Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 27.06.2023 20:38:56
Уникальный программный ключ:
790a1a8df252577441211adc1fc9045340e902bfb6

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет электроэнергетики и технического сервиса

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТиТТМО

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

студентам 3*, 5 курсов направления подготовки бакалавров 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль - «Эксплуатация и сервис автомобилей»

Балашиха 2020

Составитель: д.т.н., профессор Юдин В.М., к.т.н. Кулаков К.В.

УДК 631.3.004.67.192

Технология и организация ремонта и технического обслуживания ТиТ-ТМО. Методические указания по изучению дисциплины/Рос. гос. аграр. заоч. ун-т; Сост. В.М.Юдин, К.В. Кулаков, - М., 2020.

Предназначены для студентов 3*, 5 курсов направления подготовки бакалавров 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» Профиль - «Эксплуатация и сервис автомобилей»

Утверждены методической комиссией факультета механизации и технического сервиса

Рецензенты: профессор Славкин В.И., доцент Сивцов В.Н.

(ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Раздел 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технология и организация ремонта и технического обслуживания ТиТТМО» относится к вариативной части ООП (Б1.В.9). Методические указания составлены в соответствии с рабочей учебной программой и рабочими учебными планами, утвержденными ученым советом ФГБОУ ВО РГАЗУ.

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения настоящей дисциплины является получение студентами знаний, навыков и умений в области технологии и организации ремонта и технического обслуживания машин и оборудования.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих ***компетенций:***

- способностью разрабатывать техническую документацию и методические материалы, предложения и мероприятия по осуществлению технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов (ПК-3);
- способностью к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования (ПК-16);
- способность использовать в практической деятельности технологии текущего ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования на основе использования новых материалов и средств диагностики (ПК-41).

Студент должен ***знать:***

– причины возникновения отказов машин, методы их предупреждения, выявления и устранения;

– производственный процесс ремонта машин и оборудования, их сборочных единиц;

– современные технологические процессы восстановления деталей;

– правила безопасной работы при ремонте машин.

Он должен уметь выбирать рациональный способ устранения обнаруженных дефектов; оформлять и читать технологическую документацию в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСТД; применять технологические процессы ремонта машин и восстановления изношенных деталей в конкретных условиях ремонтного производства.

Студент ***должен обладать навыками*** определения отказов машин и их устранения, применения современных способов повышения послеремонтного ресурса, обеспечения безопасных условий труда при выполнении ремонтных работ.

1.2. Библиографический список

Основной

1. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования: учеб. для вузов / А.Н.Батищев, И.Г.Голубев, В.В.Курчаткин и др.; Под ред. А.Н.Батищева. – М.: КолосС, 2007.-424 с.

2. Технология ремонта машин: учеб. для вузов / Под ред. Е.А.Пучина. – М.: КлосС, 2007. – 448 с.

Дополнительный

3. Надежность и ремонт машин: учебник / В.В.Курчаткин, Н.Ф.Тельнов, К.А.Ачкасов и др.; Под ред. В.В.Курчаткина. - М.: Колос, 2000. – 776 с.

4. Юдин В.М. Очистка машин и оборудования при техническом сервисе: учеб. пособие / В.М. Юдин. - М.: Изд-во ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2015. – 44 с.

5. Юнусов, Г.С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование. [Электронный ресурс] / Г.С. Юнусов, А.В. Михеев, М.М. Ахмадеева. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 160 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2031 — Загл. с экрана.

1.3. Распределение учебного времени по модулям (разделам) и темам дисциплины

Таблица 1

№ п.п.	Наименование модулей и тем дисциплины	Всего, ч	В том числе, ч			Рекомендуемая литература
			лекции	лаборат.-практич. занятия	само-стоят. работа	
1	2	3	4	5	6	7
	ВВЕДЕНИЕ					3, с.3-7;
1	**МОДУЛЬ 1 Организация ремонта и ТО ТиТТМО**	**74,0 (75,0)**	**3,0 (2,0)**	**-**	**71,0 (73,0)**	
1.1	Тема 1.Виды ТО и ремонта ТиТТМО и их характеристика	34,0 (33,5)	1,5(1,0)	-	32,5 (32,5)	1, с. 392-398; 3, с. 546 – 550;
1.2	Тема 2.Принципы организации ремонта и ТО ТиТТМО	40,0 (41,5)	1,5(1,0)	-	38,5 (40,5)	1, с.392 – 398; 3, с. 542 - 546
2	**МОДУЛЬ 2. Технология ремонта и ТО ТиТТМО**	**82,0 (88,0)**	**4,0 (4,0)**	**4,0 (4,0)**	**74,0 (80,0)**	
2.1	Тема 1. Технологические процессы технического	30,0 (32,0)	1,0(1,0)	-	29,0 (31,0)	1, с.210-256 4, с. 36-42

	обслуживания ТиТТМО					
2.2	Тема 2. Технологические процессы ремонта машин и оборудования	52,0 (56,0)	3,0(3,0)	4,0 (4,0)	45,0 (49,0)	1, с.210-256, 3, с.82-157 4, с. 36-42
3	**МОДУЛЬ 3. Технологии ремонта сборочных единиц и восстановления деталей**	**96,0 (89,0)**	**5,0 (4,0)**	**12,0 (4,0)**	**79,0 (81,0)**	
3.1	Тема 1. Ремонт типовых сборочных единиц	54,0 (48,0)	2,0(2,0)	8,0 (4,0)	44,0 (42,0)	1,с.329-379 3, с.312-481
3.2	Тема 2. Технологические процессы восстановления изношенных деталей и соединений	42,0 (41,0)	3,0(2,0)	4,0 (0)	35,0 (39,0)	1, с.257-328 3, с.158-312
	И Т О Г О	**252,0 (252,0)**	**12,0 (10,0)**	**16,0 (8,0)**	**224,0 (234,0)**	

Примечание: в скобках указаны часы для студентов со сроком обучения 3,5 года.

Раздел 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ИЗУЧЕНИЮ

Введение

Техническое обслуживание и ремонт машин, как объективная необходимость для поддержания и восстановления работоспособности, ресурса машин. Научно-технический прогресс и перспективы развития ремонта машин и восстановления изношенных деталей.

2.1. МОДУЛЬ 1. Организация ремонта и ТО ТиТТМО

2.1.1. Содержание модуля 1

Виды ТО и ремонта ТиТТМО и их характеристика

Виды ТО и ремонта, их периодичность.

Принципы организации ремонта и ТО ТиТТМО

Принципы организации ремонта и ТО. Структура ремонтно-обслуживающей базы для ТиТТМО.

2.1.2. Вопросы для самоконтроля

1. Структура ремонтно-обслуживающей базы для ТиТТМО.

2.Типы ремонтно-обслуживающих предприятий и подразделений для ТиТТМО .

3.Основные направления совершенствования ремонтно-обслуживающей базы.

4. Главная цель предприятия и его основные задачи.

5. Организация транспортного хозяйства.
6. Внутренняя и внешняя среда предприятия.
7. Общая и производственная структура предприятия.
8. Принципы организации производственного процесса.
9.. Основные параметры производственного процесса.

2.1.3. Задания для самостоятельной работы

Укажите правильный ответ

1. При каком методе ремонта не сохраняется принадлежность восстановленных деталей к определенному агрегату или узлу?

1-при обезличенном методе. 2- при необезличенном методе.

2. *Такт производства* (τ) для специализированных предприятий определяют по формуле:
   1) $\tau = N / Ф$;
   2) $\tau = Ф / N$;
   3) $\tau = Ф – N$,

   где Ф – фонд времени предприятия за расчетный месяц, ч;
   N – число объектов, ремонтируемых в расчетном месяце.

3. *Фронт ремонта* (f) рассчитывают по формуле:
   1) $f = T_ц / \tau$;
   2) $f = \tau / T_ц$;
   3) $f = T_ц – \tau$,

   где $T_ц$ – длительность производственного цикла, ч; τ– такт ремонта, ч.

4. *Длительность производственного цикла* ($T_ц$) определяют по формуле:
   1) $T_ц = f / \tau$;
   2) $T_ц = \tau / f$;
   3) $T_ц = \tau \times f$,

   где f – фронт ремонта; τ– такт ремонта, ч.

2.2. МОДУЛЬ 2. Технология ремонта и ТО ТиТТМО

2.2.1. Содержание модуля 2

Технологические процессы технического обслуживания ТиТТМО

Технологические операции при ЕО, ТО-1, ТО-2.

Технологические процессы ремонта машин и оборудования

Понятие о технологическом процессах. Общая схема технологического процесса ремонта машины.

Сущность очистки от различных загрязнений. Характеристика моющих средств: органических растворителей и растворяюще-эмульгирующих средств, кислотных и щелочных растворов, синтетических моющих средств и др. Классификация способов очистки.

Разборка машин и агрегатов. Последовательность разборки машин. Общие правила разборки машин. Способы разборки различных соединений. Особенности разборки при обезличенном и не обезличенном ремонте машин.

Дефектация деталей. Понятие о дефектации и составление ведомости дефектов. Требования на дефектацию деталей. Способы определения технического состояния деталей. Методы обнаружения скрытых дефектов.

Комплектация деталей.

Балансировка восстановленных деталей и сборочных единиц.

Сборка, обкатка и испытание объектов ремонта.

Окраска и антикоррозионная обработка машин.

2.2.2. Вопросы для самоконтроля

1. Причины нарушения работоспособности машин.
2. Что такое технологический процесс ремонта машин?
3. Виды изнашивания деталей. Факторы, влияющие на изнашивание, сущность этого влияния.
4. Допустимые и предельные значения износа деталей при ремонте машин. Зависимость между ними.
5. Что называется производственным процессом ремонта машин? Дайте его характеристику.
6. Опишите общую схему технологического процесса ремонта машин. Чем отличается технология ремонта машин от технологии их изготовления?
7. Дайте характеристику загрязнений деталей сельскохозяйственной техники и условий их образования.
8. Характеристика способов очистки деталей, агрегатов и машин. Методы интенсификации очистки.
9. Разборка машин и агрегатов. Основные требования к разборке. Требования к конструкции машины по облегчению разборки.
10. Роль дефектации в ремонтном производстве, способы обнаружения дефектов, их сущность, области применения, преимущества и недостатки.
11. Опишите методы обнаружения скрытых дефектов (трещин, потери упругости, намагниченности и др.).
12. Каково назначение обкатки, испытания и контрольного осмотра при ремонте агрегатов и машин?
13. Изложите технологию окраски и сушки машин, способы сушки окрашенных поверхностей.

2.2.3. Задания для самостоятельной работы

Укажите правильный ответ

1. Какие операции не входят в технологический процесс ремонта машин?

1) очистка, дефектация;

2) изготовление нестандартного оборудования, ремонт технологического оборудования;

3) сборка машины, окраска;

4) восстановление деталей, обкатка.

2. Операция технологического процесса ремонта машины, заключающаяся в определении степени годности бывших в эксплуатации деталей и сборочных единиц к использованию на ремонтируемом объекте, называется…

1) дефектоскопией;

2) дефектацией;

3) оценкой.

3. С какого рабочего места техпроцесса ремонта машины деталь отправляется в утиль?

1) с разборки машины на агрегаты и узлы;

2) с дефектовочного;

3) с разборки узлов на детали;

4) с моечного.

4. С какой целью проводят обкатку машины?

1) для выявления дефектов;

2) для приработки поверхностей деталей;

3) для выявления отклонений от требований документации.

2.3. МОДУЛЬ 3. Технологии ремонта сборочных единиц и восстановления деталей

2.3.1. Содержание модуля 2

Ремонт типовых сборочных единиц

Характерные дефекты, ремонт деталей и сборочных единиц цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма, газораспределительного механизма, смазочной и охлаждающей систем. Особенности комплектования, сборки, регулировки, обкатки и испытания.

Характерные дефекты агрегатов и механизмов. Ремонт агрегатов, сборочных единиц и деталей механизмов сцеплений, коробок передач, передних и

задних мостов, раздаточных коробок и редукторов, механизмов рулевого управления, подвески, колес, гусениц и т. д. Особенности их сборки и регулировки.

Характерные дефекты рам, кабин и элементов оперения. Правка, рихтовка, устранение трещин, удаление поврежденных участков, установка ремонтных деталей, усиливающих элементов и усиление элементов.

Характерные дефекты и ремонт топливной аппаратуры дизельных двигателей. Характерные дефекты и ремонт топливной аппаратуры карбюраторных двигателей.

Характерные дефекты и технология ремонта деталей и сборочных единиц гидронасосов, гидрораспределителей, силовых цилиндров, гидроувеличителей сцепного веса и гидроусилителей рулевого управления, гидромеханических трансмиссий. Особенности их сборки, регулировки, обкатки и испытания.

Характерные дефекты и технология ремонта стартеров, генераторов, прерывателей-распределителей, магнето и других элементов электрооборудования. Особенности сборки, регулировки, обкатки и испытания.

Технологические процессы восстановления изношенных деталей и соединений

Классификация способов восстановления деталей машин.

Восстановление соединений регулировкой и перестановкой деталей, сущность перекомплектации, методов ремонтных размеров и установки дополнительных ремонтных деталей.

Сущность пластического деформирования. Классификация способов пластического деформирования. Сравнительный анализ и области применения способов.

Классификация способов сварки и наплавки. Теоретические основы сварочных процессов. Применение газовой сварки при ремонте машин. Дуговые методы сварки и наплавки. Дуговая и ручная и механизированная сварка и наплавка в среде защитных газов, под слоем флюса, порошковыми проволоками и др. Бездуговые методы нанесения металлов. Электроконтактная приварка металлического слоя. Достоинства и недостатки, области применения.

Сущность напыления. Классификация способов напыления.

Сущность, основные закономерности, классификация способов химического и электрохимического осаждения материалов. Виды и назначение покрытий. Способы нанесения химических и электрохимических покрытий. Особенности нанесения различных металлов: хрома, железа, меди, цинка и т.д.

Классификация, основные свойства и области применения полимерных материалов при ремонте машин.

Технологии заделки трещин и пробоин, восстановления неподвижных и подвижных соединений.

Сущность пайки и области ее применения. Классификация методов пайки. Виды припоев и флюсов, их выбор при пайке черных и цветных металлов.

Изменение линейных размеров деталей при химико-термической обработке. Сущность диффузионной металлизации.

Заделка трещин фигурными вставками. Ремонт резьбовых соединений постановкой спиральных вставок и другими способами.

Назначение и классификация способов упрочнения деталей машин. Термические, химико-термические и термомеханические способы упрочнения. Поверхностно пластическое деформирование.

Особенности обработки деталей: отсутствие или повреждение баз, ограниченные значения припусков, особенности структуры и свойств изношенных и восстановленных поверхностей. Выбор и создание установочных баз. Обработка поверхностей деталей после наплавки, напыления, гальванических покрытий.

Принципы формирования и разработка технологических маршрутов восстановления деталей и сборочных единиц. Порядок оформления технологической документации. Определение номенклатуры и выбор рационального способа восстановления деталей.

2.3.2. Вопросы для самоконтроля

1. Приведите методы восстановления посадок соединений. Преимущества и недостатки каждого из методов, области их применения.
2. Приведите классификацию способов восстановления деталей. Значение восстановления деталей в снижении себестоимости и повышении качества ремонта машин.
3. Причины износа шеек коленчатых валов ДВС. Способы и технология восстановления шеек валов.
4. Характер и причины износа гильз (цилиндров) двигателей внутреннего сгорания; технология растачивания и хонингования цилиндров.
5. Характерные дефекты, способы и технология восстановления корпусных деталей (коробок передач и др.).
6. Особенности сборки и регулировки агрегатов силовой передачи машин. Способы центрирования агрегатов при сборке машин.
7. Технология ремонта гидроцилиндров.

2.3.3. Задания для самостоятельной работы

Укажите правильный ответ

1. При пластическом деформировании объем детали…

1) уменьшается;
2) увеличивается;
3) остается постоянным.

2. Основное назначение флюса при газовой сварке деталей из алюминиевых сплавов:

1) защитить расплавленный металл от окружающей среды;
2) разрушить оксидную пленку;
3) обеспечить расплавленный металл легирующими добавками;
4) уменьшить скорость охлаждения детали.

3. Восстановленные коленчатые валы подвергают балансировке:

1) статической;
2) динамической;
3) вибрационной.

4. Технологический процесс восстановления деталей электромеханической обработкой состоит из…

1) вытяжки и оттяжки;
2) высадки и сглаживания;
3) гидротермической раздачи;
4) обжатия и правки.

5. Какой метод восстановления не требует нанесения на поверхность шейки коленчатого вала дополнительного металла?

1) гальванический;
2) наплавки;
3) метод ремонтных размеров;
4) металлизаций.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Общие положения по разработке технологической документации на ремонт техники

Технологическую документацию оформляют в соответствии с требованиями стандартов ЕСТД. По степени детализации описания технологические процессы разделяют на три вида: маршрутный, маршрутно-операционный и операционный. В условиях мелкосерийного производства допускается применение документации в маршрутно-операционном или операционном описании.

Технологические процессы подразделяют на единичные, типовые и групповые. Единичные технологические процессы разрабатывают на изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства; типовые – на группу изделий с общими конструктивными и технологическими признаками; групповые – на изделия с различными конструктивными, но общими технологическими признаками. Порядок разработки и оформления технологической документации на восстановление деталей установлен в РТМ 10.0024-94.

Комплектность (состав) технологических документов устанавливается разработчиком в зависимости от стадии разработки, типа производства и разрабатываемых видов технологических процессов.

3.2. Содержание и объем курсового проекта

В курсовом проекте разрабатываются технологические процессы дефектации и устранения дефекта детали. При этом студенту необходимо разработать карту технологического процесса дефектации детали, технологическую карту восстановления детали и карты эскизов на основные операции.

Наименование детали и другая исходная информация даны в индивидуальном задании на курсовой проект.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Объем курсового проекта составляет 20 – 30 страниц рукописного текста расчетно-пояснительной записки и три-четыре листа графической части формата А3 или А4.

Расчетно-пояснительная записка должна освещать основное содержание проекта, обоснование принятых решений и полученные результаты этих решений. В записку не следует включать широко известные материалы, достаточно сослаться на источник, откуда они заимствованы. Расчетно-пояснительная записка выполняется на бумаге формата А4. Все таблицы, которыми сопровождается текст, должны иметь порядковые номера и наименования. Рисунки должны быть пронумерованы и снабжены подрисуночными подписями. В записке обязательно даются ссылки на таблицы, рисунки, графическую часть и использованную литературу. Оформляется расчетно-пояснительная записка и графическая часть проекта с соблюдением требований стандартов ЕСКД, ЕСТД. В список литературы следует включать все использованные источники.

Примерный состав расчетно-пояснительной записки:

Титульный лист.
Задание на курсовой проект
Содержание.
Введение.
1. Технологический процесс дефектации детали.
2. Технология устранения дефекта детали.
Заключение.
Список литературы.
Приложения

Графическая часть курсового проекта включает:

Технологическую карту дефектации детали.
Технологическую карту восстановления детали.
Карты эскизов.

3.3. Последовательность и методика выполнения курсового проекта

3.3.1. Технологический процесс дефектации детали

В расчетно-пояснительной записке излагают общие требования по выявлению дефектов детали, приводят обоснование методов и средств контроля, технологическую карту дефектации.

Технологическую карту дефектации разрабатывают для детали, указанной в задании для разработки технологического процесса восстановления. Исходными данными для составления технологического процесса дефектации являются технические требования на ремонт машины, к которой принадлежит деталь. Технологическую карту дефектации оформляют в соответствии с РТМ 10.0024-94, руководствуясь следующими требованиями.

Технологическая карта дефектации должна содержать эскиз детали, на котором должны быть показаны все поверхности, подлежащие контролю.

В зависимости от размеров изображения на эскизе и объема текстового и табличного материала, помещаемого на свободном поле карты, выбирают формат карты; при этом предпочтительным следует считать формат А4.

Поверхности и размеры, подлежащие контролю при дефектации, указывают на эскизе с помощью линии-выноски, отводимой от контролируемой поверхности или размера. Линию-выноску соединяют:

– с цифрой, указывающей порядковый номер (1, 2, 3...) последовательности контроля дефекта с приставкой буквенного обозначения заключения по дефекту – «Б» (браковать) или «Р» (ремонтировать);

– с полкой, где сверху указан размер по чертежу, снизу – допустимый при ремонте размер контролируемой поверхности. Допускается указывать размер по чертежу и допустимый размеры соответственно сверху и снизу размерной линии.

Цифру номера дефекта с приставкой буквенного обозначения заключения по дефекту (например, «1Б», «8Р») помещают в прямоугольной рамке 8×6 мм, которую соединяют с линией-выноской.

Нормальные и допустимые значения параметров, отклонения формы и расположения поверхностей указывают по правилам, установленным ГОСТ 2.308-79. Нормальные и допустимые значения параметров указывают в виде дроби в строчку: в числителе значение по чертежу, в знаменателе – допустимое при ремонте.

На свободном поле карты, ширина которого должна быть не менее 70 мм, справа от изображения эскиза помещают по пунктам расшифровку дефектов, не раскрытых на эскизе. Нумерация пунктов расшифровки должна соответствовать нумерации дефектов на эскизе.

На свободном поле карты под расшифровкой дефектов в таблице указывают номера дефектов, способы или средства их контроля.

Расшифровку дефектов и таблицу при необходимости допускается помещать на свободном поле под эскизом.

Пример оформления карты дефектации приведен в приложении А.

Раздел 1. Разработка технологии устранения дефекта детали

При выполнении курсовой работы следует разработать технологию устранения одного дефекта детали, указанного в задании. В задании приведены также другие данные, знание которых необходимо при разработке технологии. При этом студент должен разработать технологическую карту восстановления детали в соответствии с РТМ 10.0024-94.

1.1. Общие требования и порядок заполнения карты

При её разработке последовательность выполнения технологических операций устанавливают, исходя из таких основных положений:

1) тепловые технологические операции (кузнечные, сварочные, наплавочные и т. п.) выполняются в первую очередь;

2) механическую обработку деталей необходимо начинать с исправления базовых поверхностей;

3) если при восстановлении деталей применяется термическая обработка, то технологические операции выполняются в такой последовательности: черновая механическая, термическая, чистовая механическая;

4) в последнюю очередь выполняются чистовые технологические операции механической обработки.

Во второй графе карты указывают название дефекта; записывают наименование технологической операции (например, «токарная», «круглошлифовальная» и т. д.) и излагают её содержание с указанием режимов обработки и технических требований. Содержание технологических операций (технологических переходов) записывают глаголом в повелительном наклонении, например, «наплавить поверхность 1 до диаметра 56 мм».

Технологические операции нумеруют числами ряда арифметической прогрессии: 005, 010, 015 и т. д.

В третьей графе карты записывают наименование и обозначение оборудования в технологической последовательности.

В четвертой графе карты записывают наименование и обозначение технологической оснастки в последовательности: приспособления, режущий инструмент, измерительный инструмент, слесарно-монтажный инструмент.

В пятой графе карты записывают наименование и обозначение материалов, расходуемых при выполнении каждой операции (металл, сварочно-наплавочные материалы, технологический газ и т.д.). Запись материалов производят с указанием полного наименования и обозначения их по ГОСТ и ТУ.

В шестой и седьмой графах карты указывают соответственно разряд работ, подготовительно-заключительное и штучное время на выполнение каждой операции; время указывают в минутах с точностью до первого знака после запятой.

Пример оформления технологической карты приведен в приложении Б.

1.2. Выбор и расчет режимов выполнения операций

Выбранные режимы и материалы (например, марка наплавочной проволоки, флюсы и т.д.) должны обеспечивать выполнение технологических требований к детали, изложенных в задании (твердость).

Ниже кратко даны рекомендации по расчету и выбору режимов выполнения наиболее часто встречающихся операций.

Автоматическая наплавка под слоем флюса

Скорость наплавки $V_н$, м/ч

$$V_н = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{h \cdot S \cdot \gamma} \qquad (1)$$

Силу сварочного тока $I_{св}$ выбирают из таблицы 1.

Частота вращения детали n_∂, мин$^{-1}$

$$n_\partial = \frac{1000 \cdot V_н}{60\pi \cdot d} \qquad (2)$$

Таблица 1 - Зависимость силы тока от диаметра детали

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

Скорость подачи проволоки $V_{пр}$, м/ч

$$V_{пр} = \frac{4\alpha_н \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{пр}^2 \cdot \gamma} \qquad (3)$$

Шаг наплавки S, мм/об

$$S = (2…2,5) \cdot d_{пр} \qquad (4)$$

Вылет электрода δ, мм

$$\delta = (10…12) \cdot d_{пр} \qquad (5)$$

Смещение электрода l, мм

$$l = (0,05…0,07) \cdot d\,, \qquad (6)$$

где $\alpha_н$ – коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке постоянным током

обратной полярности $\alpha_н$=11…14);

h – толщина наплавленного слоя, мм;

γ – плотность электродной проволоки, г/см^3 (γ = 7,85);

$d_{пр}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{св}$ – сила тока, А;

d – диаметр детали, мм.

Значения параметров режима наплавки подставлять в формулы без изменения размерностей.

Толщина покрытия h, мм, определяется по формуле:

$$h = \frac{И}{2} + Z_1 + Z_2 , \qquad (7)$$

где И − износ детали на диаметр, мм;

Z_1 − припуск на обработку перед покрытием, мм (на сторону). Ориентировочно Z_1 = 0,l…0,3 мм;

Z_2 − припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм (на сторону, см. таблицу 2).

Таблица 2 – Минимальный припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами Z_2, мм на сторону

Способ восстановления	Z_2
Ручная электродуговая наплавка	1,4…1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8…1,1
Вибродуговая наплавка	0,6…1,0
Наплавка в среде углекислого газа	0,6…0,8
Плазменная наплавка	0,4…0,6
Аргонно-дуговая наплавка	0,4…0,6
Электроконтактная приварка ленты	0,2…0,5
Газотермическое напыление	0,2…0,6
Железнение	0,1…0,2
Хромирование	0,05…0,1

Марку проволоки и флюса выбирают в зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя.

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

Вибродуговая наплавка

Сила тока $I_{св}$=(60…75)$\cdot \frac{\pi \cdot d_{пр}^2}{4}$. (8)

Скорость подачи электродной проволоки

$$V_{пр} = \frac{0{,}1 \cdot I_{св} \cdot U}{d_{пр}^2} \quad , \qquad (9)$$

где $V_{пр}$ − скорость подачи проволоки, м/ч;

$I_{св}$ − сила тока, А;

U − напряжение, В; U= 14…20 В;

$d_{пр}$ − диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки рассчитывают по формуле

$$V_н = \frac{0{,}785 \cdot d_{пр}^2 \cdot V_{пр} \cdot \eta}{h \cdot S \cdot a}, \qquad (10)$$

где $V_н$ − скорость наплавки, м/ч;

η − коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл принимают равным 0,8…0,9;

h − заданная толщина наплавленного слоя, мм;

S − шаг наплавки, мм/об.;

a–коэффициент, учитывающий отклонения фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой h, a = 0,7…0,8.

Между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью наплавки существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается хорошее качество наплавки. Обычно $V_н$ = (0,4…0,8) $V_{пр}$.

Частота вращения детали при наплавке цилиндрических поверхностей определяется по формуле (2).

Шаг наплавки

$$S = (1{,}6…2{,}2) \cdot d_{пр} \qquad (11)$$

Вылет электрода, мм

$$\delta = (5…8) \cdot d_{пр} \, . \qquad (12)$$

Амплитуда колебаний

$$A = (0{,}75…1{,}0) \cdot d_{пр} \, . \qquad (13)$$

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

Полярность обратная.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 и др. с охлаждением обеспечивается твердость 35…55 $HRC_э$, проволокой Св-08, Св-08Г2С и др. – 22…26 $HRC_э$.

Наплавка в среде углекислого газа

Силу тока выбирают в зависимости от диаметра проволоки и диаметра детали (таблица 3).

Таблица 3 - Режимы наплавки в углекислом газе

Диаметр детали, мм	Диаметр проволоки, мм	$I_{св}$, А	U, В
10…20	0,8…1	70…95	18…19

20…30		90…120	18…19
30…40		110…140	18…19
40…50	1…1,2	130…160	18…20
50…70	1,2…1,4	140…175	19…20
70…90	1,4…1,6	170…195	20…21
90…120	1,6…2	195…225	20…22

Скорость наплавки ($V_н$)частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки ($V_{пр}$), шаг наплавки (S), смещение электрода (l) определяют по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

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

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистыми проволоками марок Св-08Г2С, Св-12ГС, составляет НВ 200…250, и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (30ХГСА и др.) – НВ 290…350. Для получения твердости более 40$HRC_э$ необходима поверхностная закалка с нагревом ТВЧ или наплавка порошковой проволокой.

Плазменная наплавка

Расчет скорости наплавки, частоты вращения детали, толщины покрытия выполняют соответственно по формулам 1, 2, 7.

Рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200…230А. Коэффициент наплавки $\alpha_н$=10…13г/А·ч. Шаг наплавки S = 4…5мм/об.

Расход порошка определяют по формуле

$$Q = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{60} \quad , \qquad (14)$$

где Q − расход порошка, г/мин;

$I_{св}$ − сила тока, А;

$\alpha_н$ − коэффициент наплавки, г/А·ч.

Используют порошки ПГ-ХН80СР4, ПР-Н80Х13С2Р, ПР-Н65Х25С3Р3 и др. При этом обеспечивается твердость 25…58 $HRC_э$.

Электроконтактная приварка ленты

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1мм.
Сила сварочного тока, кА—16,1…18,1.
Длительность сварочного цикла, с — 0,04…0,08.
Длительность паузы, с — 0,1…0,12.
Подача сварочных роликов, мм/об — 3…4.
Усилия сжатия сварочных роликов, кН — 1,30…1,60.
Ширина рабочей части сварочных роликов, мм — 4.

Скорость наплавки, м/ч — 180…240.
Частоту вращения детали рассчитывают по формуле (2).

При выборе материала ленты следует пользоваться данными, приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Выбор марки стали ленты

Марка стали	Твердость наплавленного слоя $HRC_э$	Марка стали ленты	Твердость наплавленного слоя $HRC_э$
Сталь 20	30…35	Сталь 55	50…55
Сталь 40	40…45	Сталь 40Х	55…60
Сталь 45	45…50	Сталь 65Г	60…65

Гальванические покрытия

Сила тока

$$I = D_к \cdot F_к \cdot N, \qquad (15)$$

где $D_к$ − катодная плотность тока, А/дм^2. При хромировании принимают $D_к$ = 50…75А/дм^2, при железнении — 20…40А/дм^2;

$F_к$ − площадь покрываемой поверхности, дм^2;

N − число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять 10…40шт).

Отношение площади анода к площади катода $\left(\frac{F_a}{F_к}\right)$ при железнении и хромировании можно принять 2:1.

Перечень операций при гальванопокрытиях и режимы их выполнения, а также составы электролитов см. в [2, с. 253-264].

При железнении основным материалом является малоуглеродистая сталь 10, 20 и др. (аноды), а при хромировании – хромовый ангидрид CrO_3 (анод нерастворимый – свинец).

Механическая обработка покрытий

Для обработки покрытий чаще всего используют точение и шлифование. Токарная обработка применяется, как правило, тогда, когда после нанесения покрытия припуск на обработку превышает 0,25…0,3мм на сторону, а твердость покрытия менее 40$HRC_э$. Шлифование применяют тогда, когда твердость обрабатываемой поверхности превышает 40$HRC_э$, или когда нужно получить высокую точность обработки и малую шероховатость поверхности. Шлифование применяют либо сразу после нанесения покрытия, либо после предварительной токарной обработки.

В таблицах 5 и 6 приведены примерные режимы обработки поверхностей, восстановленных различными способами.

Частота вращения детали определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ мин}^{-1} \qquad (16)$$

где v − скорость вращения детали (скорость резания), м/мин;
d − диаметр детали, мм.

1.3. Техническое нормирование операций.

Норма времени на выполнение операций в общем случае определяется по формуле

$$T_н = T_о + T_{вс} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{N} \quad , \qquad (17)$$

где $T_о$ − основное время, мин;
$T_{вс}$ − вспомогательное время, мин;
$T_{доп}$ − дополнительное время, мин;
$T_{пз}$ − подготовительно-заключительное время, мин;
N − число обрабатываемых деталей в партии, шт.

Таблица 5 - Режимы резания при токарной обработке восстанавливаемых деталей (для учебных целей)

Способ восстановления	Вид обработки	Материал инструмента	Режимы резания		
			Скорость резания v, м/мин	Подача S, мм/об	Глубина резания t, мм
Наплавка	Черновая	Т15К6, Т15К10	46,0 27,5 19,0	0,3 0,4 0,5	1,0 2,0 3,0
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	138 104 67	0,15 0,20 0,30	0,25 0,50 0,75
Термическое напыление порошковых материалов	Черновая	Т15К6, Т15К10	20	0,30	0,50
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	40	0,15	0,20
Электролитическое железнение	Черновая	Т15К6, Т15К10	30	0,20	0,20
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	60	0,12	0,10

Основное время определяют по формулам: Для токарной обработки и механизированных способов наплавки цилиндрических деталей

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot i}{1000 \cdot \upsilon \cdot S_0} \quad , \qquad (18)$$

где d − диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;
L − длина обрабатываемой поверхности, мм;
i − число рабочих ходов, шт.;
υ − скорость резания или наплавки, м/мин;
S_0 − подача или шаг наплавки, мм/об.

При шлифовании с продольной подачей

$$T_{\text{о}} = \frac{L_{\text{с}} \cdot i}{S_{\text{ïð}}} \cdot K, \qquad (19)$$

где $L_{\text{с}}$ – длина продольного хода стола, мм;

i – число рабочих ходов, шт.;

$S_{\text{пр}}$ – продольная подача, мм/мин;

K – коэффициент точности (зачистных ходов), K = 1,1…1,4.

Таблица 6 – Режимы резания при шлифовании восстанавливаемых деталей (для учебных целей)

Способ восстановления	Вид обработки	Материал шлифовального круга	Режимы обработки			
			Скорость вращения круга $U_к$, м/с	Скорость вращения детали $U_д$, м/мин	Продольная подача, м/мин	Глубина резания, мм
Наплавка	черновая	электрокорунд нормальный, зернистостью F36-F46, твердость (0), связка керамическая (V)	25-30	10-15	0,7-1,2	0,01-0,05
	чистовая	электрокорунд белый, зернистость F46-F60, твердость К или L, связка керамическая (V)	30-32	12-15	0,4-0,7	0,008-0,01
Термическое напыление порошковым материалом	черновая	электрокорунд нормальный, зернистость F30-F40, твердость К или L, связка керамическая (V)	10-30	6-15	0,5-0,7	0,01-0,03
	чистовая		20-30	3-6	0,3-0,5	0,008-0,01
Контактная приварка металлической ленты	чистовая	электрокорунд белый, зернистость F46-F60, твердость К или L, связка керамическая (V)	30-40	25-30	0,2-0,3	0,008-0,01
Электролитическое железнение	чистовая	синтетический алмаз АСП10К6, АСП15К8, АСП25К6-50, АСП30К6-50	25-35	20-25	1,0-1,5	0,01-0,02
Электролитическое хромирование	чистовая	электрокорунд нормальный, зернистость F36-F46, твердость М или N, связка керамическая (V)	30-40	15-20	1,0-1,5	0,008-0,01

Число рабочих ходов $i = \frac{Z_2}{t}$, (20)

где Z_2 − припуск на сторону, мм (таблица 5);

t − глубина резания, мм.

Длина продольного хода стола определяется по формулам:

– при шлифовании на проход $L_с = L + (0{,}2\ldots0{,}4)\cdot B_к$, (21)

– при шлифовании в упор $L_с = L - (0{,}4\ldots0{,}6)\cdot B_к$ (22)

где L − длина обрабатываемой поверхности, мм;

$B_к$ − ширина шлифовального круга (20…60мм).

При шлифовании с поперечной подачей (врезанием)

$$T_0 = \frac{Z_2}{n_д \cdot S_{поп}}, \quad (23)$$

где $n_д$ − частота вращения детали, мин$^{-1}$;

$S_{поп}$ − поперечная подача круга на один оборот детали ($S_{поп}$ = 0,002…0,02мм/об).

Вспомогательное время определяют по справочникам в зависимости от массы детали, способа ее крепления и др. В учебных целях можно принять $T_{вс}$ = 1…4мин.

Дополнительное время определяют по формуле

$$T_{доп} = \frac{(T_0 + T_{вс}) \cdot K_Д}{100}, \quad (24)$$

где $K_д$ − коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени в % от оперативного (для учебных целей можно принять ($K_д$=10…14%).

Подготовительно-заключительное время в учебных целях можно принять $T_{пз}$ = 13…20 мин, число деталей в партии – n = 10…20 шт.

Норму времени при восстановлении деталей **гальваническими** покрытиями определяют по формуле

$$T_н = \frac{(t_о + t_{вн}) \cdot K_{пз}}{60 \cdot N \cdot \eta_н}, \quad (25)$$

где $t_о$ − продолжительность выдержки деталей в ванне, ч;

$t_{вн}$ − вспомогательное неперекрываемое время (травление, загрузка, выгрузка и др.). в учебных целях можно принять $t_{вн}$ = 0,1…0,2 ч;

$K_{пз}$ − коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену $K_{пз}$=1,1…1,2; в две смены $K_{пз}$=1,03…0,05);

N − число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять N=10…40шт.);

$\eta_н$ − коэффициент использования ванны ($\eta_н$ = 0,7…0,9).

Продолжительность выдержки деталей в ванне определяют по формуле

$$t_0 = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_к \cdot \eta} \quad , \qquad (26)$$

где h − толщина покрытия, мм;

γ − плотность осаждаемого металла, г/см^3 (для хрома γ = 6,9; для железа γ = 7,8);

C − электрохимический эквивалент, г/А·ч (для хрома C = 0,323; для железа C = 1,042);

$D_к$ − катодная плотность тока, А/дм^2;

η − выход металла по току, % (при хромировании η = 12…15%; при железнении η = 80…90%).

Норму времени при восстановлении деталей **полимерными** материалами определяют по формулам:

$$T_н = T_{нш} + T_в + \frac{T_{пз}}{N}, \qquad (27)$$

$$\text{или} \quad T_н = T_ш + \frac{T_{пз}}{N}, \qquad (28)$$

где $T_{нш}$ − неполное штучное время, мин;

$T_в$ − вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$T_ш$ − штучное время, мин;

$T_{пз}$ − подготовительно-заключительное время, мин;

N − количество деталей в партии, шт.

Вспомогательное время в учебных целях при изменении массы детали от 5 до 20кг можно принять равным соответственно 0,3…0,6мин, а подготовительно-заключительное время – 4…6мин, $T_ш$, $T_{нш}$ приведены в таблицах 7, 8 и 9.

Таблица 7 - Штучное время ($T_ш$) на операции

Операции	**Параметр**	**Значение параметра**							
Приготовление предварительного состава на основе эпоксидной смолы	Масса состава, кг до	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
	Время, мин	13,5	15,2	20,3	22,4	27,2	33,0	40,3	49,5
Приготовление состава на основе эпоксидной смолы на рабочем месте	Масса состава, кг до	50	100	200	350				
	Время, мин	6,5	6,9	9,1	10,9				
Наложение накладок из стеклоткани, прикатка роликом	Площадь накладки, см^2 до	125	220	320	410	500			
	Время, мин	0,6	0,7	1,0	1,3	1,4			
Нанесение слоя при склеивании деталей	Площадь склеивания, см^2 до	50	70	100	150	200	300	450	600

	Время, мин	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4

Таблица 8 - Неполное штучное время ($T_{нш}$) на операции

Операция	**Параметр**	**Значение параметра**							
Разделка трещины	Длина трещины, мм до	20	45	80	100	140	180	220	300
	Время, мин	7,7	10,6	15,7	18,7	22,7	38,2	32,8	38,5
Обезжиривание поверхности детали ацетоном (два раза)	Площадь обезжиривания, см^2 до	50	80	120	170	250	380	600	
	Время, мин	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	
Нанесение состава на основе эпоксидной смолы	Площадь нанесения, см^2 до	100	150	200	300	400	600		
	Время, мин	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6		
Восстановление резьбового соединения полимером	Диаметр резьбы, мм до	8	12	16	20	24			
	Время, мин (на одно отверстие)	1,4	1,8	1,9	2,1	2,3			

Таблица 9 - Неполное штучное время ($T_{нш}$) калибрования отверстий с нанесенным полимерным материалом

Диаметр отверстия, мм	Длина отверстия, мм	Масса детали, кг		
		до 2	до 5	до 10
		Время, мин		
до 15	до 10	1,8	2,7	3,6
	до 30	2,7	3,6	4,5
Свыше 15 до 30	до 20	1,8	3,6	4,5
	до 50	4,5	5,5	6,3
Св.30до 60	до 60	6,3	7,2	8,1
	до 70	7,2	8,1	9,0

Раздел 1. Разработка технологии устранения дефекта детали

При выполнении курсовой работы следует разработать технологию устранения одного дефекта детали, указанного в задании. В задании приведены также другие данные, знание которых необходимо при разработке технологии. При этом студент должен разработать технологическую карту восстановления детали в соответствии с РТМ 10.0024-94.

1.1. Общие требования и порядок заполнения карты

При её разработке последовательность выполнения технологических операций устанавливают, исходя из таких основных положений:

5) тепловые технологические операции (кузнечные, сварочные, наплавочные и т. п.) выполняются в первую очередь;

6) механическую обработку деталей необходимо начинать с исправления базовых поверхностей;

7) если при восстановлении деталей применяется термическая обработка, то технологические операции выполняются в такой последовательности: черновая механическая, термическая, чистовая механическая;

8) в последнюю очередь выполняются чистовые технологические операции механической обработки.

Во второй графе карты указывают название дефекта; записывают наименование технологической операции (например, «токарная», «круглошлифовальная» и т. д.) и излагают её содержание с указанием режимов обработки и технических требований. Содержание технологических операций (технологических переходов) записывают глаголом в повелительном наклонении, например, «наплавить поверхность 1 до диаметра 56 мм».

Технологические операции нумеруют числами ряда арифметической прогрессии: 005, 010, 015 и т. д.

В третьей графе карты записывают наименование и обозначение оборудования в технологической последовательности.

В четвертой графе карты записывают наименование и обозначение технологической оснастки в последовательности: приспособления, режущий инструмент, измерительный инструмент, слесарно-монтажный инструмент.

В пятой графе карты записывают наименование и обозначение материалов, расходуемых при выполнении каждой операции (металл, сварочно-наплавочные материалы, технологический газ и т.д.). Запись материалов производят с указанием полного наименования и обозначения их по ГОСТ и ТУ.

В шестой и седьмой графах карты указывают соответственно разряд работ, подготовительно-заключительное и штучное время на выполнение каждой операции; время указывают в минутах с точностью до первого знака после запятой.

Пример оформления технологической карты приведен в приложении Б.

1.2. Выбор и расчет режимов выполнения операций

Выбранные режимы и материалы (например, марка наплавочной проволоки, флюсы и т.д.) должны обеспечивать выполнение технологических требований к детали, изложенных в задании (твердость).

Ниже кратко даны рекомендации по расчету и выбору режимов выполнения наиболее часто встречающихся операций.

Автоматическая наплавка под слоем флюса

Скорость наплавки $V_н$, м/ч

$$V_н = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{h \cdot S \cdot \gamma} \qquad (1)$$

Силу сварочного тока $I_{св}$ выбирают из таблицы 1.

Частота вращения детали n_{∂}, мин$^{-1}$

$$n_{\partial} = \frac{1000 \cdot V_{н}}{60\pi \cdot d} \qquad (2)$$

Таблица 1 - Зависимость силы тока от диаметра детали

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

Скорость подачи проволоки $V_{пр}$, м/ч

$$V_{пр} = \frac{4\alpha_{н} \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{пр}^{2} \cdot \gamma} \qquad (3)$$

Шаг наплавки S, мм/об

$$S = (2…2,5) \cdot d_{пр} \qquad (4)$$

Вылет электрода δ, мм

$$\delta = (10…12) \cdot d_{пр} \qquad (5)$$

Смещение электрода l, мм

$$l = (0,05…0,07) \cdot d\ , \qquad (6)$$

где $\alpha_{н}$ – коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке постоянным током обратной полярности $\alpha_{н}$=11…14);

h – толщина наплавленного слоя, мм;

γ – плотность электродной проволоки, г/см^3 (γ = 7,85);

$d_{пр}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$I_{св}$ – сила тока, А;

d – диаметр детали, мм.

Значения параметров режима наплавки подставлять в формулы без изменения размерностей.

Толщина покрытия h, мм, определяется по формуле:

$$h = \frac{И}{2} + Z_1 + Z_2\ , \qquad (7)$$

где И − износ детали на диаметр, мм;

Z_1 − припуск на обработку перед покрытием, мм (на сторону). Ориентировочно Z_1 = 0,l…0,3 мм;

Z_2 − припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм (на сторону, см. таблицу 2).

Таблица 2 – Минимальный припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами Z_2, мм на сторону

Способ восстановления	Z_2
Ручная электродуговая наплавка	1,4…1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8…1,1
Вибродуговая наплавка	0,6…1,0
Наплавка в среде углекислого газа	0,6…0,8
Плазменная наплавка	0,4…0,6
Аргонно-дуговая наплавка	0,4…0,6
Электроконтактная приварка ленты	0,2…0,5
Газотермическое напыление	0,2…0,6
Железнение	0,1…0,2
Хромирование	0,05…0,1

Марку проволоки и флюса выбирают в зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя.

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

Вибродуговая наплавка

Сила тока $I_{св}$=(60…75)$\cdot \dfrac{\pi \cdot d_{пр}^2}{4}$. (8)

Скорость подачи электродной проволоки

$$V_{пр} = \frac{0{,}1 \cdot I_{св} \cdot U}{d_{пр}^2}, \quad (9)$$

где $V_{пр}$ − скорость подачи проволоки, м/ч;

$I_{св}$ − сила тока, А;

U − напряжение, В; U= 14…20 В;

$d_{пр}$ − диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки рассчитывают по формуле

$$V_н = \frac{0{,}785 \cdot d_{пр}^2 \cdot V_{пр} \cdot \eta}{h \cdot S \cdot a}, \quad (10)$$

где $V_н$ − скорость наплавки, м/ч;

η − коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл принимают равным 0,8…0,9;

h − заданная толщина наплавленного слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об.;

a–коэффициент, учитывающий отклонения фактической площади сечения наплавленного слоя от площади четырехугольника с высотой h, a = 0,7…0,8.

Между скоростью подачи электродной проволоки и скоростью наплавки существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается хорошее качество наплавки. Обычно $V_н$ = (0,4…0,8) $V_{пр}$.

Частота вращения детали при наплавке цилиндрических поверхностей определяется по формуле (2).

Шаг наплавки

$$S = (1,6…2,2)\cdot d_{пр} \qquad (11)$$

Вылет электрода, мм

$$\delta = (5…8)\cdot d_{пр}\ . \qquad (12)$$

Амплитуда колебаний

$$A = (0,75…1,0)\cdot d_{пр}\ . \qquad (13)$$

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

Полярность обратная.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 и др. с охлаждением обеспечивается твердость 35…55 $HRC_э$, проволокой Св-08, Св-08Г2С и др. – 22…26 $HRC_э$.

Наплавка в среде углекислого газа

Силу тока выбирают в зависимости от диаметра проволоки и диаметра детали (таблица 3).

Таблица 3 - Режимы наплавки в углекислом газе

Диаметр детали, мм	Диаметр проволоки, мм	$I_{св}$, А	U, В
10…20	0,8…1	70…95	18…19
20…30		90…120	18…19
30…40		110…140	18…19
40…50	1…1,2	130…160	18…20
50…70	1,2…1,4	140…175	19…20
70…90	1,4…1,6	170…195	20…21
90…120	1,6…2	195…225	20…22

Скорость наплавки ($V_н$)частота вращения (n), скорость подачи электродной проволоки ($V_{пр}$), шаг наплавки (S), смещение электрода (l) определяют по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

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

Твердость слоя, наплавленного низкоуглеродистыми проволоками марок Св-08Г2С, Св-12ГС, составляет НВ 200…250, и проволоками с содержанием углерода более 0,3% (30ХГСА и др.) – НВ 290…350. Для получения твердости более 40HRC$_э$ необходима поверхностная закалка с нагревом ТВЧ или наплавка порошковой проволокой.

Плазменная наплавка

Расчет скорости наплавки, частоты вращения детали, толщины покрытия выполняют соответственно по формулам 1, 2, 7.

Рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200…230А. Коэффициент наплавки $\alpha_н$=10…13г/А·ч. Шаг наплавки S = 4…5мм/об.

Расход порошка определяют по формуле

$$Q = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{60} \quad , \qquad (14)$$

где Q − расход порошка, г/мин;

$I_{св}$ − сила тока, А;

$\alpha_н$ − коэффициент наплавки, г/А·ч.

Используют порошки ПГ-ХН80СР4, ПР-Н80Х13С2Р, ПР-Н65Х25С3Р3 и др. При этом обеспечивается твердость 25…58 HRC$_э$.

Электроконтактная приварка ленты

Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1мм.
Сила сварочного тока, кА—16,1…18,1.
Длительность сварочного цикла, с — 0,04…0,08.
Длительность паузы, с — 0,1…0,12.
Подача сварочных роликов, мм/об — 3…4.
Усилия сжатия сварочных роликов, кН — 1,30…1,60.
Ширина рабочей части сварочных роликов, мм — 4.
Скорость наплавки, м/ч — 180…240.
Частоту вращения детали рассчитывают по формуле (2).

При выборе материала ленты следует пользоваться данными, приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Выбор марки стали ленты

Марка стали	Твердость наплавленного слоя HRC$_э$	Марка стали ленты	Твердость наплавленного слоя HRC$_э$
Сталь 20	30…35	Сталь 55	50…55
Сталь 40	40…45	Сталь 40Х	55…60
Сталь 45	45…50	Сталь 65Г	60…65

Гальванические покрытия

Сила тока

$$I = D_к \cdot F_к \cdot N, \qquad (15)$$

где $D_к$ − катодная плотность тока, А/дм^2. При хромировании принимают $D_к$ = 50…75А/дм^2, при железнении — 20…40А/дм^2;

$F_к$ − площадь покрываемой поверхности, дм^2;

N − число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять 10…40шт).

Отношение площади анода к площади катода $\left(\frac{F_a}{F_к}\right)$ при железнении и хромировании можно принять 2:1.

Перечень операций при гальванопокрытиях и режимы их выполнения, а также составы электролитов см. в [2, с. 253-264].

При железнении основным материалом является малоуглеродистая сталь 10, 20 и др. (аноды), а при хромировании – хромовый ангидрид CrO_3 (анод нерастворимый – свинец).

Механическая обработка покрытий

Для обработки покрытий чаще всего используют точение и шлифование. Токарная обработка применяется, как правило, тогда, когда после нанесения покрытия припуск на обработку превышает 0,25…0,3мм на сторону, а твердость покрытия менее 40HRC$_э$. Шлифование применяют тогда, когда твердость обрабатываемой поверхности превышает 40HRC$_э$, или когда нужно получить высокую точность обработки и малую шероховатость поверхности. Шлифование применяют либо сразу после нанесения покрытия, либо после предварительной токарной обработки.

В таблицах 5 и 6 приведены примерные режимы обработки поверхностей, восстановленных различными способами.

Частота вращения детали определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ мин}^{-1} \qquad (16)$$

где v − скорость вращения детали (скорость резания), м/мин;

d − диаметр детали, мм.

1.3. Техническое нормирование операций.

Норма времени на выполнение операций в общем случае определяется по формуле

$$T_н = T_о + T_{вс} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{N}, \qquad (17)$$

где $T_о$ − основное время, мин;

$T_{вс}$ − вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ − дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ − подготовительно-заключительное время, мин;

N − число обрабатываемых деталей в партии, шт.

Таблица 5 - Режимы резания при токарной обработке восстанавливаемых деталей (для учебных целей)

Способ восстановления	Вид обработки	Материал инструмента	Режимы резания		
			Скорость резания *v*, м/мин	Подача S, мм/об	Глубина резания t, мм
Наплавка	Черновая	Т15К6, Т15К10	46,0 27,5 19,0	0,3 0,4 0,5	1,0 2,0 3,0
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	138 104 67	0,15 0,20 0,30	0,25 0,50 0,75
Термическое напыление порошковых материалов	Черновая	Т15К6, Т15К10	20	0,30	0,50
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	40	0,15	0,20
Электролитическое железнение	Черновая	Т15К6, Т15К10	30	0,20	0,20
	Чистовая	Т15К6, Т14К8, Т30К4	60	0,12	0,10

Основное время определяют по формулам: Для токарной обработки и механизированных способов наплавки цилиндрических деталей

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot i}{1000 \cdot \upsilon \cdot S_0}, \qquad (18)$$

где d − диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

L − длина обрабатываемой поверхности, мм;

i − число рабочих ходов, шт.;

υ − скорость резания или наплавки, м/мин;

S_0 − подача или шаг наплавки, мм/об.

При шлифовании с продольной подачей

$$T_o = \frac{L_c \cdot i}{S_{пр}} \cdot K, \qquad (19)$$

где L_c − длина продольного хода стола, мм;

i − число рабочих ходов, шт.;

$S_{пр}$ − продольная подача, мм/мин;

K − коэффициент точности (зачистных ходов), K = 1,1…1,4.

Таблица 6 – Режимы резания при шлифовании восстанавливаемых деталей (для учебных целей)

Способ восстановления	Вид обработки	Материал шлифовального круга	Режимы обработки			
			Скорость вращения круга $U_к$, м/с	Скорость вращения детали $U_д$, м/мин	Продольная подача, м/мин	Глубина резания, мм
Наплавка	черновая	электрокорунд нормальный, зернистостью F36-F46, твердость (0), связка керамическая (V)	25-30	10-15	0,7-1,2	0,01-0,05
	чистовая	электрокорунд белый, зернистость F46-F60, твердость К или L, связка керамическая (V)	30-32	12-15	0,4-0,7	0,008-0,01
Термическое напыление порошковым материалом	черновая	электрокорунд нормальный, зернистость F30-F40, твердость К или L, связка керамическая (V)	10-30	6-15	0,5-0,7	0,01-0,03
	чистовая		20-30	3-6	0,3-0,5	0,008-0,01
Контактная приварка металлической ленты	чистовая	электрокорунд белый, зернистость F46-F60, твердость К или L, связка керамическая (V)	30-40	25-30	0,2-0,3	0,008-0,01
Электролитическое железнение	чистовая	синтетический алмаз АСП10К6, АСП15К8, АСП25К6-50, АСП30К6-50	25-35	20-25	1,0-1,5	0,01-0,02
Электролитическое хромирование	чистовая	электрокорунд нормальный, зернистость F36-F46, твердость М или N, связка керамическая (V)	30-40	15-20	1,0-1,5	0,008-0,01

Число рабочих ходов $i = \frac{Z_2}{t}$, (20)

где Z_2 − припуск на сторону, мм (таблица 5);

t − глубина резания, мм.

Длина продольного хода стола определяется по формулам:

– при шлифовании на проход $L_с = L + (0{,}2\ldots0{,}4)\cdot B_к$, (21)

– при шлифовании в упор $L_с = L - (0{,}4\ldots0{,}6)\cdot B_к$ (22)

где L − длина обрабатываемой поверхности, мм;

$B_к$ − ширина шлифовального круга (20…60мм).

При шлифовании с поперечной подачей (врезанием)

$$T_0 = \frac{Z_2}{n_д \cdot S_{поп}}, \quad (23)$$

где $n_д$ − частота вращения детали, мин$^{-1}$;

$S_{поп}$ − поперечная подача круга на один оборот детали ($S_{поп}$ = 0,002…0,02мм/об).

Вспомогательное время определяют по справочникам в зависимости от массы детали, способа ее крепления и др. В учебных целях можно принять $T_{вс}$ = 1…4мин.

Дополнительное время определяют по формуле

$$T_{доп} = \frac{(T_0 + T_{вс}) \cdot K_Д}{100}, \quad (24)$$

где $K_д$ − коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени в % от оперативного (для учебных целей можно принять ($K_д$=10…14%).

Подготовительно-заключительное время в учебных целях можно принять $T_{пз}$ = 13…20 мин, число деталей в партии – n = 10…20 шт.

Норму времени при восстановлении деталей **гальваническими** покрытиями определяют по формуле

$$T_н = \frac{(t_о + t_{вн}) \cdot K_{пз}}{60 \cdot N \cdot \eta_н}, \quad (25)$$

где $t_о$ − продолжительность выдержки деталей в ванне, ч;

$t_{вн}$ − вспомогательное неперекрываемое время (травление, загрузка, выгрузка и др.). в учебных целях можно принять $t_{вн}$ = 0,1…0,2 ч;

$K_{пз}$ − коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену $K_{пз}$=1,1…1,2; в две смены $K_{пз}$=1,03…0,05);

N − число деталей, одновременно наращиваемых в ванне (для учебных целей можно принять N=10…40шт.);

$\eta_н$ − коэффициент использования ванны ($\eta_н$ = 0,7…0,9).

Продолжительность выдержки деталей в ванне определяют по формуле

$$t_0 = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{C \cdot D_к \cdot \eta} \quad , \qquad (26)$$

где h − толщина покрытия, мм;

γ − плотность осаждаемого металла, г/см^3 (для хрома γ = 6,9; для железа γ = 7,8);

C − электрохимический эквивалент, г/А·ч (для хрома C = 0,323; для железа C = 1,042);

$D_к$ − катодная плотность тока, А/дм^2;

η − выход металла по току, % (при хромировании η = 12…15%; при железнении η = 80…90%).

Норму времени при восстановлении деталей **полимерными** материалами определяют по формулам:

$$T_н = T_{нш} + T_в + \frac{T_{пз}}{N}, \qquad (27)$$

$$\text{или} \quad T_н = T_ш + \frac{T_{пз}}{N}, \qquad (28)$$

где $T_{нш}$ − неполное штучное время, мин;

$T_в$ − вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$T_ш$ − штучное время, мин;

$T_{пз}$ − подготовительно-заключительное время, мин;

N − количество деталей в партии, шт.

Вспомогательное время в учебных целях при изменении массы детали от 5 до 20кг можно принять равным соответственно 0,3…0,6мин, а подготовительно-заключительное время – 4…6мин, $T_ш$, $T_{нш}$ приведены в таблицах 7, 8 и 9.

Таблица 7 - Штучное время ($T_ш$) на операции

Операции	**Параметр**	**Значение параметра**							
Приготовление предварительного состава на основе эпоксидной смолы	Масса состава, кг до	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
	Время, мин	13,5	15,2	20,3	22,4	27,2	33,0	40,3	49,5
Приготовление состава на основе эпоксидной смолы на рабочем месте	Масса состава, кг до	50	100	200	350				
	Время, мин	6,5	6,9	9,1	10,9				
Наложение накладок из стеклоткани, прикатка роликом	Площадь накладки, см^2 до	125	220	320	410	500			
	Время, мин	0,6	0,7	1,0	1,3	1,4			
Нанесение слоя при склеивании деталей	Площадь склеивания, см^2 до	50	70	100	150	200	300	450	600

	Время, мин	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,4

Таблица 8 - Неполное штучное время ($T_{нш}$) на операции

Операция	**Параметр**	**Значение параметра**							
Разделка трещины	Длина трещины, мм до	20	45	80	100	140	180	220	300
	Время, мин	7,7	10,6	15,7	18,7	22,7	38,2	32,8	38,5
Обезжиривание поверхности детали ацетоном (два раза)	Площадь обезжиривания, см^2 до	50	80	120	170	250	380	600	
	Время, мин	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	
Нанесение состава на основе эпоксидной смолы	Площадь нанесения, см^2 до	100	150	200	300	400	600		
	Время, мин	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6		
Восстановление резьбового соединения полимером	Диаметр резьбы, мм до	8	12	16	20	24			
	Время, мин (на одно отверстие)	1,4	1,8	1,9	2,1	2,3			

Таблица 9 - Неполное штучное время ($T_{нш}$) калибрования отверстий с нанесенным полимерным материалом

Диаметр отверстия, мм	Длина отверстия, мм	Масса детали, кг		
		до 2	до 5	до 10
		Время, мин		
до 15	до 10	1,8	2,7	3,6
	до 30	2,7	3,6	4,5
Свыше 15 до 30	до 20	1,8	3,6	4,5
	до 50	4,5	5,5	6,3
Св.30до 60	до 60	6,3	7,2	8,1
	до 70	7,2	8,1	9,0

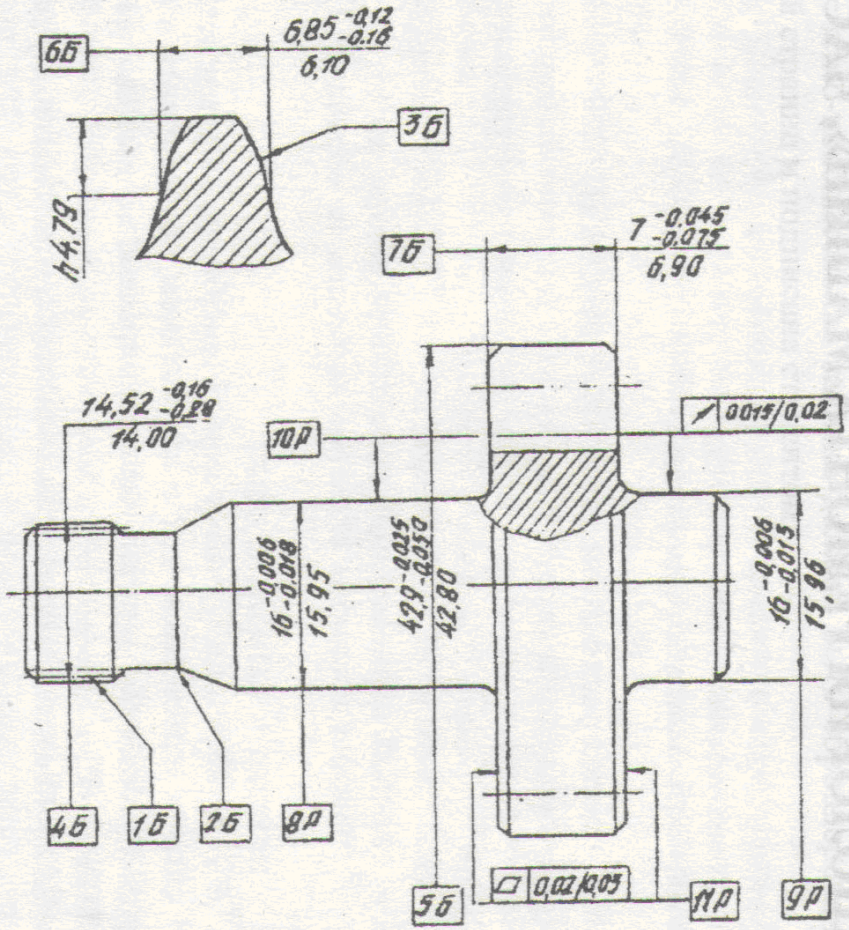
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложени

РТМ 10.0024 – 94

(организация – разработчик)	Разраб.	(фамилия)	(подпись)	(дата)	Насос масляный 240-1021012-А	Дефектация	Литера
	Пров.				Вал-шестерня ведущая	240-1021030	Р6
	Н. контр.						

КР / Д	Тпз / Тшт
1 / 5	2,5 / 4,5



1 – срез, смятие шлицев;

2 – трещины, излом шейки;

3 – трещины, сколы, выкрашивание рабочей поверхности зубьев

№ дефр.	Способы, средства контроля
1,2,3	Осмотр
4,7,8,9	Микрометр МК25-1
5	Микрометр МК50-2
6	Штангензубомер ШЗ-18
10	Призма 150×80×150, стойка индикаторная С-IV-8-160×100, индикатор ИРБ-001
11	Линейка поверочная ШП-1, набор щупов 1 №1

Листов	1	Лист	

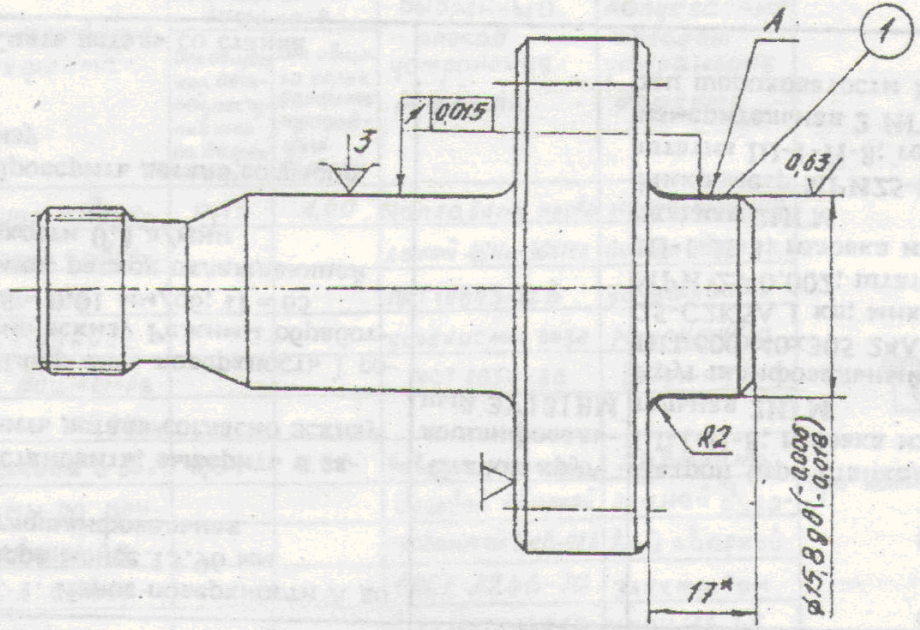
РТМ10.0024-94

(Организация-разработчик)	Разраб.	(фамилия)	(подпись)	(дата)	Насос масляный 240-1021012-А	Восстановление 240-1021030Р	Литера РО
	Пров.						
	Н. контр.				Вал-шестерня ведущая		

№ опер.	Наименование дефекта. Наименование, содержание операций, режимы, требования	Оборудование	Оснастка	Расходный материал	Разр. раб.	$T_{пз}$ / $T_{шт.}$
5	Деф. 1. Износ поверхности А до размера менее 15,96 мм Круглошлифовальная				4	6,5 / 4,0
	1. Установить, выверить и закрепить деталь согласно эскизу	Станок круглошлифовальный 3У131ВМ	Патрон (при станке), штатив Ш-1-Н-8; головка измерительная 2ИГМ			
	2. Шлифовать поверхность 1 согласно эскизу Режимы обработки: S = 0,01 мм/об; П = 65 об/мин; расход охлаждающей жидкости 0,3 л/мин		Круг шлифовальный ПП 600х40х305 24А 25-С2К5А 1 кл; микрометр МРИ 25-0,002; штатив Ш-1-Н-8; головка измерительная 2ИГМ			
	3. Проверить деталь согласно эскизу		Микрометр МРИ25-0,002; штатив Ш-1-Н-8; головка измерительная 2 ИГМ; образец шероховатости 1,25-ШЦ			
	4. Снять деталь со станка			Листов	Лист	

ОТМ 10.0024-94

(Организация-разработчик)	Разраб	(Фамилия)	(подпись)	(дата)	Вал-шестерня	240-1021030Р	Литера
	Пров				Карта эскизов	Опер. № 5	Р0
	Н. контр.						



1. Твердость обрабатываемой поверхности 44...52 HRC$_э$

2.* Размер для справок

3. Допуск овальности и конусообразности поверхн. А не более 0,007 мм

Листов		Лист	

Приложение Г

Приклеивается к курсовому проекту

ЗАДАНИЕ
на выполнение курсового проекта по дисциплине
«Технология и организация ремонта и технического обслуживания ТиТТМО»

Ф., И., О. студента _____

Учебный шифр_____

1. Разработать карту дефектации детали
2. Разработать технологию устранения заданного дефекта

1. Наименование детали_____

2. Номер и наименование дефекта_____
3. Размеры восстанавливаемой поверхности детали:
   – диаметр, мм_____
   – длина, мм_____
   – износ на сторону, мм_____
4. Материал детали_____
5. Требуемая твёрдость поверхности детали, $HRC_э$_____
6. Способ устранения дефекта_____