



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

А.В. Троицкий

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: д.т.н., профессор Пашковский И.Э. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении». – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: к.т.н., с.н.с. Привалов В.И.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении» является формирование знаний и практических навыков в области систем технического обслуживания и ремонта технологического оборудования, организация ремонтного хозяйства, разработки системы планово-предупредительных ремонтов оборудования машиностроительного производства, выбора технологических процессов восстановления работоспособности деталей машин и оборудования машиностроительных производств.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Профессиональные компетенции:

ПК-8. Способен разрабатывать технологический процесс изготовления опытных образцов машиностроительных изделий.

ПК-10. Способен проектировать простую технологическую оснастку для изготовления машиностроительных изделий.

ПК-11. Способен составлять техническое задание с использованием САРР-системы, РDM-системы, MDM-системы в организации.

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение теоретических основ разработки комплекса технических мероприятий по эксплуатации, обслуживанию и ремонту технологического оборудования;

- освоение методов организация эксплуатационного и ремонтного хозяйства, понятия о планово-предупредительном ремонте и его составе, ремонтном цикле оборудования машиностроительных производств;

- освоение методов и средств технической диагностики оборудования;

- ознакомление с особенностями сервисного обслуживания сложного технологического оборудования - станков с ЧПУ, гибких производственных модулей, автоматических линий;

- освоение методики проектирования технологических процессов и операций ремонта деталей машин;

- приобретение навыков составления технологической документации.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- разрабатывает маршрутные технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий;

- оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий;

- проектирует простые станочные приспособления для изготовления машиностроительных деталей;

- оформляет конструкторскую документацию на разработанную оснастку для изготовления машиностроительных изделий;

- осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации;

- осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.

Необходимые умения:

- умеет выявлять нетехнологичные элементы конструкции опытных образцов машиностроительных изделий;

- умеет разрабатывать предложения по изменению конструкции опытных образцов машиностроительных изделий с целью повышения их технологичности;

- умеет разрабатывать конструктивные схемы приспособлений для изготовления и сборки машиностроительных изделий;

- умеет составлять расчетные силовые схемы установки заготовок приспособлений для изготовления деталей;

- умеет использовать САД-системы для разработки и оформления КД на технологическую оснастку;

- умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации;

- умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.

Необходимые знания:

- знает нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности;

- знает основные критерии и показатели качественной и количественной оценки технологичности конструкции опытных образцов машиностроительных изделий;

- знает нормативно-техническую и справочную литературу по проектированию технологической оснастки;

- знает методику проектирования технологической оснастки для изготовления машиностроительных изделий;

- знает методологии функционального моделирования производственных систем;

- знает функциональные возможности и особенности работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах «Технология машиностроения», «Оборудование машиностроительных производств», «Основы проектирования автоматизированных участков», «Проектирование машиностроительных производств» и ранее частично освоенных компетенциях ОПК-5,7,8; ПК-1,3,6,8,9,11.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении» являются базовыми для прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Практическая подготовка обучающихся составляет 4 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Семестр 9
Общая трудоемкость	180		180	180	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	36			36	
Лекции (Л)	12			12	
Практические занятия (ПЗ)	24			24	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практическая подготовка	4			4	
Самостоятельная работа	144			144	
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР			-	
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР			-	
<i>Контрольная работа</i>	Кр			+	
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест			+	
Вид итогового контроля	Зачет / Экзамен			Экзамен	
ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	16		16		
Лекции (Л)	4		4		
Практические занятия (ПЗ)	12		12		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практическая подготовка	4		4		
Самостоятельная работа	164		164		
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР		-		
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР		-		
<i>Контрольная работа</i>	Кр	+	+		
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест	+	+		
Вид итогового контроля	Зачет / Экзамен		Экзамен		

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очн./заоч	Практически е занятия, час, очн./заоч.	Занятия в интерактивно й форме, час, очн./заоч.	Практическ ая подготовка час, очн./заоч.	Код компете нций
Тема 1. Производственная эксплуатация технологического оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования.	2 / 0,5	4 / 2	2 / 1	-	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Тема 2. Техническая эксплуатация технологического оборудования. Диагностика. Причины потери работоспособности деталями и оборудованием.	2 / 0,5	4 / 2	2 / 1	1 / 1	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Тема 3. Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей оборудования. Предремонтные работы.	2 / 0,5	4 / 2	2 / 1	-	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Тема 4. Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой.	2 / 0,5	4 / 2	2 / 1	1 / 1	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Тема 5. Ремонт деталей сваркой и наплавкой.	2 / 1	4 / 2	2 / 2	1 / 1	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Тема 6. Ремонт деталей металлизацией, напылением, пластическими массами и электролитическими покрытиями.	2 / 1	4 / 2	2 / 2	1 / 1	ПК-8 ПК-10 ПК-11
Всего:	12 / 4	24 / 12	12 / 8	4 / 4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Производственная эксплуатация технологического оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) технологического оборудования

Производственная эксплуатация – стадия жизненного цикла технологического оборудования, заключающаяся в его использовании по назначению. Стадии жизненного цикла оборудования. Прием оборудования. Монтаж оборудования. Ввод оборудования в эксплуатацию. Организация эксплуатации оборудования. Сроки службы оборудования. Хранение оборудования. Выбытие оборудования. Единая система планово-предупредительных ремонтов. Сущность системы ППР. Расчет количества ремонтов и простоя оборудования. Обеспечение запасными деталями. Межремонтное обслуживание. Текущий, средний и капитальный ремонты. Ремонтно-механические мастерские, их функции и структура. Организация ремонтной службы на предприятиях. Виды, способы и средства ремонта. Этапы ремонтных работ.

Тема 2. Техническая эксплуатация технологического оборудования. Диагностика.

Техническое обслуживание оборудования. Содержание и планирование работ по техническому обслуживанию. Техническая диагностика оборудования. Общие положения. Требования к оборудованию, переводимому на техническое диагностирование. Выбор диагностических параметров и методов технического диагностирования. Средства технической диагностики. Прогнозирование остаточного ресурса технологического оборудования. Причины потери работоспособности деталями и оборудованием. Виды повреждения деталей машин – износ, коррозия, выкрашивание. Виды износа. Способы повышения срока службы деталей машин и улучшение их триботехнических и антикоррозионных характеристик.

Тема 3. Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей оборудования. Предремонтные работы.

Организация работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования: управление работами, особенности организации в зависимости от размеров предприятий и имеющегося на них оборудования, специализация ремонта и гарантийное ремонтное обслуживание, промышленные методы ремонта, передача оборудования в ремонт и из него, контроль качества обслуживания и ремонта. Методы, стратегии и организационные формы ремонта. Ремонтные нормативы. Планирование ремонтных работ. Подготовка производства ремонтных работ. Разборка машин и механизмов. Очистка деталей. Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей оборудования. Дефектовка деталей. Организация и проведение ремонта.

Тема 4. Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой.

Технология ремонтно-восстановительных работ технологического оборудования. Ремонт деталей пластической деформацией. Накатка, обкатка, правка. Ремонт деталей электромеханической обработкой (высадка, сглаживание). Режимы обработки. Проектирование технологических операций и технологической оснастки. Технологическая документация.

Тема 5. Ремонт деталей сваркой и наплавкой.

Ручная электродуговая сварка. Автоматическая сварка. Сварка в среде защитных газов. Определение оптимальных параметров режима сварки. Наплавка металла под флюсом. Вибродуговая наплавка. Оборудование, технологическая оснастка, расходуемый инструмент. Определение оптимальных параметров режима вибродуговой наплавки. Проектирование операции. Технологическая документация.

Тема 6. Ремонт деталей металлизацией напылением, пластическими массами и электролитическими покрытиями.

Металлизация напылением. Оборудование для металлизации. Режимы обработки. Восстановление деталей пластическими массами. Способы нанесения пластических масс. Газопламенный способ, струйный беспламенный способ, вихревой, вибрационный и вибровихревой способы. Электростатический способ. Литьё под давлением. Технологическое оборудование, оснастка и режимы обработки. Технологическая документация.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

Самостоятельные занятия студентов проводятся в соответствии с программой по дисциплине «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении» и заданиями преподавателя с помощью базовых учебников и специальной учебно-методической литературы.

Основным учебно-методическим обеспечением для самостоятельной работы по дисциплине является:

- Курс лекций по дисциплине «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении»;
- Практикум по дисциплине «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник. Высшее образование: Бакалавриат. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>.

- Режим доступа – по подписке.

2. Богуцкий В.Б. Эксплуатация, обслуживание и диагностика технологических машин: учебное пособие / В.Б. Богуцкий, Л.Б. Шрон, Э.Э. Ягьяев. – М: ИНФРА-М, 2020. – 356 с. – ISBN 978-5-16-015996-6. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1074211>.

- Режим доступа: по подписке.

3. Завистовский С.Э. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебное пособие / С.Э. Завистовский. – Минск: РИПО, 2019. – 351 с. – ISBN 978-985-503-849-9. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1055959>.

- Режим доступа: по подписке.

4. Стребков С.В. Технология ремонта машин: учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М: ИНФРА-М, 2022. – 246 с. – ISBN 978-5-16-016901-9. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1322318>.

- Режим доступа: по подписке.

5. Технология ремонта машин: учебник / В.М. Корнеев, В.С. Новиков, И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. В.М. Корнеева. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 314 с. Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-013020-0. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1162647>.

- Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Зорин В.А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография / В.А. Зорин, Н.И. Баурова. – М: ИНФРА-М, 2019. – 110 с. – ISBN 978-5-16-010801-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010036>.

- Режим доступа: по подписке.

2. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В.Б. Мещерякова В.С. Стародубов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 336 с. Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-005081-2. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069>.

- Режим доступа: по подписке.

3. Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки: учебник / М.Ю. Сибикин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 448 с. – ISBN 978-5-00091-700-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021814>.

- Режим доступа: по подписке.

4. Чеботарев М.И. Технология ремонта машин: учебное пособие / М.И. Чеботарев, И.В. Масиенко, Е.А. Шапиро; под ред. М.И. Чеботарёва. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-9729-0422-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168634>.

- Режим доступа: по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- | | |
|---|---|
| 1. Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| 2. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | http://www.viniti.ru |
| 3. Государственная публичная научно-техническая библиотека | http://www.gpntb.ru |
| 4. Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://www.elibrary.ru |
| 5. Университетская библиотека | http://www.biblioclub.ru |
| 6. Электронно-библиотечная система Znanium | http://znanium.ru |
| 7. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» | http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta |

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект презентаций/слайдов – демонстрационных материалов по разделам курса в Power Point.

Практические занятия:

- Аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, компьютер, экран), демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в сеть Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе университета, а также с использованием возможностей информационно-обучающей среды.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1.	ПК-8	Способен разрабатывать технологический процесс изготовления опытных образцов машиностроительных изделий.	Темы 1-6	Разрабатывает маршрутные технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий; Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления опытных образцов машиностроительных изделий.	Умеет выявлять нетехнологические элементы конструкции опытных образцов машиностроительных изделий; Умеет разрабатывать предложения по изменению конструкции опытных образцов машиностроительных изделий с целью повышения их технологичности.	Знает нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности; Знает основные критерии и показатели качественной и количественной оценки технологичности конструкции опытных образцов машиностроительных изделий.
2.	ПК-10	Способен проектировать простую технологическую оснастку для изготовления машиностроительных изделий.	Темы 1-6	Проектирует простые станочные приспособления для изготовления машиностроительных деталей; Оформляет конструкторскую документацию на разработанную оснастку для изготовления машиностроительных изделий.	Умеет разрабатывать конструктивные схемы приспособлений для изготовления и сборки машиностроительных изделий; Умеет составлять расчетные силовые схемы установки заготовок приспособлений для изготовления деталей; Умеет использовать САД-системы для разработки и оформления КД на технологическую оснастку.	Знает нормативно-техническую и справочную литературу по проектированию технологической оснастки; Знает методику проектирования технологической оснастки для изготовления машиностроительных изделий.
3.	ПК-11	Способен составлять техническое задание с использованием САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы в организации.	Темы 1-6	Осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым	Умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации;	Знает методологии функционального моделирования производственных систем; Знает функциональные возможности и особенности

			специалистами более низкой квалификации; Осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.	Умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.	работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.
--	--	--	--	--	--

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
ПК-8, ПК-10, ПК-11	Тест	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов;</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов; • компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – от 51% правильных ответов; <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – менее 50% правильных ответов</i></p>	<p><i>Проводится письменно. Время, отведенное на процедуру – 30 минут. Неявка – 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно – от 51 % правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>
ПК-8, ПК-10, ПК-11	Задачи	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; • компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов</i></p>	<p><i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл). 2. Умение применить выбранный метод (1 балл). 3. Логический ход решения правильный, но в расчетах имеются арифметические ошибки (1 балл). 4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла). 5. Задача не решена вообще (0 баллов). <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Содержание контрольных заданий (типовых задач).

Домашнее контрольное задание выполняется по Методическим указаниям для обучающихся по решению задач по дисциплине «Эксплуатация, обслуживание и ремонт в машиностроении».

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

Раздел «Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей технологического оборудования»

Задание:

1. Привести характеристику и дать описание основных неисправностей летательных аппаратов.

2. Привести описание методов дефектации деталей и узлов систем летательных аппаратов, их аппаратурное оформление.

Вариант	Вид неисправности (разрушения)
1, 6, 11	Трещины, деформации и разрушения, вызванные действием многократно повторяющихся в эксплуатации нагрузок и случаями чрезмерного нагружения оборудования в эксплуатации.
2, 7, 12	Коррозия и разрушения лакокрасочных и других видов защитных покрытий.
3, 8, 13	Износ и люфты подвижных соединений, ослабление болтовых соединений, заклепочных швов, потертости элементов конструкции и другие виды механического износа.
4, 9, 14	Старение деталей, изготовленных из органических материалов (пластмассы, композиционные материалы и др.).
5, 10, 15	Механические повреждения, вызванные небрежностью при техническом обслуживании, ремонте и другими случаями.

Раздел «Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой»

Задание: Спроектировать технологическую операцию восстановления изношенной (до Δ) шейки вала диаметром d на длине L методом накатки.

Вариант	Δ , мм	d , мм	L , мм
1, 6, 11	0,2	40h8	30
2, 7, 12	0,1	35h7	25
3, 8, 13	0,3	55h9	35
4, 9, 14	0,3	30h8	40
5, 10, 15	0,2	45h7	20

Краткие методические указания:

В ремонтной практике благодаря низкой стоимости и простоте выполнения операций наибольшее распространение получили такие способы восстановления деталей пластической деформацией в холодном состоянии, как накатка, обкатка и правка.

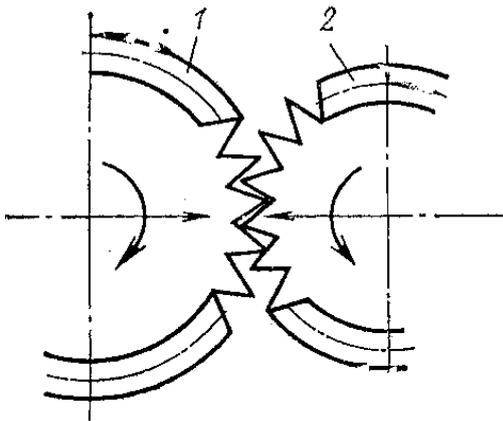


Рисунок 1 – Схема накатки детали:

1 – накатываемая деталь;

2 – накатывающий ролик

В основе принципа **накатки** лежит вытеснение рабочим, инструментом (роликом с насечкой) материала с отдельных участков изношенной поверхности детали, что позволяет увеличить диаметр деталей на 0,3-0,4 мм. Накатку, широко применяющуюся при ремонте шеек валов, имеющих неподвижные посадки, обычно производят на токарном станке. В патроне станка крепят деталь, а в резцедержателе – державку со свободно вращающимся на оси роликом для накатывания. При медленном вращении детали и поперечной подаче суппорта насечки ролика вдавливаются в поверхностные слои детали (рис. 1). В результате накатывания диаметр шейки увеличивается за счет образования гребешков.

Высоту подъема гребешка зубом накатки принимают в зависимости от шага и угла заострения зуба накатки

$$L = D_{и} + D_{о} + D_{б} + Z_{ш} \leq K \times \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где $D_{и}$ – износ детали на сторону, мм;

$D_{о}$ – овальность детали, мм;

$D_{б}$ – биение изношенной детали, мм;

$Z_{ш}$ – припуск на шлифование, мм;

t – шаг накатки, мм;

α – угол заострения зуба накатки, град;

K – поправочный коэффициент, который в среднем принимают равным 0,1.

Шаг накатки должен быть кратным обкатываемому диаметру

$$n \times t = \pi \times D_{н},$$

где n – количество зубцов накатки, шт.;

$D_{н}$ – диаметр накатки, который равен диаметру изношенной детали $D_{и}$ минус двойная глубина внедрения зуба накатки, мм.

Потеря опорной поверхности не должна превышать половины всей восстанавливаемой поверхности детали

$$\mu \leq 0,5 \leq 2 \left(\sqrt{L \times t \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - L \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)$$

где μ – коэффициент потери опорной поверхности.

При восстановлении изношенной поверхности шейки вала, изготовленной из качественной стали 30 и предназначенной для посадки подшипника качения, накатку проводят на токарно-винторезном станке (рис. 2). Материал ролика – углеродистая инструментальная сталь У12А с углом заострения зуба 65° . Усилие накатки контролируют с помощью динамометра, а диаметр накатываемой шейки вала – микрометром.

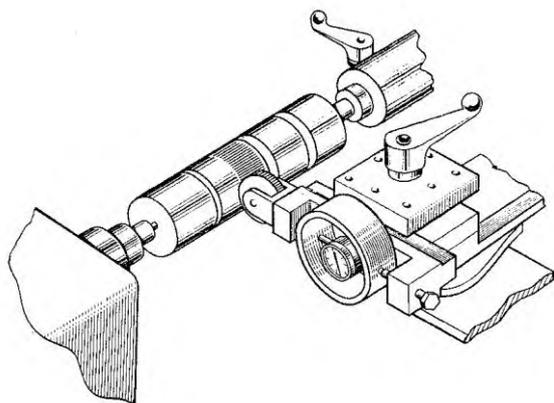


Рисунок 2 – Накатка шейки вала на токарно-винторезном станке

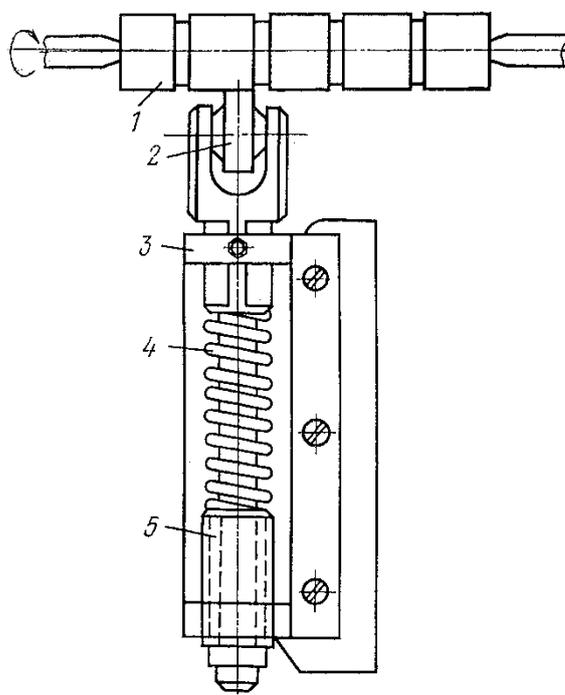


Рисунок 3 – Схема приспособления для накатки (накатки):

1 – деталь, 2 – ролик (рифленый или гладкий),
3 – корпус, 4 – пружина,
5 – регулировочный болт

Технологическую операцию разрабатывают и выполняют в определенной последовательности:

1. производят необходимые расчеты по величине создания рифлений на шейке вала;

2. закрепляют деталь в центрах токарного станка, а в резцедержателе – оправку с накатником (рис. 3);

3. измеряют микрометром диаметры вала в двух взаимно перпендикулярных сечениях;

4. устанавливают на станке следующий режим накатки: скорость 0,25 м/с, продольная подача – 0,6 мм/об, поперечная подача – 0,1 мм;

5. устанавливают давление накатки согласно расчетному, для чего между нагрузочным винтом и толкателем закрепляют кольцевой динамометр со шкалой деления, подводят накатник до касания роликом поверхности детали и, вращая нагрузочный винт, по показанию индикатора динамометра доводят давление до 5,0 МПа;

6. накатывают деталь за один проход;

7. повторяют приемы, указанные в пунктах 5 и 6, последовательно изменяя давление накатки;
8. измеряют диаметры детали после накатки;
9. производят дальнейшую накатку, изменяя количество проходов (при необходимости);
10. измеряют диаметры детали после каждой дополнительной накатки.

Раздел «Ремонт деталей сваркой и наплавкой»

Задание: Спроектировать технологическую операцию восстановления изношенной (до Δ) шейки вала диаметром d на длине L методом вибродуговой наплавки.

Вариант	Δ , мм	d , мм	L , мм
1, 6, 11	0,5	40h8	100
2, 7, 12	0,4	35h7	125
3, 8, 13	0,7	55h9	135
4, 9, 14	0,6	30h8	140
5, 10, 15	0,3	45h7	200

Краткие методические указания:

Для деталей типа «вал» наиболее целесообразным способом восстановления поверхностей является вибродуговая наплавка.

По мере расплавления проволоки подающий механизм сварочной головки подает ее в зону наплавки. При перемещении дуги в сторону от сварной «ванны» отвод тепла в массу холодного металла начинает преобладать над притоком тепла от дуги, вследствие чего жидкий металл кристаллизуется, «ванна» затвердевает и образуется наплавленный валик (наплавленный шов).

Благодаря медленному вращению наплавляемой детали и перемещению сварочной головки вдоль ее оси, наплавленный слой получается в виде соприкасающихся друг с другом валиков, расположенных на поверхности детали по спирали.

Наплавленный слой металла имеет ровную и гладкую поверхность с характерным чешуйчатым строением. Шлак, покрывающий поверхность сварочной «ванны», остается некоторое время жидким после затвердевания металла. Затем он затвердевает, образуя шлаковую корку, которая удаляется от поверхности наплавленного металла.

Для предотвращения стекания металла электродную проволоку смещают с зенита детали в сторону (в пределах 2-30 мм), противоположную направлению ее вращения, чтобы шлак не затекал в сварочную ванну и флюс не ссыпался.

На формирование наплавленного валика оказывает влияние напряжение дуги, величина тока и диаметр электрода. При увеличении напряжения глубина проплавления несколько уменьшается, так как с увеличением напряжения растет длина дуги, а ее столб становится более подвижным. Ширина сварочной ванны и, соответственно, наплавленного валика при этом несколько возрастает, а глубина уменьшается. Чрезмерное увеличение напряжения отрицательно влияет на процесс – ухудшается устойчивость дуги, растет расход флюса, вытекающего из зоны наплавки и уносящего жидкий металл.

Увеличение тока при неизменном напряжении вызывает рост объема жидкой ванны вследствие увеличения количества расплавленной электродной проволоки и количества тепла, выделяемого на основном металле. Увеличивается также давление дуги, которое в свою очередь увеличивает глубину проплавления.

Для наплавки валов технологического оборудования применяют стандартную сварочную проволоку диаметром 1-3 мм,

При выборе режима наплавки следует исходить из начальной (заводской) твердости изношенной поверхности, величины износа, материала, размеров детали и формы восстанавливаемой поверхности. В зависимости от этого выбирают материал и диаметр электродной проволоки, величину тока, скорость подачи проволоки, скорость наплавки, величину продольной подачи наплавочной головки, величину вылета и, смещение электрода с зенита и угол наклона мундштука. Материал проволоки выбирают в зависимости от требуемой твердости наплавленного слоя.

Расчитанные и принятые параметры корректируют в соответствии с техническими возможностями наплавочной установки.

Подготавливая наплавочную установку к пуску, ставят кассету, заправляют электродной проволокой и устанавливают необходимую скорость подачи сварочной проволоки. Наклоняют мундштук на требуемый угол, подводят сварочную головку к наплаваемой детали, а затем устанавливают смещение и вылет электрода, после чего закорачивают электродную проволоку на деталь. Устанавливают заданную скорость вращения детали и величину продольной подачи. Восстанавливаемую деталь предварительно обтачивают до устранения следов износа.

Процесс наплавки ведут в определенной последовательности. Запускают сварочный преобразователь, устанавливают рассчитанную величину сварочного тока, нажимают кнопку «пуск» и через 1-1,5 с отпускают. Во время наплавки следят за качеством и показаниями контрольных приборов.

Наплавленную поверхность детали протачивают на токарном станке до получения одинаковой толщины наплавленного слоя на всех ее участках.

Вибродуговую наплавку можно выполнять на постоянном и переменном токе. Но применение переменного тока не получило широкого распространения в основном из-за нарушения процесса наплавки за счет образования коротких замыканий электрода на деталь при падении напряжения в сети. Для получения качественного слоя нужно стабильное сетевое напряжение.

Вибродуговую наплавку применяют для восстановления деталей с изношенными поверхностями (цилиндрическими и коническими) диаметром от 15 мм и выше. Толщину слоя наплавки регулируют в пределах 0,5-3,0 мм. Наплавлять металл можно на воздухе, в среде, защитного газа или с подачей жидкости к месту дуговых разрядов. В качестве охлаждающей жидкости применяют 3-6%-ный водный раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3) или 10-20%-ный водный раствор технического глицерина.

Вибродуговую наплавку выполняют специальной головкой ОКС-6569, которую устанавливают на суппорте токарного станка и изолируют от массы станка прокладками и шайбами.

Наплавочная головка ОКС-6569 состоит из четырех основных узлов: корпуса, вибратора, регулятора амплитуды вибрации с двумя витыми пружинами и механизма подачи электродной проволоки.

Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки показана на рис. 4.

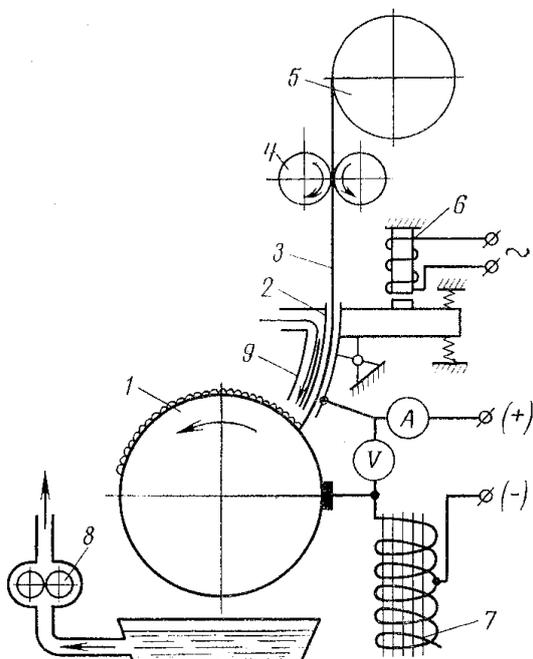


Рисунок 4 – Схема установки для вибродуговой наплавки:

1 – наплавляемая деталь; 2 – мундштук вибрирующий; 3 – проволока электродная; 4 – ролики подающего механизма; 5 – кассета; 6 – электромагнитный вибратор; 7 – катушка самоиндукции; 8 – насос; 9 – канал для подачи охлаждающей жидкости

Между электродной проволокой 3 и деталью 1, включенных в цепь источника тока, периодически возбуждается дуга. Возбуждение достигается за счет вибрации электродной проволоки. Вибрация создается с помощью электромагнитного вибратора 6. Электродная проволока подается из кассеты в зону горения дуги с помощью роликов 4. В зону наплавки по каналу 9 насосом 8 подается охлаждающая жидкость.

В процессе наплавки вибрирующий электрод периодически замыкает сварочную цепь, изменяя величину напряжения и тока. Перенос металла при наплавке детали происходит в момент соприкосновения электрода с ее поверхностью. В месте соприкосновения под влиянием импульса тока происходит контактная сварка с одновременным отводом тепла от места контакта в массу детали. Металл в месте контакта затвердевает, а участок электрода с наибольшей температурой располагается на некотором расстоянии от места контакта.

Период короткого замыкания составляет примерно $3-10^{-3}$ с. В момент короткого замыкания сварочной цепи напряжение резко падает, а ток быстро нарастает до 1300 А (при среднем его значении в цепи порядка 180-200 А). Во время отхода электрода при размыкании цепи в участке электрода с

наибольшей температурой начинается разрыв, сечение перемычки уменьшается, сопротивление в ней растет, плотность тока в перемычке достигает 3000 А/мм². Затем под действием вибрации проволока разрывается, а на детали остается частица приварившегося к ней расплавленного металла; период размыкания составляет примерно 1×10^{-3} с.

В момент отрыва электрода от детали ток падает, а напряжение между электродами увеличивается вследствие электродвижущей силы самоиндукции, совпадающей по направлению с напряжением от источника тока. Когда электрод оторван от основного металла, между ним и деталью возникает дуга. Металл конца электрода оплавляється и благодаря вибрации конец электрода контактирует с деталью и приваривается к ней. В результате многократного повторения процесса (100 раз в секунду) на детали образуется наплавленный слой.

Марку электродной проволоки выбирают применительно к материалу детали и ее поверхностной твердости, а ее диаметр – в соответствии с толщиной наплавки, которую устанавливают от величины износа детали и припуска на обработку.

Толщина наплавленного слоя зависит, прежде всего, от соотношения скорости подачи проволоки и частоты вращения вала. Продольная подача суппорта с вибродуговой головкой при наплавке тонких слоев (до 1 мм) не должна превышать 1,2-2,0 мм/об, при наплавке толстых слоев (1,7 мм) – 3 мм/об. При большой подаче между наплавленными валиками могут оставаться просветы – незаполненные места. При слишком малой подаче может иметь место несплавление слоя с деталью. Вылет электрода должен находиться в пределах 5-10 мм.

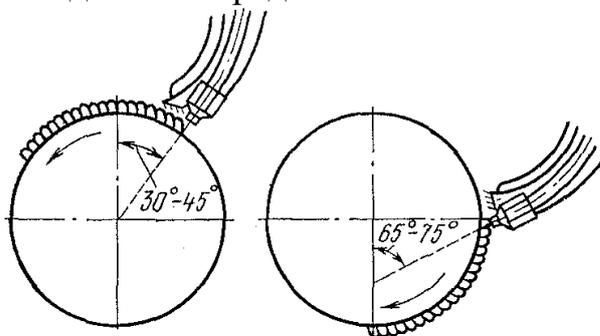


Рисунок 5 – Схемы вариантов положения мундштука относительно детали

Углы подвода электрода к детали подбирают таким образом, чтобы не было подтеков расплавленного металла, и поверхность наплавленного слоя получалась ровной, без бугорков. В зависимости от частоты вращения наплаваемой детали угол между мундштуком и вершиной детали может составлять 30-60° (рис. 5).

Линейную скорость вращения наплаваемой цилиндрической детали обычно определяют по формуле

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

где d – диаметр детали, мм;

n – частота вращения детали в секунду, ее определяют по формуле

$$n = 15 \frac{d_{эл}^2 \times V_{эл}}{h \times b \times d} \mu,$$

где $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$V_{эл}$ – скорость подачи электродной проволоки, мм/с;

h – толщина слоя наплавки, мм;

b – шаг наплавки, мм/об;

μ – коэффициент переноса металла проволоки на вал, принимаемый равным 0,85-0,9.

$$b = (1,0-1,8) d_{эл}$$

Скорость подачи электродной проволоки выбирают в зависимости от конкретных условий или рассчитывают по формуле

$$V_{эл} = \frac{4 \times \alpha_n \times I}{\pi \times d_{эл}^2 \times \rho'}$$

где α_n – коэффициент наплавки, равный 8-10 г/(А × ч);

I – величина тока, А;

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

ρ – плотность материала электродной проволоки, кг/м³.

Скорость наплавки определяют опытным путем или рассчитывают по формуле

$$V = \frac{0,785 \times d_{эл}^2 \times V_{эл} \times \mu}{h \times b}$$

где $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

$V_{эл}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/с;

μ – коэффициент переноса металла проволоки на вал, принимаемый равным 0,85-0,9.

h – толщина слоя наплавки, мм;

b – шаг наплавки, мм/об.

Среднее значение скорости наплавки при толщине наплавленного слоя 1-3 мм находится в пределах 0,01-0,035 м/с.

Стабильность процесса наплавки контролируют по показаниям амперметра, вольтметра и по равномерности шума процесса наплавки. При нормальном ходе наплавки стрелки амперметра и вольтметра стоят на месте или слегка отклоняются. Значительные отклонения и резкие колебания говорят о том, что процесс протекает нестабильно. В этом случае необходимо изменить режим работы и, прежде всего, проверить работу вибратора и количество подаваемой жидкости.

Рекомендуемое напряжение 15-18 В. С увеличением напряжения процесс протекает более стабильно, но снижается твердость наплавленного слоя. Сила тока в сварочной цепи устанавливается автоматически. При постоянном напряжении сила тока зависит от диаметра электродной проволоки, скорости ее подачи, сопротивления токопроводящих проводов и контактов.

При постоянном напряжении 15-18 В для скорости подачи 0,02-0,025 м/с электродной проволоки диаметром 1,6 мм величина тока в процессе наплавки должна составлять 150-220 А; при питании от источников тока с напряжением 20-30 В величина тока может быть значительно меньше (80-150 А).

Режимы вибродуговой наплавки, полученные расчетным путем, корректируют в соответствии с данными, приведенными в таблице.

Процесс наплавки включает следующие операции: подготовку поверхности деталей под наплавку; установку детали на станок; проверку состояния токопроводящей сети; установление на станке нужного числа оборотов шпинделя и подачи суппорта; подвод конца мундштука к наплавляемой поверхности; проверку угла между концом мундштука и вершиной детали; проверку работы вибратора и амплитуды вибрации мундштука; включение источника питания; заправку в механизм подачи и мундштук электродной проволоки; включение вибратора; включение электродвигателя станка; регулировку подачи охлаждающей жидкости в зону наплавки; включение подачи проволоки и суппорта и проведение наплавки.

Таблица. Режимы вибродуговой наплавки

Толщина слоя наплавки, мм	Скорость, м/с		Расход жидкости, м ³ /с	Шаг наплавки, мм/об	Размах вибрации электрода, мм
	наплавки	подачи проволоки			
0,5	0,033	0,0133	$1,66 \times 10^{-6}$	1,5	1,5
0,7	0,025	0,0150	$3,33 \times 10^{-6}$	1,5	1,8
0,9	0,017	0,0166	$5,00 \times 10^{-6}$	1,5	2,0
1,5	0,010	0,0200	$6,66 \times 10^{-6}$	1,8	2,0

Количество жидкости, подаваемой в зону наплавки, должно быть строго определенным. При напряжении на дуге 15-18 В количество жидкости должно составлять $6,6 \times 10^{-6}$ м³/с. Охлаждающую жидкость подают отдельно на деталь и на наконечник мундштука.

Закончив наплавку, выключают подачу проволоки и, перемещая суппорт, отводят конец мундштука от детали на 20-30 мм. Выключают вибратор, прекращают подачу жидкости и останавливают станок. После этого обрабатывают наплавленную поверхность в соответствии с техническими требованиями рабочего (ремонтного) чертежа.

3.2. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

1. Материальная подготовка производства работ по ТОиР предусматривает

- А- составление плана
- В- подготовку рабочих
- С- энергоснабжение
- Д- снабжение инструментами
- Е- подготовку ремонтных работ

2. Трение, возникающее на фрикционных поверхностях при полном отсутствии примесей называется

- А- трение качения
- В- трение скольжения
- С- чистое трение
- Д- трение кориолиса
- Е- кулачковое трение

3. Наиболее эффективной формой организации ремонтов оборудования является

- А- рациональная форма службы
- В- организационная служба
- С- центральная организация
- Д- рациональная централизация ремонтной службы
- Е- служба центральных организации

4. При каком дисбалансе центр тяжести детали или узла находится вне оси вращения

- А- при вращении
- В- при статическом нагружении
- С- при наличии статического момента
- Д- при наличии крутящего момента
- Е- при статическом дисбалансе

5. Совокупность взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и выполнение работ по ТОиР, это

- А- типовая система ТОиР
- В- норматив работоспособности после ТОиР
- С- порядок транспортирования оборудования
- Д- базовые показатели после ТОиР
- Е- базовые показатели

6. Трение наблюдаемое между твердыми поверхностями при недостаточном количестве смазки, толщиной не более 0,5мкм, это

- А- полусухое трение
- В- чисто жидкостное трение
- С- полужидкостное трение
- Д- чистое полное трение
- Е- чистое неполное трение

7. Материальная производственная подготовка работ по техническому обслуживанию оборудования предусматривает

- А- составление плана
- В- подготовку рабочих
- С- энергоснабжение
- Д- снабжение инструментами
- Е- снабжение запасными частями

8. Возникающее на фрикционных поверхностях трение при полном отсутствии примесей называется

- А- трение качения
- В- трение скольжения
- С- чистое трение
- Д- трение кулачковое
- Е- начальное трение

9. Трение, возникающее между тщательно обработанными поверхностями, разделенными слоем смазки толщиной 5 мкм называется

- А- полусухое трение
- В- чисто жидкостное трение
- С- полужидкостное трение
- Д- чистое трение
- Е- жидкостное трение

10. Трение, возникающее при обильной смазке, это

- А- полусухое трение
- В- жидкостное трение
- С- полужидкостное трение
- Д- чистое трение
- Е- трение скольжения

11. При правильных геометрических формах тел возникающее трение, это

- А- граничное трение
- В- чисто жидкостное трение
- С- полужидкостное трение
- Д- чисто полужидкостное трение
- Е- органико-жидкостное

12. При недостаточном количестве смазки толщиной не более 0,5мкм между твердыми поверхностями наблюдается

- А- полусухое трение
- В- чисто жидкостное трение
- С- полужидкостное трение
- Д- чистое подвижное трение
- Е- трение скольжения

13. Для сварки цветных металлов применяют электроды

- А- стальные
- В- медные
- С- угольные
- Д- тонкие
- Е- цветные

14. Для наплавки изношенных деталей применяют электроды

- А- ЭНР
- В- ЭД
- С- ЭМ
- Д- ЭХ
- Е- ЭГ

15. Вид обмазки для повышения устойчивости горения дуги

- А- нестабилизирующая
- В- стабилизирующая
- С- твердая
- Д- жидкая
- Е- масляная

16. Толщина слоя обмазки электрода составляет (мм)

- А- 0,05-0,06
- В- 0,06-0,07
- С- 0,08-0,09
- Д- 0,15-0,25
- Е- 0,02

17. Для получения твердого износостойкого слоя применяют

- А- сплав из кобальта, хрома и железа
- В- сплав из хрома и ванадия
- С- сплав из хрома и никеля
- Д- сплав из хрома и титана
- Е- сплав из хром и чугуна

18. Причина выхода из строя пробивных штампов

- А- затупление режущих кромок
- В- мягкий материал
- С- хрупкий материал
- Д- коррозионно-механическое изнашивание материала
- Е- прилипание кромок

19. Виды обмазок электродов

- А- тонкие и толстые
- В- широкие и узкие
- С- короткие
- Д- длинные
- Е- смешанные

20. Когда останавливают технологическое оборудование для проведения ремонта?

- А- в зависимости от ремонтного пробега
- В- в зависимости от состояния механизма и ремонтного пробега
- С- в зависимости от состояния механизма
- Д- в зависимости от срока службы механизма
- Е- в зависимости от т износа основных деталей механизма

21. При заделке небольших трещин в деталях технологического оборудования применяют

- А- рихтовку
- В- штифтовку
- С- клейку
- Д- сварку
- Е- пайку

22. Чтобы получить неразъемное соединение при ремонте применяется

- А- сшивное соединение
- В- болтовое соединение
- С- сварка
- Д- соединение с натягом
- Е- штифтовое соединение

23. Для чего предназначены пружинные остановы при ремонте

- А- для передачи нагрузки в одном направлении
- В- для передачи вращательного движения
- С- для сцепления передач
- Д- для возврата механизма
- Е- для увеличения скорости

24. Для электродуговой сварки применяется

- А- постоянный ток
- В- переменный ток
- С- постоянный и переменный
- Д- солнечная энергия
- Е- потенциальная энергия

25. Какой электрод применяют при дуговой сварке тонких стальных листов на постоянном токе

- А- графитовый электрод
- В- медный электрод
- С- стальной электрод
- Д- латунный электрод
- Е- оловянный электрод

26. Как изнашиваются рабочие поверхности деталей технологического оборудования

- А- равномерно
- В- неравномерно
- С- быстро
- Д- медленно
- Е- плавно

27. Процесс изменение размеров и формы поверхностей элементов технологического оборудования при нормальных условиях работы, это

- А- износ трением
- В- механический износ
- С- абразивный износ
- Д- молекулярный износ
- Е- коррозионно-механический износ

28. Изнашивание поверхности под воздействием движущихся в потоке газа или жидкости абразивных частиц, это

- A- механический износ
- B- абразивная эрозия
- C- абразивный износ
- D- избирательный перенос
- E- водородный износ

29. Вид разрушения, вызванный пластической деформацией поверхностных слоев при трении скольжения в результате воздействия на сопряженные поверхности твердых частиц

- A- механический износ
- B- молекулярный износ
- C- абразивный износ
- D- пластический износ
- E- выкрашивание

30. Материальная подготовка производства работ по ТОиР предусматривает

- A- составление плана
- B- подготовку рабочих
- C- энергоснабжение
- D- снабжение инструментами
- E- снабжение запасными частями

31. Разрушение местных металлических связей, когда трущиеся поверхности сближены на расстояние не более атомных решеток, это

- A- коррозионный износ
- B- молекулярно-механический износ
- C- коррозионно-механический износ
- D- эрозионный износ
- E- импульсно-механический износ

32. Разрушение поверхности детали при одновременном механическом и коррозионном воздействии на нее

- A- коррозионно-механический износ
- B- молекуло-механический износ
- C- эрозионно-механический износ
- D- фреттинг-коррозия
- E- водородная коррозия

33. В результате относительно небольшого перемещения находящихся в контакте двух деталей возникает

- A- коррозионно-механический износ
- B- молекулярно-механический износ
- C- коррозионно-механический износ
- D- фреттинг-коррозия
- E- электромеханический износ

34. Самопроизвольное разрушение металла, вследствие физико-химического взаимодействия с окружающей средой

- А- среднее разрушение
- В- мелкое разрушение
- С- коррозионное разрушение
- Д- большое разрушение
- Е- выкрашивание

35. Какие виды работ выполняются при проведении текущего ремонта?

- А- выполняются работы, не требующие вскрытия и разборки аппарата
- В- сварочные работы
- С- чистка поверхностей, заварка мелких трещин
- Д- восстановление лакокрасочного слоя
- Е- подтягивание болтов фланцевых изделий, смена прокладок, смена указателей уровня

36. Процесс постепенного накопления повреждений под действием повторно-переменных напряжений, приводящих к уменьшению долговечности

- А- длительное разрушение
- В- допустимое разрушение
- С- усталостное разрушение
- Д- коррозионное разрушение
- Е- эрозийное разрушение

37. Один из основных методов восстановления деталей металлорежущих станков

- А- с заменой деталей на более прогрессивные конструкции
- В- с изменением характеристик материала
- С- с изменением первоначальных размеров
- Д- без изменения размеров
- Е- без изменения характеристик материала

38. Для заделки трещин небольшой длины в деталях оборудования применяют

- А- рихтовку
- В- штифтовку
- С- клейку
- Д- сварку
- Е- пайку

39. Кроме инструментов и приспособлений, что необходимо подготовить для ремонта?

- А- прокладки и молотки
- В- материалы и детали для замены
- С- металлические пробки, прокладки, химические реактивы, растворители, изоляционные материалы
- Д- график ППР
- Е- средства шумоизоляции

40. Температура столба электродуговой сварки превышает

- A- 500 °С
- B- 1000 °С
- C- 1500 °С
- D- 5000 °С
- E- 100 °С

41. Для электродуговой сварки применяют

- A- постоянный ток
- B- переменный ток
- C- постоянный и переменный
- D- пульсирующий ток
- E- знакопеременный ток

42. Как могут быть выявлены скрытые дефекты у технологического оборудования?

- A- визуальным осмотром оборудования
- B- с помощью косвенных признаков (изменение параметров технологии), дефектоскопией
- C- при вскрытии и разборке механизма
- D- с помощью магнитной дефектоскопии
- E- с помощью цветной дефектоскопии

43. Где проводят изготовление новых деталей и механическую обработку повреждённых деталей?

- A- на месте установки оборудования
- B- только в операторной технологического цеха
- C- в мастерской РМЦ
- D- на заводе-изготовителе оборудования
- C- в механосборочном цехе

44. Какие электроды применяют после термообработки для получения слоя высокой твердости

- A- МТЗ-540
- B- ТТ-540
- C- Т-540
- D- 2Т-540
- E- ТТУ-540

45. Расстояние от конца электрода до поверхности свариваемого металла после короткого замыкания для возбуждения дуги

- A- 5-8мм.
- B- 4-5мм.
- C- 2-3мм.
- D- 9-10мм.
- E- 13мм

46. По отношению к наплавляемой поверхности электрод должен находиться под углом

A- 20-30°С

B- 40-45°С

C- 50-55°С

D- 85-90°С

E- 95°С

47. Стыковая сварка без разделки кромок допущается только при толщине до

A- 5-6мм.

B- 7-8мм.

C- 9-10мм.

D- 11-13мм.

E- 14мм

48. Перечень операций планового технического обслуживания, входящих в состав цикла с коэффициентами показывающими число операций каждого вида

A- структура цикла технического обслуживания

B- структура межремонтного периода

C- продолжительность ремонта

D- структура обслуживания

E- ремонтная операционная карта

49. Документ, высылаемый заводом-изготовителем в составе сопроводительной техдокументации с каждой единицей оборудования, это

A- карта планового технического обслуживания

B- карта технического ремонта

C- карта оборудования

D- карта изготовления оборудования

E- карта цикла

50. При ручной электродуговой наплавке изношенных поверхностей наиболее используемыми являются электроды диаметром

A- 3-5мм.

B- 6-8мм

C- 9-10мм.

D- 10-12мм.

E- 15мм

51. Силу сварочного тока необходимо выбирать в зависимости от диаметра

A- держателя электрода

B- сварочного кабеля

C- электрода

D- обмотки трансформатора

E- обмотки статора

52. Какие данные должны быть указаны в аварийном акте

- А- характеристика оборудования
- В- причина аварии
- С- продолжительность простоя
- Д- стоимость ликвидации
- Е- все перечисленные данные

53. Сварочные электроды изготавливают длиной

- А- 225-450мм
- В- 450-480мм
- С- 480-500мм
- Д- 500-520мм
- Е- 600мм

54. Причина выхода из строя обрезных штампов

- А- затупление режущих кромок
- В- мягкий материал
- С- хрупкий материал
- Д- изнашивание материала
- Е- прилипание кромок

55. Трение возникающее при обильной смазке, это

- А- полужидкостное трение
- В- полусухое трение
- С- чистое трение
- Д- жидкостное трение
- Е- сухое трение

56. Аварийный акт заполняется при простое машины более

- А- 30минут
- В- 40минут
- С- 50минут
- Д- 60минут
- Е- 65минут

57. Повторяющаяся совокупность различных видов планового ремонта, это

- А- ремонтная ведомость
- В- ремонтный цикл
- С- ремонтпригодность
- Д- ремонтная карта
- Е- ремонтный перечень

58. Перечень ремонтов, расположенных в последовательности их выполнения

- А- ремонтный цикл
- В- продолжительность цикла
- С- структура ремонтного цикла
- Д- виды ремонта
- Е- структура цикла

59. Цисло часов оперативного времени работы оборудования, на протяжении которого производятся все ремонты

- А- продолжительность смены
- В- продолжительность обхода
- С- продолжительность ремонтного цикла
- Д- оперативное время
- Е- оперативный цикл

60. Повторяющаяся совокупность операций различных видов планового технического обслуживания

- А- цикл технического обслуживания
- В- цикл технического ремонта
- С- цикл простоя
- Д- структура обслуживания
- Е- структура цикла

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Оборудование машиностроительных производств» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
в соответствии с учебным планом	тестирование (1 и 2)	ПК-8 ПК-10 ПК-11	20-30 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 85%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с учебным планом	Экзамен	ПК-8 ПК-10 ПК-11	Экзаменационный билет включает один теоретический вопрос и задачу	Экзамен проводится в устной форме. Время, отведенное на процедуру – 10-20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • ответ на вопросы билета.

						<p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • частичный ответ на вопросы билета <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; • частичное знание и умение использовать и применять полученные знания на практике; • работал на практических занятиях • частичный ответ на вопросы билета <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; • незнание основных понятий; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	---

4.1. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Классификация способов очистки деталей машин;
2. Оборудование для мойки деталей машин;
3. Требования на дефектацию деталей;
4. Современные способы дефектации и оборудование;
5. Современный инструмент для выявления дефектов деталей;
6. Классификация способов восстановления деталей;
7. Сущность способа пластической деформации;
8. Классификация методов восстановления деталей пластической деформацией;
9. Восстановление деталей накаткой;

10. Повышение ресурса детали нанесением микрорегулярного рельефа вибронакаткой;
11. Применение сварки и наплавки для ремонта деталей машин;
12. Современное сварочное и наплавочное оборудование;
13. Особенности сварки и наплавки чугунных деталей;
14. Особенности сварки и наплавки деталей из алюминиевых сплавов;
15. Механизированная сварка и наплавка;
16. Сущность и применение аргодуговой сварки и наплавки;
17. Сущность и применение индукционной сварки;
18. Сущность и применение лазерной сварки и наплавки;
19. Сущность процесса восстановления деталей напылением;
20. Технология напыления поверхностей деталей;
21. Применение процесса плазменного напыления при восстановлении изношенных поверхностей деталей;
22. Применение плазменной наплавки при восстановлении изношенных поверхностей деталей;
23. Сущность процесса электроискровой обработки поверхностей деталей;
24. Технология электроискрового наращивания на установках «Элитрон»
25. Наплавка поверхностей деталей в среде защитных газов;
26. Восстановление поверхностей деталей электролитическим осаждением хрома;
27. Применение железнения при восстановлении деталей;
28. Местное «осталивание»;
29. Технология ремонта рабочих органов металлорежущих станков
30. Особенности механической обработки восстановленных поверхностей деталей.

4.2. Типовые задачи, выносимые на экзамен

Задача № 1. Спроектировать технологический процесс восстановления изношенного шпоночного паза $10 \times 8 \times 50$ мм на валу.

Задача № 2. Спроектировать технологический процесс восстановления изношенной (до 0,2 мм) шейки вала диаметром 40h8 на длине 30 мм методом накатки.

Задача № 3. Спроектировать технологический процесс восстановления изношенного сквозного резьбового отверстия М8 глубиной 20 мм.

Задача № 4. Спроектировать технологический процесс восстановления изношенной (до 0,4 мм) шейки вала диаметром 55h9 на длине 70 мм методом вибродуговой наплавки.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ
И РЕМОНТ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Направление подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины: формирование знаний и практических навыков в области систем технического обслуживания и ремонта технологического оборудования, организация ремонтного хозяйства, разработки системы планово-предупредительных ремонтов оборудования машиностроительного производства, выбора технологических процессов восстановления работоспособности деталей машин и оборудования машиностроительных производств.

Задачи дисциплины:

- обеспечение качественной, опережающей подготовки обучающихся к производственно-технической деятельности и решению конкретных задач, связанных с эксплуатацией и модернизацией технологического оборудования машиностроительных производств;
- получение глубоких знаний, необходимых для решения проектно-конструкторских задач и перспективных проблем, связанных с созданием и развитием прогрессивных машинных технологий;
- формирование навыков научно-технического мышления и творческого применения полученных знаний в будущей производственной деятельности.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Производственная эксплуатация технологического оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования. Решение типовой задачи на разработку плана ППР участка механической обработки заготовок.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Техническая эксплуатация технологического оборудования. Диагностика. Причины потери работоспособности деталями и оборудованием. Решение типовых задач по выбору диагностического оборудования.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей оборудования. Предремонтные работы. Решение типовых задач по определению и идентификации дефектов деталей и узлов технологического оборудования.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой. Технология ремонтно-восстановительных работ технологического оборудования. Ремонт деталей пластической деформацией. Накатка, обкатка, правка. Ремонт деталей электромеханической обработкой (высадка, сглаживание). Режимы обработки. Проектирование технологических операций и технологической оснастки. Технологическая документация. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Ремонт деталей сваркой и наплавкой. Ручная электродуговая сварка. Автоматическая сварка. Сварка в среде защитных газов. Определение оптимальных параметров режима сварки. Наплавка металла под флюсом. Вибродуговая наплавка. Оборудование, технологическая оснастка, расходный инструмент. Определение оптимальных параметров режима вибродуговой наплавки. Проектирование операции. Технологическая документация. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: Ремонт деталей металлизацией напылением, пластическими массами и электролитическими покрытиями. Металлизация напылением. Оборудование для металлизации. Режимы обработки. Восстановление деталей пластическими массами. Способы нанесения пластических масс. Газопламенный способ, струйный беспламенный способ, вихревой, вибрационный и вибровихревой способы. Электростатический способ. Литьё под давлением. Технологическое оборудование, оснастка и режимы обработки. Технологическая документация. Решение типовых задач.

Продолжительность занятия – 4 / 2 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом

4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы: подготовить студентов к самостоятельному инженерному и научному творчеству; расширить представление о правильной эксплуатации, обслуживании и ремонте технологического оборудования машиностроительных производств; систематизировать знания в области возможностей ремонта оборудования и выбора методов восстановления работоспособности оборудования для конкретных условий производственного и технологического процесса.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	2	3
1	Тема 1. Производственная эксплуатация технологического оборудования. Система планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Монтаж оборудования. 2. Хранение оборудования. Выбытие оборудования.
2	Тема 2. Техническая эксплуатация технологического оборудования. Диагностика. Причины потери работоспособности деталями и оборудованием.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Прогнозирование остаточного ресурса технологического оборудования. 2. Виды повреждения деталей машин – коррозия.
3	Тема 3. Организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей оборудования.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Ремонтные нормативы. 2. Подготовка производства ремонтных работ.
4	Тема 4. Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Ремонт деталей обкаткой. 2. Ремонт деталей э
5	Тема 5. Ремонт деталей сваркой и наплавкой.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Наплавка металла под флюсом. 2. Технологическая документация.

6	Тема 6. Ремонт деталей металлизацией, напылением, пластическими массами и электролитическими покрытиями.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Электростатический способ нанесения пластических масс. 2. Литьё под давлением.
---	--	--

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной, заочной формы обучения

5.1. Требования к структуре, объему и оформлению контрольной работы

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы. Объём контрольной работы – 12-15 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman).

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает ответ на вопрос по варианту, который содержит решение задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Необходима иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами, результатами трехмерного моделирования и т.п.), аналитическими зависимостями (формулами).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

8. Автор работы выступает с презентацией и устным докладом, которые отражают содержание контрольной работы.

5.3. Примерное содержание контрольной работы.

Контрольная работа должна содержать рассмотрение одного теоретического вопроса по теме «Определение неисправностей и скрытых дефектов деталей технологического оборудования» и решение двух задач по темам «Ремонт деталей методами пластической деформации и электромеханической обработкой» и «Ремонт деталей сваркой и наплавкой».

Теоретический вопрос. Задание:

1. Привести характеристику и дать описание основных неисправностей летательных аппаратов.

2. Привести описание методов дефектации деталей и узлов систем летательных аппаратов, их аппаратурное оформление.

Вариант	Вид неисправности (разрушения)
1, 6, 11	Трещины, деформации и разрушения, вызванные действием многократно повторяющихся в эксплуатации нагрузок и случаями чрезмерного нагружения оборудования в эксплуатации.
2, 7, 12	Коррозия и разрушения лакокрасочных и других видов защитных покрытий.
3, 8, 13	Износ и люфты подвижных соединений, ослабление болтовых соединений, заклепочных швов, потертости элементов конструкции и другие виды механического износа.
4, 9, 14	Старение деталей, изготовленных из органических материалов (пластмассы, композиционные материалы и др.).
5, 10, 15	Механические повреждения, вызванные небрежностью при техническом обслуживании, ремонте и другими случаями.

Задача 1. Спроектировать технологическую операцию восстановления изношенной (до Δ) шейки вала диаметром d на длине L методом вибродуговой наплавки.

Вариант	Δ , мм	d , мм	L , мм
1, 6, 11	0,2	40h8	30
2, 7, 12	0,1	35h7	25
3, 8, 13	0,3	55h9	35
4, 9, 14	0,3	30h8	40
5, 10, 15	0,2	45h7	20

Задача 2. Спроектировать технологическую операцию восстановления изношенной (до Δ) шейки вала диаметром d на длине L методом вибродуговой наплавки.

Вариант	Δ , мм	d , мм	L , мм
1, 6, 11	0,5	40h8	100
2, 7, 12	0,4	35h7	125
3, 8, 13	0,7	55h9	135
4, 9, 14	0,6	30h8	140
5, 10, 15	0,3	45h7	200

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник. Высшее образование: Бакалавриат. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>.

- Режим доступа – по подписке.

2. Богуцкий В.Б. Эксплуатация, обслуживание и диагностика технологических машин: учебное пособие / В.Б. Богуцкий, Л.Б. Шрон, Э.Э. Ягьяев. – М: ИНФРА-М, 2020. – 356 с. – ISBN 978-5-16-015996-6. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1074211>.

- Режим доступа: по подписке.

3. Завистовский С.Э. Технологическое оборудование машиностроительного производства: учебное пособие / С.Э. Завистовский. – Минск: РИПО, 2019. – 351 с. – ISBN 978-985-503-849-9. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1055959>.

- Режим доступа: по подписке.

4. Стребков С.В. Технология ремонта машин: учебное пособие / С.В. Стребков, А.В. Сахнов. – М: ИНФРА-М, 2022. – 246 с. – ISBN 978-5-16-016901-9. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1322318>.

- Режим доступа: по подписке.

5. Технология ремонта машин: учебник / В.М. Корнеев, В.С. Новиков, И.Н. Кравченко [и др.]; под ред. В.М. Корнеева. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 314 с. Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-013020-0. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1162647>.

- Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Зорин В.А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин: монография / В.А. Зорин, Н.И. Баурова. – М: ИНФРА-М, 2019. – 110 с. – ISBN 978-5-16-010801-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010036>.

- Режим доступа: по подписке.

2. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В.Б. Мещерякова В.С. Стародубов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 336 с. Высшее образование: Бакалавриат. – ISBN 978-5-16-005081-2. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069>.

- Режим доступа: по подписке.

3. Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование. Металлорежущие станки: учебник / М.Ю. Сибикин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 448 с. – ISBN 978-5-00091-700-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021814>.

- Режим доступа: по подписке.

4. Чеботарев М.И. Технология ремонта машин: учебное пособие / М.И. Чеботарев, И.В. Масиенко, Е.А. Шапиро; под ред. М.И. Чеботарёва. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 352 с. – ISBN 978-5-9729-0422-8. – Текст: электронный.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168634>.

- Режим доступа: по подписке.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- | | |
|---|---|
| 1. Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| 2. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | http://www.viniti.ru |
| 3. Государственная публичная научно-техническая библиотека | http://www.gpntb.ru |
| 4. Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://www.elibrary.ru |
| 5. Университетская библиотека | http://www.biblioclub.ru |
| 6. Электронно-библиотечная система Znanium | http://znanium.ru |
| 7. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» | http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta |

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.