

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Евгеньевич  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 04.10.2023 14:12:59  
Уникальный программный идентификатор:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Декан факультета машиностроения**



**/Е. В. Сафонов /**

« 15 » *сентября* 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой,  
наплавкой и родственными процессами**

**Направления подготовки:**

**15.04.01 «Машиностроение»**

Профиль подготовки

**Гибридные технологии в сварочном производстве  
и родственных процессах**

Квалификация выпускника

**магистр**

(прием 2022)

Форма обучения

**Очная**

Москва, 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению и профилю подготовки **15.04.01 «Машиностроение», «Гибридные технологии в сварочном производстве и родственных процессах».**

Программу составил  
проф., д.т.н. кафедры «Оборудование  
и технологии сварочного производства»

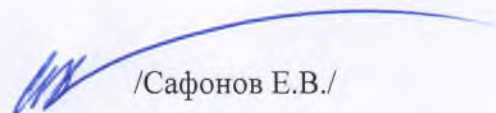


/Латыпов Р.А./

Программа утверждена на заседании кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства»

29 августа 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой «ОиТСП»,  
доц., к.т.н.



/Сафонов Е.В./

Программа согласована с руководителем  
образовательной программы, к.т.н., доц.



/Латыпова Г.Р./

Программа утверждена на заседании  
учебно-методической комиссии  
факультета машиностроения

«13» 09 2022 г., протокол № 14-22

Председатель комиссии



/ Васильев А.Н./

Присвоен регистрационный номер:	15.04.01.01/02.2022. Б.1.1.10
---------------------------------	-------------------------------

### **1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» является:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению;
- освоение методов выбора технологий и материалов, используемых в ремонтном производстве и машиностроении;
- изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов;
- формирование умения практического применения методологии выбора материалов, технологий восстановления и упрочнения деталей сварочными методами и родственными технологиями.

Изучение курса «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на факультете машиностроения, кафедрах «ОиТСП».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением технологий и оборудования для восстановления и упрочнения деталей сварочными методами и родственными технологиями.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

#### **В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- компьютерные технологии и моделирование в машиностроении;
- методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач;

#### **В части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- конструирование и расчет сварочных приспособлений
- роботизированные технологические комплексы в сварочном производстве

#### **В элективных дисциплинах Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- металлургические процессы при сварке и пайке.
- технологические особенности контактной сварки
- сварка композиционных материалов
- особенности получения сварных конструкций из однородных и разнородных материалов с учетом областей их применения
- технология металлизации сварочными методами

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение», применительно к дисциплине «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами», выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-9	Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения	ОПК-9.1 Способен формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения ОПК-9.2 Способен подготавливать публикации по результатам проведенных исследований в области машиностроения

Студент должен **применять** полученные знания в практической деятельности.

Студент должен уметь решать следующие задачи – оценить целесообразность применения полученных знаний для применения при изготовлении конкретного изделия.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет – 4 зач. ед. (144 ак. ч.),

Программой дисциплины предусмотрены лекции – 14 ч., практические занятия - 16 ч., самостоятельная работа студента – 114 ч.

Аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

#### Содержание разделов дисциплины

##### Введение

1. Анализ состояния проблемы поверхностного упрочнения изделий, работающих в условиях интенсивного изнашивания

1.1. Общий обзор методов поверхностного упрочнения изделий

Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов

Лазерное упрочнение

Упрочнение ионно-плазменной обработкой

Диффузионные покрытия

Механотермическое формирование покрытий

Электрохимические покрытия

Наплавка износостойких слоев

Некоторые новые методы получения износостойких покрытий

Выбор способа восстановления и упрочнения деталей

2. Технологии упрочнения изделий с использованием различных вариантов наплавки

Газовая наплавка

Электродуговая наплавка

Электрошлаковая наплавка

Вибродуговая наплавка

Индукционная наплавка

Лазерная наплавка

Контактная наплавка

Плазменная наплавка

Материалы, применяемые для наплавки

Перспективы использования порошков твердых сплавов в качестве износостойких наплавочных материалов

3. Анализ проблемы получения порошков из отходов вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов

3.1. Изучение и выбор метода получения из отходов твердых сплавов

Получение порошка из отходов твердых сплавов температурными методами

Получение порошковых материалов из отходов твердых сплавов расплавленным цинком

Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования

3.2. Анализ оборудования для получения порошка методом электроэрозионного диспергирования

3.3. Рабочие среды для электроэрозионного диспергирования отходов твердых сплавов

3.4. Технология получения порошков методом электроэрозионного диспергирования из отходов твердых сплавов

4. Упрочнение изделий за счет использования твердосплавных электроэрозионных порошков

4.1. Разработка и внедрение технологии упрочнения

режущего инструмента электроискровым легированием

Получение и исследование электродов из твердосплавных электроэрозионных порошков

Получение упрочненных покрытий электродами из твердосплавных электроэрозионных порошков и их исследование

4.2. Разработка и внедрение технологии восстановления шеек коленчатых валов и тарелок клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменно-порошковой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Технология восстановления шеек коленчатых валов

Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий

Исследование свойств плазменных покрытий

4.3. Разработка и внедрение технологии восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Технология восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Исследование свойств покрытий, полученных электродуговой наплавкой

4.4. Разработка и внедрение технологии восстановления поршневых пальцев железнением с использованием в качестве упрочняющей фазы твердосплавных электроэрозионных порошков

Выбор и исследование электролита для получения композиционных гальванических покрытий при восстановлении и упрочнении деталей

Технологический процесс восстановления поршневых пальцев дизельного двигателя СМД–14/18/20 железнением с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков в качестве упрочняющей фазы

## **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций сопровождается раздаточным материалом и показом слайдов с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;
- обсуждение и защита докладов по дисциплине;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- проведение контрольных работ;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет – тестирования.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

### **6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.**

#### **6.1.1. Формы проведения контроля.**

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: рефераты, ответы на вопросы в системе ЛМС.

#### **6.1.2. Содержание текущего контроля.**

Рефераты.

Студент – магистр должен самостоятельно выбрать тему, согласовать ее с преподавателем и подготовить реферат или презентацию по выбранной теме и защитить его во время семинарских и практических работ, а так же выложить реферат или презентацию в систему ЛМС.

Ответы на контрольные вопросы в системе ЛМС по темам данной дисциплины.

Студенты скачивают лист с вопросами и письменно, от руки, переписывая вопрос отвечают на все вопросы, которые указаны в файле и подписанный файл прикрепляют в ЛМС в элемент «задание». Ответить нужно на все вопросы по всем темам данной дисциплины, которые есть в системе ЛМС.

#### **Примеры тем для рефератов:**

1. Современные технологии реновации деталей сварочными методами без расплавления соединяемых материалов.
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой.
3. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой под флюсом.
4. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей плазменной наплавкой порошковых материалов.
5. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой в среде защитного газа.

### 6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля, шкалы и критерии оценивания результатов

Сроки сдачи и сроки выкладывания материала для оценивания в лмс:

- реферат или презентация – за неделю до зачетно-экзаменационной сессии студентов.

- ответы на вопросы по данной дисциплине презентация – за неделю до зачетно-экзаменационной сессии студентов.

### 6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

#### 6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации экзамен.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы*	Форма отчетности и текущего контроля
Реферат или презентация	Оформленные рефераты или презентации, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Ответы на вопросы в системе ЛМС	Студенты скачивают лист с вопросами и письменно, от руки, переписывая вопрос отвечают на все вопросы, которые указаны в файле и подписанный файл прикрепляют в ЛМС в элемент «задание». Ответить нужно на все вопросы по всем темам данной дисциплины, которые есть в системе ЛМС.

\*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

### 6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

#### Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

### 6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация – экзамен может проводиться:

- по билетам в устной форме

- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 40 мин.);

- время на выполнение задания. Тест проходит в течении 30 минут, 20 вопросов;

- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание экзаменационного задания:

Количество вопросов в билете 2. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре и в материалах РПД не размещаются. Но обязательно в помощь студентам для подготовки к аттестации в РПД размещается перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине, из которых формируются экзаменационные билеты.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно – неверно» или соответствия на ввод численного значения.

Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование.

Итоговая аттестация Экзамен может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 81 балла и выше - **оценка - отлично.**

Студент набравший от 71 до 80 - **оценка - хорошо.**



Студент набравший от 60 до 70 - оценка - удовлетворительно  
 Студент набравший до 60 баллов - оценка - неудовлетворительно

### 6.3. Описание показателей и критериев оценивания степени освоения компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

В процессе освоения образовательной программы компетенции, их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса. Данная рабочая программа направлена на формирование следующих компетенций указанных ниже.

#### 6.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции, указанные в таблице:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-9	Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### 6.3.2. Показатели и критерии оценивания степени освоения компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показатели оценивания степени освоения компетенций сформированных в результате обучения по дисциплине представлены в таблице:

ОПК-9 Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: правила составления научно-технических отчетов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний: правила составления научно-технических отчетов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний: правила составления научно-технических отчетов. Допускаются значительные ошибки	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний: правила составления научно-технических отчетов. Допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: правила составления научно-технических отчетов. Свободно опе-

		ки.	ошибки, неточности, затруднения при составлении научно-технических отчетов	рирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> подготовкой публикаций по результатам проведенных исследований в области машиностроения	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет подготовкой публикаций по результатам проведенных исследований в области машиностроения	Обучающийся демонстрирует неполное владение подготовкой публикаций по результатам проведенных исследований в области машиностроения	Обучающийся частично владеет подготовкой публикаций по результатам проведенных исследований в области машиностроения Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет подготовкой публикаций по результатам проведенных исследований в области машиностроения Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**Примеры тем для самостоятельной работы:**

1. Классификация методов реновации. Обзор состояния вопроса (тема для подготовки к лекционному занятию). (ОПК-9)
2. Современные методы восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки к практическому занятию). (ОПК-9)
3. Оборудование для восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки реферата). (ОПК-9)
4. Современные технологии восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки реферата). (ОПК-9)

**Примеры тем для рефератов:**

6. Современные технологии реновации деталей сварочными методами без расплавления соединяемых материалов. (ОПК-9)
7. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9)
8. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой под флюсом. (ОПК-9)
9. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей плазменной наплавкой порошковых материалов. (ОПК-9)
10. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой в среде защитного газа. (ОПК-9)

**Примеры контрольных вопросов для экзамена:**

1. Физическая сущность основных способов ручной дуговой наплавки. (ОПК-9)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9)
3. Выбор материалов для реновации деталей наплавкой или напылением. (ОПК-9)
4. Вибродуговая наплавка и ее особенности. (ОПК-9)
5. Физическая сущность и схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса. (ОПК-9)
6. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9)
7. Физическая сущность газопламенного нанесения порошковых покрытий. (ОПК-9)
8. Источники экономической эффективности реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)
9. Выбор материалов для восстановления деталей. (ОПК-9)
10. Электрошлаковая наплавка. (ОПК-9)
11. Классификация способов восстановления деталей. (ОПК-9)
12. Наплавка открытой дугой самозащитными материалами. (ОПК-9)
13. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9)
14. Плазменная наплавка. (ОПК-9)
15. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9)
16. Детонационное напыление и его особенности. (ОПК-9)
17. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9)
18. Краткая характеристика оборудования и материалов для наплавки. (ОПК-9)
19. Классификация и применение электродуговой наплавки. (ОПК-9)
20. Технологические возможности и область применения электроконтактной приварки. (ОПК-9)
21. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9)
22. Газовая наплавка. (ОПК-9)
23. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9)
24. Газопламенное напыление. (ОПК-9)
25. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)

26. Электродуговая металлизация. (ОПК-9)
27. Материалы для восстановления и упрочнения деталей. (ОПК-9)
28. Плазменное напыление. (ОПК-9)
29. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ОПК-9)
30. Газодинамическое напыление. (ОПК-9)
31. Классификация и характеристика видов напыления. (ОПК-9)
32. Технологии восстановления и упрочнения деталей с дополнительным присадочным материалом. (ОПК-9)
33. Способы легирования покрытий при электродуговой наплавке. (ОПК-9)
34. Электроискровая наплавка. (ОПК-9)
35. Металлургические процессы при электродуговой и электрошлаковой наплавке. (ОПК-9)
36. Лазерная наплавка. (ОПК-9)
37. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)
38. Электродуговая наплавка под слоем флюса. (ОПК-9)
39. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ОПК-9)
40. Газопламенное напыление порошковых материалов. (ОПК-9)
41. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9)
42. Электронно-лучевая наплавка. (ОПК-9)
43. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9)
44. Технологические особенности электродуговой наплавки. (ОПК-9)

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Р.А. Латыпов, Е.В. Агеев, В.А. Денисов, Г.Р. Латыпова. Рециклинг отходов вольфрам-содержащих твердых сплавов для упрочнения изделий: монография / Курск, 2017. -184 с.
2. Усынин В.Ф., Бесхлебный В.А. Наплавка и напыление. Наплавка в машиностроении и при ремонте оборудования. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2011 -236с.
3. Технология конструкционных материалов : учеб. / ред. Дальский А.М. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : Машиностроение, 2005. - 592 с.

### **б) Дополнительное информационное обеспечение дисциплины:**

1. Усынин В.Ф., Бесхлебный В.А. Ремонт сваркой и наплавкой деталей машин. Учебное пособие. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007 - 181с.
2. Беньковский Д.Д. и др. Технология судоремонта: учеб./ ред Сторожев В.П. – М.: Транспорт, 1986. – 286с.
3. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
4. Громыко А.Г. Материалы для упрочнения и восстановления деталей в 2-х частях.- Калининград: КГТУ, 1992.
5. Технологические процессы реновации. МУ по провед. лабор. работ для студ. днев. и заочн. форм обучения, спец. 072100/ Гик Л.А.: Кал-д: КГТУ, 2002. -50с.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

1. Раздаточные материалы по разделам курса;
2. Плакаты, слайды, демонстрационные материалы и учебные фильмы по разделам курса.
3. Лаборатория кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» оборудование

и аппаратура на которой проводятся лабораторные работы

- контактная машина МТ1614
- машина для шовной сварки МШ2002
- машина МС502
- машина разрывная
- контактная машина МТП-1409 - 4Регуляторы цикла сварки РКМ-805

- Участок сварки плавлением. Основное оборудование: сварочный инвертор ISI 5 CL, автомат для дуговой сварки АДФ-1202, сварочный трансформатор ТД-200, сварочный выпрямитель ВДУ-1202, полуавтомат сварочный МПЗ-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, стандартизации и сертификации, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при изучении дисциплины «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» следует уделять на формирование базовых знаний студентов:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению;
- освоение методов выбора технологий и материалов, используемых в ремонтном производстве и машиностроении;
- изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов;
- формирование умения практического применения методологии выбора материалов, технологий восстановления и упрочнения деталей сварочными методами и родственными технологиями.

При изучении раздела «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» необходимо сформировать навыки изучения математического обеспечения анализа проектных решений на макроуровне и микроуровне и постановки задачи параметрического синтеза как задачи оптимизации, критериев оптимизации и поисковых методов ее решения.

При изучении раздела «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами» основное внимание необходимо уделять основным понятиям в области оценки соответствия, терминам и определениям.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций семинарских занятий и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОП (профиль): «Гибридные технологии в сварочном производстве и родственных процессах»

Форма обучения: очная

Кафедра: Оборудование и технологии сварочного производства

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой  
и родственными процессами**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

примерный перечень вопросов для экзамена

примерный перечень тем для рефератов

**Составители:**

д.т.н., проф. Латыпов Р.А.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

<b>Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами</b>					
ФГОС ВО 15.04.01 «Машиностроение»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие <b>профессиональные компетенции</b> :					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-9	Способен подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения	ОПК-9.1 Способен формировать научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области машиностроения ОПК-9.2 Способен подготавливать публикации по результатам проведенных исследований в области машиностроения	лекция, самостоятельная работа, реферат	Э Р Т КВ	<p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении</p>

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к рабочей программе.



**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой,  
наплавкой и родственными процессами»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э - экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуаль-	Вопросы по экзамену
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно – исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов
3	Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий  Ссылка в ЛМС на курс по данной дисциплине <a href="https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2360">https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2360</a>
	Ответы на контрольные вопросы	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как письменные ответы на вопросы.	Вопросы по темам/разделам дисциплины  Ответы на контрольные вопросы в ЛМС и выкладывание ответов на вопросы в элемент «задание» по ссылке <a href="https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2360">https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2360</a>

**Примеры тем для самостоятельной работы:**

1. Классификация методов реновации. Обзор состояния вопроса (тема для подготовки к лекционному занятию). (ОПК-9)
2. Современные методы восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки к практическому занятию). (ОПК-9)
3. Оборудование для восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки реферата). (ОПК-9)
4. Современные технологии восстановления и упрочнения деталей (тема для подготовки реферата). (ОПК-9)

**Примеры тем для рефератов:**

1. Современные технологии реновации деталей сварочными методами без расплавления соединяемых материалов. (ОПК-9)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9)
3. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой под флюсом. (ОПК-9)
4. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей плазменной наплавкой порошковых материалов. (ОПК-9)
5. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой в среде защитного газа. (ОПК-9)

**Примеры контрольных вопросов для экзамена:**

1. Физическая сущность основных способов ручной дуговой наплавки. (ОПК-9)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9)
3. Выбор материалов для реновации деталей наплавкой или напылением. (ОПК-9)
4. Вибродуговая наплавка и ее особенности. (ОПК-9)
5. Физическая сущность и схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса. (ОПК-9)
6. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9)
7. Физическая сущность газопламенного нанесения порошковых покрытий. (ОПК-9)
8. Источники экономической эффективности реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)
9. Выбор материалов для восстановления деталей. (ОПК-9)
10. Электрошлаковая наплавка. (ОПК-9)
11. Классификация способов восстановления деталей. (ОПК-9)
12. Наплавка открытой дугой самозащитными материалами. (ОПК-9)
13. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9)
14. Плазменная наплавка. (ОПК-9)
15. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9)
16. Детонационное напыление и его особенности. (ОПК-9)
17. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9)
18. Краткая характеристика оборудования и материалов для наплавки. (ОПК-9)
19. Классификация и применение электродуговой наплавки. (ОПК-9)
20. Технологические возможности и область применения электроконтактной приварки. (ОПК-9)
21. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9)
22. Газовая наплавка. (ОПК-9)
23. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9)
24. Газопламенное напыление. (ОПК-9)

25. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)
26. Электродуговая металлизация. (ОПК-9)
27. Материалы для восстановления и упрочнения деталей. (ОПК-9)
28. Плазменное напыление. (ОПК-9)
29. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ОПК-9)
30. Газодинамическое напыление. (ОПК-9)
31. Классификация и характеристика видов напыления. (ОПК-9)
32. Технологии восстановления и упрочнения деталей с дополнительным присадочным материалом. (ОПК-9)
33. Способы легирования покрытий при электродуговой наплавке. (ОПК-9)
34. Электроискровая наплавка. (ОПК-9)
35. Металлургические процессы при электродуговой и электрошлаковой наплавке. (ОПК-9)
36. Лазерная наплавка. (ОПК-9)
37. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9)
38. Электродуговая наплавка под слоем флюса. (ОПК-9)
39. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ОПК-9)
40. Газопламенное напыление порошковых материалов. (ОПК-9)
41. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9)
42. Электронно-лучевая наплавка. (ОПК-9)
43. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9)
44. Технологические особенности электродуговой наплавки. (ОПК-9)

Структура и содержание дисциплины «Прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами»

по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение»

(Образовательная программа «Гибридные технологии в сварочном производстве и родственных процессах»)

Квалификация выпускника

**магистр**

Форма обучения

**Очная**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З	
1.	Введение 1. Анализ состояния проблемы поверхностного упрочнения изделий, работающих в условиях интенсивного изнашивания 1.1. Общий обзор методов поверхностного упрочнения изделий Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов 1.2. Некоторые новые методы получения износостойких покрытий 1.3. Выбор способа восстановления и упрочнения деталей	2	1,2	2	2		16									
2.	2. Технологии упрочнения изделий с использованием различных вариантов наплавки	2	3,4	2	2		16									
3.	3. Анализ проблемы получения порошков из отходов вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов 3.1. Изучение и выбор метода получения из отходов твердых сплавов	2	5-7	2	2		16									

	<p>Получение порошка из отходов твердых сплавов температурными методами</p> <p>Получение порошковых материалов из отходов твердых сплавов расплавленным цинком</p> <p>Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования</p> <p>3.2. Анализ оборудования для получения порошка методом электроэрозионного диспергирования</p> <p>3.3. Рабочие среды для электроэрозионного диспергирования отходов твердых сплавов</p> <p>3.4. Технология получения порошков методом электроэрозионного диспергирования из отходов твердых сплавов</p>													
4.	<p>4. Упрочнение изделий за счет использования твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>4.1. Разработка и внедрение технологии упрочнения режущего инструмента электроискровым легированием</p> <p>Получение и исследование электродов из твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>Получение упрочненных покрытий электродами из твердосплавных электроэрозионных порошков и их исследование</p>	2	8,9	2	2		16							
5	<p>4.2. Разработка и внедрение технологии восстановления шеек коленчатых валов и тарелок клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменно-порошковой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>Технология восстановления шеек коленчатых валов</p>	2	10,11	2	2		16							

	<p>тых валов</p> <p>Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий</p> <p>Исследование свойств плазменных покрытий</p>														
6	<p>4.3. Разработка и внедрение технологии восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>Технология восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>Исследование свойств покрытий, полученных электродуговой наплавкой</p>	2	12,13	2	3		17								
7	<p>4.4. Разработка и внедрение технологии восстановления поршневых пальцев железнением с использованием в качестве упрочняющей фазы твердосплавных электроэрозионных порошков</p> <p>Выбор и исследование электролита для получения композиционных гальванических покрытий при восстановлении и упрочнении деталей</p> <p>Технологический процесс восстановления поршневых пальцев дизельного двигателя СМД–14/18/20 железнением с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков в качестве упрочняющей фазы</p>	2	14,15	2	3		17								
	Итого:			14	16		114								+