

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 23.10.2023 17:25:54

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Методы упрочнения и восстановления деталей машин

Закреплена за подразделением Кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения

Направление подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль Производство и реновация технологических машин и оборудования

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

Формы контроля в семестрах:  
зачет 2

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	22	22	22	22
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Мнацаканян В.У.*

Рабочая программа

**Методы упрочнения и восстановления деталей машин**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль "Производство и реновация технологических машин и оборудования", 15.04.02-МТМО-22-6.plx Производство и реновация технологических машин и оборудования, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Профиль "Производство и реновация технологических машин и оборудования", Производство и реновация технологических машин и оборудования, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра горного оборудования, транспорта и машиностроения**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Зотов В.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины являются:
1.2	- изучение студентами современных эффективных методов упрочнения и восстановления деталей машин;
1.3	- формирование у обучающихся умений использовать полученные знания для повышения ресурса и эффективности эксплуатации промышленного оборудования на этапах его проектирования, изготовления и ремонта путем технологического обеспечения комплекса требуемых физико-механических и эксплуатационных свойств поверхностных слоев деталей в соответствии с характером воздействующих на них нагрузок и сред;
1.4	- сформировать исследовательские навыки в вопросах выбора материалов покрытий, эффективных методов и рациональных параметров упрочнения и восстановления деталей, анализа и изучения микроструктуры поверхностных слоев.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Безопасность производственных процессов в машиностроении	
2.1.2	Конструкторско-технологическая подготовка производства	
2.1.3	Методология научных исследований	
2.1.4	Надежность и эффективность эксплуатации технологических машин и оборудования	
2.1.5	Технический сервис промышленного оборудования	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Диагностика технических систем	
2.2.2	Методы и средства автоматизированного контроля и измерения	
2.2.3	Проектирование и организация машиностроительного производства	
2.2.4	Реверс-инжиниринг технологических машин и оборудования	
2.2.5	Современные технологические процессы в горном машиностроении	
2.2.6	Технологическое обеспечение качества	
2.2.7	Управление качеством в машиностроении	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Проектирование и моделирование технологической оснастки	
2.2.11	Экономическое обоснование проектных решений	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-33 эффективные методы восстановления работоспособности деталей машин и применяемое оборудование
<b>ПК-1: Способен осуществлять технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 основные этапы технологической подготовки производства деталей машин при использовании методов поверхностного упрочнения.
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 методы упрочняющей обработки поверхностных слоев деталей и применяемое оборудование
ОПК-1-32 методы формирования защитных покрытий на деталях машин
<b>Уметь:</b>

ОПК-1-У4 осуществлять должную предварительную подготовку поверхности перед нанесением покрытий.
<b>ПК-1: Способен осуществлять технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 осуществлять выбор средств технологического обеспечения процессов упрочнения деталей и разрабатывать соответствующую технологическую документацию
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 определять и назначать режимы поверхностной обработки деталей машин
ОПК-1-У2 осуществлять выбор рациональных материалов с целью формирования защитных покрытий различного функционального назначения.
ОПК-1-У3 осуществлять выбор рационального метода восстановления деталей машин исходя из характера нагружения и вида повреждения деталей.
<b>ПК-1: Способен осуществлять технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 методикой проектирования маршрута упрочнения детали с учетом специфики применяемого метода
<b>ОПК-1: Способен применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях, лежащие в основе соответствующего профиля подготовки, формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 методикой расчета и назначения основных параметров поверхностной обработки деталей, упрочнения рабочих поверхностей и восстановления их служебных характеристик
ОПК-1-В2 методикой исследования микроструктуры поверхностного слоя деталей и сформированных покрытий

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Упрочнение деталей поверхностной обработкой</b>							
1.1	Влияние состояния поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей и надежность машин. Упрочнение деталей обработкой ППД, поверхностной закалкой, методами ХТО (цементация, азотирование, нитроцементация, карбонитрация, борирование), магнитно-импульсной обработкой. Сущность процессов, используемое оборудование. область применения. Технологическая подготовка поверхностного упрочнения деталей /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.1 Л2.1Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл . авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил.	КМ1	Р1,Р8

1.2	1.Определение оптимальной частоты и глубины нагрева ТВЧ стальной цилиндрической детали при поверхностной закалке с самоотпуском. Изучение структуры упрочненного поверхностного слоя. /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-1-В1	Л1.1Л2.2Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека. Индукционная закалка сталей: учебное пособие / Ю.Д. Корягин, В.И. Филатов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 52 с.	КМ1	Р2
1.3	Анализ научно-технической литературы по методам химико-термической обработки поверхностных слоев деталей, методам поверхностного пластического деформирования. /Ср/	2	10	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.1 Л2.1 Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл. авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил.	КМ1	Р8
	<b>Раздел 2. Упрочнения деталей машин осаднением защитных покрытий</b>							
2.1	Классификация методов формирования упрочняющих покрытий. Упрочнение осаднением гальванических покрытий; микродуговым оксидированием; электроискровым легированием. PVD- и CVD - процессы формирования износостойких тонкопленочных покрытий. Повышение износостойкости поверхности газотермическим напылением покрытий. Формирование коррозионностойких покрытий газодинамическим напылением. Физическая сущность и основные параметры процессов упрочнения, применяемое оборудование, материалы. /Лек/	2	4	ОПК-1-32 ПК-1-31	Л1.2Л1.1Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл. авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2. Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМ2	Р2,Р3,Р4,Р5,Р9

2.2	Выбор материалов защитных покрытий деталей, эксплуатируемых в морской воде, и параметров газодинамического напыления. Изучение структуры покрытий. /Пр/	2	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У4 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-1-У1	Л1.2 Л1.1Л3.1Л3. 4 Э1	Мнацакянн В.У., Молоденская К.В. Методы нанесения защитных покрытий. Учебное пособие. РИО МГУДТ, М, 2013 г.	КМ2	Р2
2.3	Определение параметров электроискрового легирования (упрочнения) поверхностного слоя деталей, эксплуатируемых в условиях трения при повышенных температурах. Изучение структуры покрытия. /Пр/	2	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека 1. Гитлевич А.Е. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев: ШТИИИЦА, 1985 г., 197с.	КМ2	Р3
2.4	Расчет и назначение параметров электролитического осаждения износостойких покрытий на штоки гидроцилиндров горных машин. Изучение структуры гальванических покрытий. /Пр/	2	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-У4 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.4Л3. 1 Э1	Кафедральная библиотека. 1. Справочник. Восстановление деталей машин. под ред. Иванова В.А.М.: Машиностроение, 2003 г. 2. Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМ2	Р4

2.5	Выбор и обоснование рациональных материалов и параметров плазменного и высокоскоростного напыления износостойких покрытий для упрочнения деталей машин, эксплуатируемых в условиях абразивного изнашивания. Изучение структуры напыленных покрытий. /Пр/	2	4	ОПК-1-У2 ОПК-1-У4 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2Л2.3Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека 1.Справочник. Восстановление деталей машин. под ред. Иванова В.А.М.: Машиностроение, 2003 г. 2.Мнацаканын В.У., Молоденская К.В. Методы нанесения защитных покрытий. Учебное пособие.РИО МГУДТ,М, 2013 г.	КМ2	Р5
2.6	Анализ научно-технической и периодической литературы по темам раздела. Подготовка докладов и сообщений, выполнение индивидуального задания. Работа с учебной литературой. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	2	32	ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л3.4 Л1.1Л3.1Л2.1 Л2.1 Л2.1 Э1	Кафедральная библиотека 1. Инженерия поверхности деталей/Колл. авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2.Справочник. Восстановление деталей машин. под ред. Иванова В.А.М.: Машиностроение, 2003 г. 4.Мнацаканын В.У., Молоденская К.В. Методы нанесения защитных покрытий. Учебное пособие.РИО МГУДТ,М, 2013 г.	КМ2	Р9
	<b>Раздел 3. Технологические методы восстановления деталей машин</b>							

3.1	Классификация методов восстановления деталей машин. Восстановление деталей электромеханической обработкой, пластическим деформированием, методами наплавки, газотермическим и газодинамическим напылением. Физическая сущность процессов, основные параметры, оборудование и материалы. Восстановление деталей с применением полимерных материалов /Лек/	2	4	ОПК-1-33 ПК-1-31	Л1.1Л2.4Л3. 1 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл . авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2.Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМЗ	Р6,Р7,Р10
3.2	Расчет параметров электромеханической обработки, используемой для восстановления шлицов валов и зубьев крупномодульных шестерен за счет перераспределения материала из нерабочих зон в изношенные. /Пр/	2	4	ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ОПК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.4Л3. 1 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл . авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2.Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМЗ	Р6



3.3	Расчет параметров плазменной и лазерной наплавки при восстановлении сложнопрофильных деталей машин на примере восстановления шнеков экструдеров. /Пр/	2	4	ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-У4 ПК -1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл . авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2.Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМ3	Р7
3.4	Изучение современных способов наплавки, аддитивных процессов, используемых материалов и комбинированных методов восстановления и упрочнения поверхностных слоев деталей. /Ср/	2	32	ОПК-1-33 ОПК-1-У2 ПК -1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л3.1 Л2.3 Л2.4 Э1	Кафедральная библиотека: 1. Инженерия поверхности деталей/Колл . авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. - 320 с.: ил. 2.Канарчук В.Е. и др. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 303 с.	КМ3	Р10

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзаменационные вопросы, модуль 1	ОПК-1-31;ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Показатели качества поверхностного слоя деталей машин.</li><li>2. Связь параметров поверхностного слоя и эксплуатационных свойств деталей.</li><li>3. Основные направления повышения износостойкости поверхностей пар трения.</li><li>4. Упрочнение деталей обработкой ППД (динамическая обработка): сущность, основные параметры, применяемые оборудование и инструменты.</li><li>5. Упрочнение деталей обработкой ППД (статическая обработка): сущность, основные параметры, применяемые оборудование и инструменты.</li><li>6. Упрочнение поверхностной закалкой ТВЧ: сущность, основные параметры, применяемое оборудование.</li><li>7. Методика назначения параметров закалки ТВЧ с самоотпуском.</li><li>8. ХТО: сущность, основные виды. механизм образования диффузионного слоя.</li><li>9. Цементация: сущность; технология; режим; механизм образования, структура и свойства цементованного слоя; область применения.</li><li>10. Нитроцементация: сущность; технология; режим; механизм образования, структура и свойства диффузионного слоя; область применения.</li><li>11. Азотирование: сущность; технология; режим; механизм образования, структура и свойства азотированного слоя; область применения.</li><li>12. Карбонитрация: сущность; технология; режим; механизм образования, структура и свойства диффузионного слоя; область применения.</li><li>13. Магнитно-импульсная обработка: сущность, основные параметры, область применения.</li><li>14. Термомеханическая обработка: сущность, виды, область применения.</li><li>15. Механизмы упрочнения конструкционных материалов.</li></ol>
-----	-----------------------------------	------------------	---

КМ2	Экзаменационные вопросы, модуль 2	ОПК-1-32;ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация методов осаждения защитных покрытий.</li> <li>2. Гальванические покрытия: сущность и схема процесса; технологические среды; параметры процесса, область применения.</li> <li>3. Микродуговое оксидирование: сущность и схема процесса; технологические среды; параметры процесса, область применения.</li> <li>4. Электроискровое легирование: сущность и схема процесса; материалы электродов; параметры процесса, область применения.</li> <li>5. PVD- процесс формирования тонкопленочных износостойких покрытий: особенности, сущность и схема процесса; составы и свойства покрытий; параметры процесса, область применения.</li> <li>6. Эффекты взаимодействия электронных и ионных пучков, газоразрядной плазмы с поверхностью твердого тела</li> <li>7. CVD - процесс формирования износостойких покрытий: особенности, сущность и схема процесса; составы и свойства покрытий; параметры процесса, область применения.</li> <li>8. Сравнительная характеристика газотермических методов нанесения покрытий.</li> <li>9. Газопламенное напыление: сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>10. Плазменное напыление: сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>11. Высокоскоростное газопламенное напыление (HVOF) :сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>12. Высокоскоростное газопламенное напыление (HVOF): сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>13. Детонационное напыление: сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>14. Газодинамическое напыление: сущность, особенность, схема процесса; применяемые материалы; параметры: область применения; свойства покрытий.</li> <li>15. Подготовка поверхности перед напылением газотермических покрытий.</li> <li>16. Подготовка поверхности перед осаждением гальванических покрытий.</li> <li>17. Подготовка поверхности перед осаждением вакуумных ионно-плазменных покрытий.</li> <li>18. Отделочная обработка покрытий: применяемые лезвийные и абразивные инструменты.</li> <li>19. Комбинированные способы упрочнения поверхностей.</li> <li>20. Структура и свойства газотермических покрытий.</li> </ol>
-----	-----------------------------------	------------------	---

КМЗ	Экзаменационные вопросы, модуль 3	ОПК-1-33;ПК-1-31	<p>1. Основные способы восстановления посадок в сопряжениях..</p> <p>2. Восстановление деталей методом механической обработки. Сущность метода, характеристика, область применения. Расчет допустимого числа групп ремонтных размеров.</p> <p>3. Выбор рационального способа восстановления деталей.</p> <p>4. Восстановление деталей ручной электродуговой наплавкой. Теория процесса, основные параметры, оборудование, материалы.</p> <p>5. Особенности восстановления чугунных деталей. Холодная и горячая сварка чугуна.</p> <p>6. Восстановление деталей наплавкой под слоем флюса. Сущность, схема, характеристика, параметры процесса и область и применения.</p> <p>7. Восстановление деталей наплавкой в среде защитных газов. Сущность, схема, характеристика, параметры процесса и область и применения.</p> <p>8. Плазменная наплавка: сущность, характеристика, параметры процессов, оборудование.</p> <p>9. Лазерная наплавка: сущность, характеристика, параметры процессов, оборудование.</p> <p>10. Восстановление крупногабаритных деталей электрошлаковой наплавкой. Особенности процесса, основные параметры.</p> <p>11. Восстановление деталей индукционной наплавкой: разновидности наплавки; параметры процесса; область применения.</p> <p>12. Газовая наплавка: сущность, схема, характеристика и параметры процесса, область и применения.</p> <p>13. Восстановление деталей виброконтактной наплавкой. Сущность, схема, характеристика и параметры процесса, область и применения.</p> <p>14. Восстановление деталей электроконтактным привариванием металлического слоя. Сущность, схема, характеристика процесса и область применения.</p> <p>15. Восстановление деталей газотермическим напылением (ГТН). Применяемые материалы.</p> <p>16. Методика расчета толщины компенсируемого слоя.</p> <p>17. Номенклатура деталей, восстанавливаемых электроискровым наращиванием. Предельные значения устраняемых износов.</p> <p>18. Восстановление размеров деталей с применением полимерных материалов. Реализуемые методы, характеристика пластических масс.</p> <p>19. Восстановление размеров изношенных деталей методами пластического деформирования. Раздача, обжатие, осадка, вдавливание, вытяжка, накатка.</p> <p>20. Индукционная наплавка заливкой жидкого металла. Особенности индукционного нагрева.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Практическая работа на тему: "Определение оптимальной частоты и глубины нагрева ТВЧ стальной цилиндрической детали при поверхностной закалке с самоотпуском. Изучение структуры упрочненного поверхностного слоя".	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1	Анализ химического состава материала упрочняемой детали. Изучение основных закономерностей индукционного нагрева, состава применяемого оборудования. Расчет параметров поверхностной закалки. Определение параметров и основных характеристик установок ТВЧ. Выбор модели установки ТВЧ по полученным значениям частоты тока и мощности. Нормирование технологической операции. Анализ структуры упрочненного слоя.
P2	Практическая работа на тему: "Выбор материалов защитных покрытий деталей, эксплуатируемых в морской воде, и параметров газодинамического напыления. Изучение структуры покрытий."	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У4;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-У1	Изучение механизмов протекания газовой и электрохимической коррозии. Выбор типа защиты стальной поверхности в морской воде - анодного/катодного. Изучение схемы подключения оборудования для газодинамического напыления, назначение основных параметров процесса. Напыление покрытия на основе композиции Al-Zn-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . нормирование технологической операции. Составление схемы рабочего участка. Изучение структуры покрытия.
P3	Практическая работа на тему: "Определение параметров электроискрового легирования (упрочнения) поверхностного слоя деталей, эксплуатируемых в условиях трения при повышенных температурах. Изучение структуры покрытия."	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучение видов электроискрового упрочнения, теории процесса. Анализ условий эксплуатации деталей, упрочняемых электроискровым легированием. Выбор и обоснование материалов электродов для упрочнения деталей металлургического оборудования. назначение и расчет основных параметров обработки. Составление схемы ЭИЛ. Нормирование технологической операции. Изучение структуры и свойств покрытия.
P4	Практическая работа на тему: "Расчет и назначение параметров электролитического осаждения износостойких покрытий на штоки гидроцилиндров горных машин. Изучение структуры гальванических покрытий."	ОПК-1-У1;ОПК-1-У4;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучение номенклатуры деталей горных машин, упрочняемых электролитическим осаждением покрытий. Изучение составов электролитов для хромирования штоков гидроцилиндров. Выбор способа хромирования рабочих поверхностей, исходя из габаритов и условий эксплуатации деталей (хромирование в ваннах, вневанное осаждение покрытий, гладкое, пористое хромирование). Технологическая подготовка процесса хромирования. Изучение состава и последовательности операций, выполняемых для качественной подготовки поверхности под хромирование, включая обезжиривание и декапирование. Назначение основных технологических режимов хромирования. Нормирование технологических операций. Изучение структуры хромированного слоя.

P5	Практическая работа на тему: "Выбор и обоснование рациональных материалов и параметров плазменного и высокоскоростного напыления износостойких покрытий для упрочнения деталей машин, эксплуатируемых в условиях абразивного изнашивания. Изучение структуры напыленных покрытий."	ОПК-1-У1;ОПК-1-У4;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучение номенклатуры деталей промышленного оборудования, для которых целесообразно применение плазменного и высокоскоростного методов напыления износостойких покрытий. Выбор состава материалов покрытий для условий абразивного и гидроабразивного изнашивания. Разработка технологии упрочнения рабочих колес центробежных насосов, изготовленных из серого чугуна, при помощи плазменного (высокоскоростного) напыления износостойких покрытий на основе карбидо- и боридосодержащих компонентов. Технологическая подготовка процесса плазменного (высокоскоростного) упрочнения. Разработка технологического маршрута. Назначение технологических параметров процесса напыления. Нормирование технологических операций. Изучение структуры покрытий.
P6	Практическая работа на тему: "Расчет параметров электромеханической обработки, используемой для восстановления шлицов валов и зубьев крупномодульных шестерен за счет перераспределения материала из нерабочих зон в изношенные."	ОПК-1-У3;ОПК-1-У4;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучение номенклатуры деталей, которые целесообразно восстанавливать электромеханической обработкой. Разработка технологического маршрута восстановления шлицов вала (зубьев крупномодульных колес). Выбор и обоснование оборудования, технологической оснастки, рабочих инструментов и средств контроля восстановленных элементов. Назначение и расчет рациональных технологических параметров. Нормирование технологических операций
P7	Практическая работа на тему: "Расчет параметров плазменной и лазерной наплавки при восстановлении сложнопрофильных деталей машин на примере восстановления шнеков экструдеров."	ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-У4;ПК-1-31;ПК-1-У1	Изучение номенклатуры деталей, которые целесообразно восстанавливать плазменной (лазерной) наплавкой. Разработка технологического маршрута восстановления шнеков экструдеров. Выбор и обоснование оборудования, технологической оснастки, наплавляемых материалов и средств автоматизации процесса наплавки и контроля восстановленных элементов. Назначение и расчет рациональных технологических параметров. Нормирование технологических операций
P8	Самостоятельная работа. Анализ научно-технической литературы по методам химико-термической обработки поверхностных слоев деталей, методам поверхностного пластического деформирования.	ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-У1	Самостоятельное изучение видов и современного оборудования для химико-термической и термомеханической обработки стали, методов поверхностного пластического деформирования. Подготовка сообщений и докладов по темам модуля. Подготовка к практическим занятиям. Подбор материала для выполнения индивидуального задания.

Р9	Самостоятельная работа. Анализ научно-технической и периодической литературы по темам раздела. Подготовка докладов и сообщений, выполнение индивидуального задания. Работа с учебной литературой. Подготовка к практическим занятиям.	ОПК-1-32;ОПК-1-У2;ПК-1-31;ПК-1-У1	Самостоятельное изучение и анализ современных методов формирования защитных покрытий, номенклатуры используемых материалов и оборудования. Подготовка сообщений и докладов по темам модуля. Подготовка к практическим занятиям. Подбор материала для выполнения индивидуального задания.
Р10	Самостоятельная работа. Изучение современных способов наплавки, аддитивных процессов, используемых материалов и комбинированных методов восстановления и упрочнения поверхностных слоев деталей.	ОПК-1-33;ОПК-1-У2;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Самостоятельное изучение и анализ современных методов восстановления деталей, номенклатуры используемых материалов и оборудования. Изучение комбинированных методов восстановления и упрочнения поверхностей, в том числе с использованием отделочной обработки ППД. Подготовка сообщений и докладов по темам модуля. Подготовка к практическим занятиям. Подбор материала для выполнения индивидуального задания.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме.

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов - одного практического задания и двух теоретических вопросов.

Студент допускается до экзамена при условии выполнения всех практических работ и индивидуальных заданий.

Комплект билетов и практических заданий по первому вопросу (комплект чертежей и эскизов деталей) хранится на кафедре ГОТиМ.

Практическое задание предполагает разработку маршрута упрочнения (восстановления) детали в соответствии с требованиями рабочего чертежа.

- 1.Разработать маршрут восстановления шлицевого вала с применением электромеханической обработки, привести эскизы операций (чертеж детали прилагается)
- 2.Основные направления повышения износостойкости поверхностей пар трения
- 3.Особенности восстановления чугуновых деталей. Холодная и горячая сварка чугуна.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором. Экзамен проводится только при условии выполнения всех контрольных мероприятий и индивидуальных заданий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости).

По данной дисциплине экзамен проводится в устной форме и студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. Время подготовки к ответу составляет 40 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета.

Для получения положительной оценки студент должен продемонстрировать знание основных понятий, задач, предмета.

При оценке ответа студента на вопрос билета преподаватель руководствуется следующими критериями:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа;
- владение навыками анализа.

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

В случае неявки студента на экзамен в экзаменационной ведомости делается отметка «не явился».

Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Белый А. В., Калиниченко А. С., Девойно О. Г., Кукареко В. А.	Инженерия поверхностей конструкционных материалов с использованием плазменных и пучковых технологий: монография	Электронная библиотека	Минск: Беларуская навука, 2017
Л1.2	Анциферов В. Н., Бобров Г. В., Дружинин Л. К., др., Митин Б. С.	Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Берлин Е. В., Сейдман Л. А., Коваль Н. Н., Иванов Ю. Ф.	Плазменная химико- термическая обработка поверхности стальных деталей: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2012
Л2.2	Никулин С. А., Турилина В. Ю.	Материаловедение и термическая обработка: учебное пособие для студ. вузов спец. - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.3	Кудинов В. В., Бобров Г. В., Митин Б. С.	Нанесение покрытий напылением: Теория, технология и оборудование: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992
Л2.4	Воробьев Л. Н.	Технология машиностроения и ремонт машин: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1981



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.5	Соколов А. Г.	Инженерия поверхности и технологии повышения эксплуатационных свойств изделий из металлических сплавов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Бородавко В. И., Ивашко В. С., Клименко С. А., Хейфец М. Л.	Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей: практическое пособие	Электронная библиотека	Минск: Белорусская наука, 2013
Л3.2	Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н.	Химико-термическая обработка металлов: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1985
Л3.3	Андрюшечкин Владимир Иванович	Химико-термическая обработка металлов и сплавов: Сб.вопросов и задач к контрол.мероприятиям	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л3.4	Ракоч Александр Григорьевич, Бардин Илья Вячеславович, Ковалев Василий Леонидович	Декоративная обработка поверхности металлов. Анодные защитные и декоративные покрытия на поверхности легких конструкционных сплавов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л3.5	Чиченев Н. А., Иванов С. А., Горбатюк С. М., Веремеевич А. Н.	Лазерное упрочнение технологического инструмента обработки металлов давлением: монография	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л3.6	Берлин Е. В., Коваль Н. Н., Сейдман Л. А.	Упрочнение стальных деталей плазмохимической обработкой: справочник	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021
Л3.7	Коростелев В. Ф.	Поверхностное и объемное упрочнение сплавов: монография	Электронная библиотека	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Методы упрочнения и восстановления деталей	<a href="https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aVT1GvD4wcyPdkumLqMtYCIb23tOjLpoT_jc9LHowB81%40thread.tacv2/conversations?groupId=332e06ef-18c8-4303-a88f-4da48b0977cb&amp;tenantId=21f92996-c72d-4b9f-b5a5-283c00b9ecaa">https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aVT1GvD4wcyPdkumLqMtYCIb23tOjLpoT_jc9LHowB81%40thread.tacv2/conversations?groupId=332e06ef-18c8-4303-a88f-4da48b0977cb&amp;tenantId=21f92996-c72d-4b9f-b5a5-283c00b9ecaa</a>
----	--	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	КОМПАС-3D v17

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	И.1 Профессиональные и информационные базы данных:
И.2	И.2 Электронный читальный зал научно-технической библиотеки МИСиС. URL: <a href="http://lib.misis.ru/links.html">http://lib.misis.ru/links.html</a>
И.3	И.3 ЭБС университетская библиотека ОНЛАЙН. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
И.4	И.4 ЭБС Лань. URL: <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
И.5	И.5 Научный архив - диссертации, дипломы, препринты, публикации открытых архивов информации, другие виды научных работ. URL: <a href="https://научный.архив.рф">https://научный.архив.рф</a> .

И.6	И.6 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. URL: <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
И.7	И.7 Российский информационный портал в области науки, технологии и образования. URL: <a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
И.8	И.8 ScienceDirect (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир. URL: <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a>
И.9	И.9 Реферативная база Scopus. URL: <a href="http://www.scopus.com">www.scopus.com</a>
И.10	И.10 Nature Publishing Group (NPG). URL: <a href="http://www.nature.com/siteindex/index.html">http://www.nature.com/siteindex/index.html</a>
И.11	И.11 Электронные ресурсы издательства SPRINGER. URL: <a href="http://lib.misis.ru/splink.html">http://lib.misis.ru/splink.html</a>
И.12	И.12 Ресурс физических и химических данных в области материаловедения. URL: <a href="https://materials.springer.com">https://materials.springer.com</a>
И.13	И.13 Springer Reference - научные энциклопедии, справочники, словари и атласы. URL: <a href="https://link.springer.com/search?facet-content-type=" referencework"="">https://link.springer.com/search?facet-content-type="ReferenceWork"</a>
И.14	И.14 Реферативная аналитическая и цитатная база данных журнальных статей Web of Science. URL: <a href="http://www.webofscience.com">http://www.webofscience.com</a>
И.15	И.15 НЭИКОН: база архивов научных журналов. URL: <a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</a>
И.16	И.16 Электронная библиотека "Горное дело". URL: <a href="https://www.bibl.gorobr.ru">https://www.bibl.gorobr.ru</a>
И.17	И.17 Национальная электронная библиотека (НЭБ). URL: <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a>
И.18	И.18 Консультант Плюс. URL: <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
И.19	И.19 Союз машиностроителей России. URL: <a href="https://soyuzmash.ru">https://soyuzmash.ru</a>
И.20	И.20 ПЕРВЫЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОРТАЛ. URL: <a href="http://www.1bm.ru">http://www.1bm.ru</a>
И.21	И.21 Портал машиностроения URL: <a href="http://www.mashportal.ru">http://www.mashportal.ru</a>
И.22	И.22 Горное дело. Информационно-аналитический портал. URL: <a href="https://www.mwork.su">https://www.mwork.su</a>
И.23	И.23 Комплекс информационных ресурсов "ГОРНОЕ ДЕЛО". URL: <a href="https://gorobr.ru/kir">https://gorobr.ru/kir</a>

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только учебник, но и дополнительную литературу, рекомендуемую преподавателем.

Подготовку к каждому практическому занятию необходимо начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия и терминологию по изучаемой теме необходимо выучить и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях.

Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и предлагаемое решение.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на практических занятиях по отдельным вопросам темы занятия (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 5...7 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы, а также освоить навыки ораторского мастерства. Самостоятельное изучение практического материала планируется из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные

моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторную самостоятельную работу на практических занятиях по программе дисциплины в виде ролевых игр и мозгового штурма. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблемы.

3. Внеаудиторную самостоятельную работу.

Перечень практических работ, а также список учебных и методических пособий для этих работ вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов, защиту работ.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении маршрутов изготовления и восстановления деталей.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).