Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 11:53:52
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

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

_____ **/Е. В. Сафонов /**
“ 01 ” 10 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами**
**(факультативная дисциплина)**

Направления подготовки:
**15.06.01 «Машиностроение»**

Профиль подготовки
**Сварка, родственные процессы и технологии**

Квалификация выпускника
**Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения
**Очная**

Москва, 2021

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению и профилю подготовки **15.06.01 «Машиностроение», «Сварка, родственные процессы и технологии».**

**Программу составил**
к.т.н., доц. /Латыпова Г.Р./

**Программа утверждена на заседании кафедры** «Оборудование и технологии сварочного производства»
30 июня 2021 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой «ОиТСП»,
доц., к.т.н. /Сафонов Е.В./

Программа утверждена на заседании
учебно-методической комиссии
факультета машиностроения

«01.» 07 2021 г., протокол № 8-21

Председатель комиссии / Васильев А.Н./

| | |
|---|---|
| Присвоен регистрационный номер: | 15.06.01/05.02.10.01.2021. ФД.1 |

**1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами» является:

– подготовка аспирантов 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 «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых аспирант сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на машиностроительном факультете кафедрой «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 базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- инновационные материалы в машиностроении.

**В дисциплинах по выбору студента части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:**

- математические методы статистической обработки экспериментальных данных;
- прогнозирование и управление свойствами сварных соединений;
- способы оценки структуры и свойств сварных соединений.

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

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение», применительно к дисциплине «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами», выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| УК-1 | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | **знать:**<br>основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез<br>**уметь:**<br>выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач<br>**владеть:**<br>навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации<br>по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования |
| ОПК-1 | Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | **знать:**<br>основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов<br>**уметь:**<br>решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации<br>**владеть:**<br>методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов |
| ПК-3 | Знание современных достижений в области машиностроения, возможностью применения этих знаний для решения теоретических и прикладных задач, в том числе в области машиноведения, систем приводов и де- | **знать:**<br>современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин;<br>**уметь:**<br>применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач;<br>**владеть:**<br>методами решения теоретических и при- |

| | | |
|---|---|---|
| | талей машин | кладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин |

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

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

**4. Структура и содержание факультативной дисциплины**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 54 аудиторных часов.

Структура и содержание дисциплины представлены в Приложении 3.

**Содержание разделов дисциплины**

**Введение**

Значение дисциплины в подготовке бакалавров по избранному профилю. Общая характеристика основных этапов реновационного производства. Роль Российских ученых в развитии реновационных производств. Эффективность и качество восстановленных изделий. Сущность процессов сварки и наплавки плавлением. Диффузионные процессы при восстановлении деталей. Сущность процессов напыления и пластического деформирования при восстановлении деталей.

**Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке**

Использование энергии химических реакций. Использование электрической энергии. Использование энергии света. Использование энергии ультразвуковых колебаний. Материалы для восстановления, их разновидности по геометрическим параметрам (форма), химическому составу и механическим свойствам

**Плавление и кристаллизация металлов в сварочной ванне**

Формирование химического состава при сварке и наплавке плавлением. Взаимодействие металла с газами и шлаками. Доля участия основного металла и расходного материала в образовании «ванны» при сварке и наплавке.

**Структура и химическая неоднородность восстановленного (наплавленного слоя) и зоны термического влияния**

Термодинамика и кинематика фазовых превращений при наплавке. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Образование границ зерен. Перераспределение примесей

**Механизм возникновения напряжений и деформаций при восстановлении деталей**

Образование напряжений. Виды деформаций и возникновение и перемещение. Влияние фазовых превращений на деформацию и напряжения

**Классификация способов восстановления деталей**

Способы наплавки с использованием электрической энергии, газовой среды, газопламенные установки. Способы напыления в газовой среде, плазмой, детонацией. Пластическое деформирование.

**Ручная и автоматическая наплавка под слоем флюса и в среде защитных газов**

Оборудование и материалы для наплавки. Технология наплавки стальными электродами. Режим ручной наплавки. Разновидности автоматической наплавки. Режимы и технология автоматической наплавки. Область применения.

**Газопламенная и плазменная наплавка**

Газы и порошковые материалы. Режим и технология газопорошковой наплавки. Режим и технология плазменной газопорошковой наплавки. Область применения.

**Электрошлаковая и вибродуговая наплавка**

Оборудование и материалы для электрошлаковой и вибродуговой наплавки. Режим и технология электрошлаковой и вибродуговой наплавки. Область применения.

**Ленточная наплавка**

Преимущества ленточной наплавки. Оборудование и материалы. Технология ленточной наплавки. Область применения.

**Газопламенное, плазменное и детонационное напыление**

Сущность газопламенного, плазменного и детонационного напыления. Оборудование и материалы. Режимы и технологии напыления. Область применения.

**Контроль качества наплавки и напыления**

Дефекты восстановленных слоев. Методика и средства контроля. Определение внутренних дефектов и механических характеристик в восстановленных слоях деталей.

**Технико-экономические показатели реновационного производства**

Технико-экономические показатели технологических процессов реновации.

## 5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами» и реализация компетентностного 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 аспирантов

В процессе обучения используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы: тестирование, рефераты.

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

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| УК-1 | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях |
| ОПК-1 | Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |
| ПК-3 | Знание современных достижений в области машиностроения, возможностью применения этих знаний для решения теоретических и прикладных задач, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин |

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.

**6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **УК-1 - Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формули- | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез.<br>Допускаются значительные ошибки, | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез, но допускаются незначительные ошибки, неточности, | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез, свободно оперирует |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ровки гипотез. | проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | затруднения при аналитических операциях. | приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;<br>критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. 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: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;<br>критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;<br>навыками выбора методов и средств решения задач исследования | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;<br>навыками выбора методов и средств решения задач исследования | Обучающийся владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;<br>навыками выбора методов и средств решения задач исследования. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;<br>навыками выбора методов и средств решения задач исследования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;<br>навыками выбора методов и средств решения задач исследования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| **ОПК-1 - Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **знать:**<br>основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации. 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: решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов. | Обучающийся владеет методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандарт- | Обучающийся в полном объеме владеет методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ные ситуации. | |

| **ПК-3 - Знание современных достижений в области машиностроения, возможностью применения этих знаний для решения теоретических и прикладных задач, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **знать:**<br>современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:**<br>применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач. 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: применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:**<br>методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и | Обучающийся владеет методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин. Обучающийся испытывает значительные затруднения при приме- | Обучающийся частично владеет методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин, но допус- | Обучающийся в полном объеме владеет методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | деталей машин. | нении навыков в новых ситуациях. | каются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | |

Примеры тем для самостоятельной работы:

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

**Примеры тем для рефератов:**

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

**Примеры вопросов:**

1. Физическая сущность основных способов ручной дуговой наплавки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
3. Выбор материалов для реновации деталей наплавкой или напылением. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
4. Вибродуговая наплавка и ее особенности. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
5. Физическая сущность и схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
6. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
7. Физическая сущность газопламенного нанесения порошковых покрытий. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)

8. Источники экономической эффективности реновации и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
9. Выбор материалов для восстановления деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
10. Электрошлаковая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
11. Классификация способов восстановления деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
12. Наплавка открытой дугой самозащитными материалами. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
13. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
14. Плазменная наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
15. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
16. Детонационное напыление и его особенности. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
17. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
18. Краткая характеристика оборудования и материалов для наплавки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
19. Классификация и применение электродуговой наплавки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
20. Технологические возможности и область применения электроконтактной приварки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
21. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
22. Газовая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
23. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
24. Газопламенное напыление. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
25. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
26. Электродуговая металлизация. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
27. Материалы для восстановления и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
28. Плазменное напыление. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
29. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
30. Газодинамическое напыление. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
31. Классификация и характеристика видов напыления. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
32. Технологии восстановления и упрочнения деталей с дополнительным присадочным материалом. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
33. Способы легирования покрытий при электродуговой наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
34. Электроискровая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
35. Металлургические процессы при электродуговой и электрошлаковой наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
36. Лазерная наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
37. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
38. Электродуговая наплавка под слоем флюса. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
39. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
40. Газопламенное напыление порошковых материалов. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
41. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
42. Электронно-лучевая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
43. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
44. Технологические особенности электродуговой наплавки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)

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

а) Основная литература:

1. Усынин В.Ф., Бесхлебный В.А. Наплавка и напыление. Наплавка в машиностроении и при ремонте оборудования. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2011 -236с.
2. 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. В ауд. 2101 Лаборатории 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 МП3-4А с источником ВДУ- 3020, сварочный автомат АДГ-502, преобразователь сварочный ПС-200, универсальный электростатический фильтр ЭФВА 1-06

**9. Методические рекомендации для самостоятельной работы аспиранта**

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

**Задачи самостоятельной работы аспиранта**:

- 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 «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами» следует уделять на формирование базовых знаний студентов:

– подготовка аспирантов 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 «Реновация и упрочнение деталей методами сварки 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 «Реновация и упрочнение деталей методами сварки 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.**

Приложение 1

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

Направление подготовки: 15.06.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Сварка, родственные процессы и технологии»
Форма обучения: очная

Кафедра: Оборудование и технология сварочного производства

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
примерный перечень вопросов
примерный перечень тем для рефератов

**Составители:**

д.т.н., проф. Латыпов Р.А.

Москва, 2021 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

| **Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **15.06.01 «Машиностроение»** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| УК-1 | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | **знать:**<br>основные научные теории и методы научно-исследовательской деятельности,<br>в том числе выдвижения и формулировки гипотез<br>**уметь:**<br>выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач<br>**владеть:**<br>навыками отбора, обработки, анализа и систематизации информации | самостоятельная работа, реферат | Р | **Базовый уровень:**<br>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br>**Повышенный уровень:**<br>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 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования | | | методическом обеспечении |
| ОПК-1 | Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологиче-<br>ского оснащения производства | **знать:**<br>основные закономерности моделирования машин, их узлов и приводов<br>**уметь:**<br>решать задачи построения и моделирования машин, их узлов и приводов с учетом критериев оптимизации<br>**владеть:**<br>методами проектирования, моделирования и оптимизации машин, их узлов и приводов | самостоятельная работа, реферат | Р | **Базовый уровень:**<br>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br>**Повышенный уровень:**<br>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 |
| ПК-3 | Знание современных достижений в области машиностроения, возможностью применения этих знаний для решения теоретических и прикладных | **знать:**<br>современные достижения в области машиностроения, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин; | самостоятельная работа, реферат | Р | **Базовый уровень:**<br>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие ре- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | задач, в том числе в области машиноведения, систем приводов и деталей машин | **уметь:**<br>применять знания в области машиностроения для решения теоретических и прикладных задач;<br>**владеть:**<br>методами решения теоретических и прикладных задач в области машиноведения, систем приводов и деталей машин | | | шения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br>**Повышенный уровень:**<br>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 |

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

Приложение 2

## Перечень оценочных средств по дисциплине «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами»

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Вопросы по темам |
| 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 |

**Примеры тем для рефератов:**

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

**Примеры вопросов:**

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

25. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
26. Электродуговая металлизация. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
27. Материалы для восстановления и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
28. Плазменное напыление. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
29. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
30. Газодинамическое напыление. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
31. Классификация и характеристика видов напыления. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
32. Технологии восстановления и упрочнения деталей с дополнительным присадочным материалом. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
33. Способы легирования покрытий при электродуговой наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
34. Электроискровая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
35. Металлургические процессы при электродуговой и электрошлаковой наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
36. Лазерная наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
37. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
38. Электродуговая наплавка под слоем флюса. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
39. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
40. Газопламенное напыление порошковых материалов. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
41. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
42. Электронно-лучевая наплавка. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
43. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)
44. Технологические особенности электродуговой наплавки. (УК-1, ОПК-1, ПК-3)

Приложение 3.

Структура и содержание дисциплины «Реновация и упрочнение деталей методами сварки и родственными процессами»
по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение»
(Образовательная программа «Сварка, родственные процессы и технологии»)
Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь.
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 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Аудиторные часы | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| 1. | Введение.<br>Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке.<br>Плавление и кристаллизация металлов в сварочной ванне. | 3 | 1 | 13 | | | | | | | |
| 2. | Структура и химическая неоднородность восстановленного (наплавленного слоя) и зоны термического влияния<br>Механизм возникновения напряжений и деформаций при восстановлении деталей<br>Классификация способов восстановления деталей. | 3 | 2 | 13 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. | Ручная и автоматическая наплавка под слоем флюса и в среде защитных газов. Газопламенная и плазменная наплавка. Электрошлаковая и вибродуговая наплавка. Ленточная наплавка. | 3 | 3 | 14 | | | | | | | |
| 4. | Газопламенное, плазменное и детонационное напыление. Контроль качества наплавки и напыления. Технико-экономические показатели реновационного производства | 3 | 4 | 14 | | | | | | | |
| | Итого: | | | 54 | | | | | | | |