти вопросы должны быть отражены в полной мере. Необходимая информация может быть получена из справочной литературы, рекомендуемой руководителем проекта.

5.9 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 (ОК) и картах технологических процессов (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: заглавный и последующие листы формы 2, 1б ГОСТ 3.1118;
- операционные карты нанесения покрытий;
- карты технологических процессов нанесения покрытий (гальванические процессы, напыление и т. д.);
- операционные карты механической обработки: заглавный и последующие листы формы 3, 3б ГОСТ 3.1404;
- карта эскизов 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 Г.

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 [12] или, при отсутствии последних, как самостоятельные документы.

Согласно этим требованиям на поле чертежа в определенных местах располагают изображение восстанавливаемой детали, 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).

5.10 Заключение

В этом разделе приводятся общие выводы по работе, основные принципы выбора и разработки технологии восстановления и упрочнения деталей, проектирование технологической оснастки и приспособлений, результаты ознакомления со справочной информацией и необходимой нормативной документацией. Даются сведения о возможности получения экономического эффекта и его величине.

Список литературы

- 1 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 910 с.
- 2 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.
- 3 Технологическая оснастка: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / М. Ф. Пашкевич [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 320 с.
- 4 **ГОСТ 8.051–81 (СТ СЭВ 303–76)**. Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Москва: Изд-во стандартов, 1987. – 11 с.
- 5 **Беляев, Г. Я.** Технология машиностроения: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта и курсовой работы для студентов дневной и заочной форм обучения / Г. Я. Беляев, М. М. Канне, А. И. Медведев ; под ред. М. М. Канне. – Минск: БНТУ, 2006. – 88 с.
- 6 **РД 50-98–86**. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм (по применению ГОСТ 8.051–81). – Москва: Изд-во стандартов, 1987. – 115 с.
- 7 Технология ремонта машин : учебное пособие / Е. А. Пучин [и др.] ; под общ. ред. Е. А. Пучина. – Москва : КолосС, 2007. – 448 с.
- 8 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. И. Черноиванов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Черноиванова. – Москва: ГОСНИТИ; Челябинск : ЧГАУ, 2003. – 992 с.
- 9 **Севбо, П. И.** Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П. И. Севбо. – Киев : Наукова думка, 1978. – 396 с.
- 10 **Коджаспиров, Г. Е.** Термомеханическая обработка – эффективный способ регулирования структуры и свойств металлических материалов и основа ресурсберегающих технологий / Г. Е. Коджаспиров // Инновационные наукоемкие технологии для России: тез. докл. Рос. науч.-техн. конф. – Ленинград: МиТОМ, 1995. – С. 23.
- 11 **Бернштейн, М. Л.** Термомеханическая обработка металлов и сплавов / М. Л. Бернштейн. – Москва: Металлургия, 1968. – Т. 1. – С. 1172.
- 12 **ГОСТ 2.602– 2013**. ЕСКД. Ремонтные документы. – Введ. 01.09.2016. – Минск : Прикладная логистика, 2016. – 6 с.

ГОСТ 3.1118-82 форма 2																				
Дубл.																				
Взем.																				
Побл.																				
Разраб.					БГА TV		50-1307052-Б		01102.00001	4 1										
Н.контр.							Валик			10102.00001										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОУД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.					
Б					Код, наименование оборудования															
К/М	Наименование детали, сборки или материала																			
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 горизонтально-фрезерный 53Д20ВФ2															фрез.	4	н/р	15	15.72
06																				
А 07	15	Токарная (Деф.2,4)										60140.00001; 20102.00001								
Б 08	Станок токарный 16К20Ф3															ток.	4	н/р	0.04	0.86
09																				
А 10	20	Наплавочная (Деф.2,4)										60191.00001; 20102.00001								
Б 11	Установка для наплавки 01.06-125 "Ремдеталь"															св.	4	т/р	0.14	4.13
12																				
А 13	25	Токарная (Деф.2,4)										60140.00001; 20102.00001								
Б 14	Станок токарный 16К20Ф3															ток.	4	н/р	0.08	1.58
15																				
МК	Маршрутная карта															3				

Приложение Д (справочное)

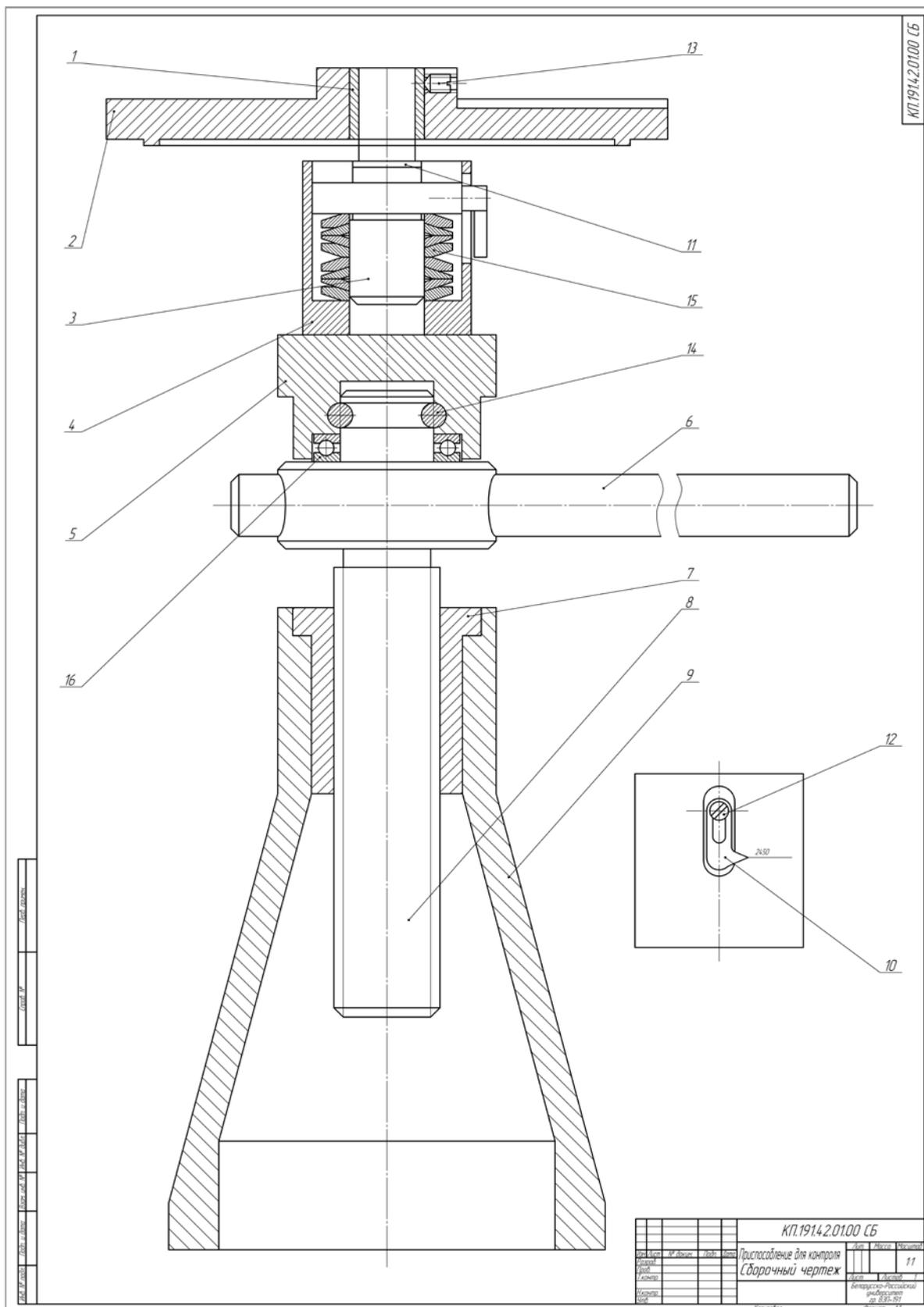


Рисунок Д.1 – Пример оформления вспомогательного оборудования технологической оснастки для восстановления изношенных деталей

