Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 11.10.2023 12:19:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5d2742f39c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

**/Е. В. Сафонов /**
“ 02 ” сентября 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Теория сварочных процессов

Направления подготовки:
**15.03.01 «Машиностроение»**

Профиль подготовки
**Оборудование и технология сварочного производства**

Квалификация выпускника
**бакалавр**

Форма обучения
**заочная**

Москва, 2021

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению и профилю подготовки **15.03.01 «Машиностроение», «Оборудование и технология сварочного производства».**

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

**Программа утверждена на заседании кафедры** «Оборудование и технология сварочного производства»

«30» 06_ 2021 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой «ОиТСП» _____/Сафонов Е.В./

Программа согласована с руководителем образовательной программы _____/Андреева Л.П./

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

«01» сентября 2021 г., протокол № 09-21

Председатель комиссии _____/ Васильев А.Н./

Присвоен регистрационный номер: 15.05.01.01/01.2021/*Б.1.2.8*

**1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Теория сварочных процессов» является:

– ознакомление студентов сварочной специальности с основными теоретическими представлениями в области металлургии, которые лежат в основе существующих технологий соединения конструкционных материалов;

– освоение методов выбора технологий и материалов, используемых в машиностроении;

- освоение методов создания новых технологий, машин и оборудования для этих видов производства

– изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов;

– формирование умения практического применения методологии выбора материалов и технологий машиностроения.

- изучение сварочной специальности физических основ образования неразрывных соединений при сварке и пайке, процессов происходящих при их формировании и смежных процессов, влияющих на соединение и его свойства.

Изучение курса «Теория процессов сварки и пайки» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий бакалавр сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

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

Дисциплина «Теория сварочных процессов» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на Машиностроительном факультете кафедрой «ОиТСП». Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

Изучение курса основывается на знаниях, полученных при изучении практически всего математического и естественнонаучного цикла дисциплин Учебного плана:

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

- Высшая математика
- Физика в производственных и технологических процессах
- Химические основы технологических процессов машиностроения

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

- технология и оборудование сварки плавлением;
- проектирование сварных конструкций;
- производство сварных конструкций

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

Согласно ФГОС по направлению «Машиностроение» применительно к дисциплине «Теория сварочных процессов», выпускник должен обладать профессиональными компетенциями:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ПК-3 | Способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и | ***знать:*** - методы проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. ***уметь:*** |

| | | |
|---|---|---|
| | разработок в области машиностроения | - проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.<br>***владеть:***<br>- методами проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. |
| ПК-17 | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения. | ***знать:*** - основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.<br>***уметь:*** - выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов.<br>***владеть:*** - методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. |
| ПК-18 | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | ***знать:*** - методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***уметь:*** - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***владеть:*** - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. |

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 освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия – 10 ч., семинары и практические занятия – 10 ч., самостоятельная работа студента – 160 ч.

Наличие конспектов к лекциям в письменном виде обязательно.

Вид промежуточной аттестации – 6 семестре экзамен.

**Содержание разделов дисциплины**

**Современная теория образования соединения при сварке**

Термодинамическая оценка вероятности образования соединения и смачивания жидкостью поверхности твердого тела.

Взаимодействие двух поверхностей поликристаллических материалов. Основные стадии взаимодействия.

**Образование соединения при сварке в твердом состоянии**

Особенности развития взаимодействия в контакте твердых тел при сварке однородных и разнородных материалов на всех этапах взаимодействия.

**Образование соединения при участии жидкой фазы**

Роль жидкой фазы на стадии образования физического контакта, активации контактных поверхностей и объемном взаимодействии

**Общие требования к источникам энергии для сварки**

Понятие об источниках энергии. Классификация источников энергии, используемых для соединения материалов. Понятие о термическом к.п.д. источника. Тепловая мощность источника и плотность энергии в пятне нагрева при сварке.

**Газовое пламя**

Строение ацетилено-кислородного пламени. Химический состав отдельных зон пламени. Распределение температуры по длине пламени. Регулирование тепловой мощности газового пламени.

**Электрическая сварочная дуга**

Процессы в дуговом разряде. Структура дугового разряда. Технологические особенности сварочной дуги.

Особенности горения сварочной дуги при питании ее постояннбым и переменным током. Плазменно-дуговой разряд и его применение в сварочных процессах

**Другие источники энергии**

Использование энергии движущихся электронов для нагрева при сварке (электронный луч). Использование лучистой энергии для нагрева при сварке (фотонный луч). Выделение теплоты при пропускании тока через солевой расплав (Электрошлаковые сварочные процессы).

**Общая характеристика металлургических процессов при сварке**

Нагрев, плавление, испарение металла в сварочной ванне. Образование газовых пор и горячих трещин.

**Свариваемость**

Понятие о свариваемости. Физическая и технологическая свариваемость

**Кристаллизация**

Основные представления теории кристаллизации

**Особенности кристаллизации при сварке и пайке**

Типы первичной структуры при кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на структуру.

Кристаллизация металла сварочной ванны. Макроструктура сварного шва. Факторы, влияющие на первичную структуру металла шва.

**Химическая неоднородность сварного соединения.**

Понятие о химической неоднородности. Виды химической неоднородности сварных швов

Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва.

**Дефекты кристаллической решетки металлов при сварке**

Общие представления о дефектах кристаллического строения. Особенности распределения несовершенств кристаллической решетки в металле сварного шва.

**Горячие трещины в металлах при сварке**

Природа образования горячих трещин при сварке

Методы оценки сопротивляемости металла образованию горячих трещин.

Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин

**Методы исследования напряжений и деформаций при сварке**

Расчетные методы исследований напряжений и деформаций при сварке.

Экспериментальные методы исследования распределения напряжений и деформаций в элементах сварных конструкций.

**Окисление металла при сварке**

Окисление газами. Классификация газовых сред, используемых в сварочных процессах.

Окисление металлов шлаками. Процессы, протекающие при нагреве и плавлении флюсов. Образование шлаков и их взаимодействие с металлами.

**Раскисление металлов при сварке**

Влияние состава шлака на его раскисляющую способность. Основные химические реакции взаимодействия.

Особенности раскисления при сварке легирванных сталей и цветных металлов. Основные шлаковые системы. Понятие о раскислении в условиях пайки.

**Взаимодействие водорода и азота с металлами в сварочных процессах**

Характер взаимодействия водорода и азота с твердым и жидким металлами в условиях сварочных процессов.

**Легирование и рафинирование металлов при сварке**

Основные задачи и способы легирования. Задачи рафинирования. Влияние основных примесей на свойства сварного шва.

**Кинетика напряженно-деформированного состояния металла при сварке**

Кинетика развития напряжений и деформаций в термическом цикле сварки.

Распределение продольных напряжений и деформаций в поперечных сечениях стыковых сварных швов.

Температурные и временные зависимости изменения внешних и внутренних деформаций и напряжений.

**Влияние условий сварки на кинетику напряженно-деформированного состояния металла при сварке**

Влияние условий сварочного нагрева на развитие напряжений и деформаций и на распределение их в свариваемых элементах.

Влияние механических характеристик свариваемых металлов на формирование остаточных напряжений.

Особенности процесса развития напряженно-деформированного состояния при сварке сплавов, претерпевающих фазовые превращения.

Методы регулирования сварочных напряжений и деформаций.

**Фазовые и структурные превращения**

Характерные структурные зоны в сварных и паяных соединениях.

Термодинамика и кинетика превращений в твердом состоянии.

Термодинамика и кинетика превращений в твердом состоянии.

Структурные превращения в сплавах при нагреве и охлаждении.

**Фазовые и структурные превращения при сварке сталей**

Превращения в шве и основном металле при нагреве и охлаждении.

Способы регулирования структуры сварных соединений.

**Холодные трещины в сварных соединениях**

Природа и механизм холодных трещин. Роль водорода в образовании холодных трещин.

Способы оценки склонности металла к образованию холодных трещин.

Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей образованию холодных трещин.

**5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Теория сварочных процессов» 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;

- индивидуальный опрос;

- 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.**

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

**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 |
|---|---|
| ПК-3 | Способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения |
| ПК-17 | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения |
| ПК-18 | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий |

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).

| **ПК-3 - Способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие | Обучающийся демонстрирует ча- | Обучающийся демонстрирует полное соответствие |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| методы проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. | или недостаточное соответствие следующих знаний: работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. | следующих знаний: работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | стичное соответствие следующих знаний: работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | следующих знаний: работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. 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: проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами проведения работ по составле- | Обучающийся владеет методами проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов ис- | Обучающийся частично владеет методами проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению ре- | Обучающийся в полном объеме владеет методами проведения работ по составлению научных отчетов |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| области технологических машинах и оборудования. | нию научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования | следований и разработок в области технологических машинах и оборудования. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | зультатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| **ПК-17 - Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:** основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. 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 и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь:** выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации техно- | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять методы выбирать основные и вспомогательные матери- | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать основные и вспомогательные материалы, способы |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | реализации технологических процессов. | логических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | алы, способы реализации технологических процессов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | реализации технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками: методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов | Обучающийся владеет навыками определения выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |
| **ПК-18 - Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий** | | | | |
| **знать:** методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные за- | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | трудности при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | аналитических операциях. | |
| **уметь:** применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. 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 методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | Обучающийся владеет методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на | Обучающийся в полном объеме владеет навыками стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | новые, нестандартные ситуации. | |

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

**6.2.1. Формы проведения контроля**

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы:

- лабораторные работы,
- контрольные работы,
- сообщение по темам семинаров.;
- тестирование.

**6.2.2. Содержание текущего контроля**

Все практические работы, предусмотренные данной рабочей программой должны быть отработаны. По каждой работе студенту необходимо самостоятельно составить отчет, который должен включать: название работы, расчеты, рисунки, таблицы, графики, выводы, указанные в описании работы.

По каждой работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

Контрольные работы проводятся на лекциях по текущей теме. По каждой контрольной работе студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

По темам семинаров студент готовит сообщение (с презентацией или без нее) по приведенным в рабочей программе вопросам или по другим вопросам по согласованию с преподавателем.

За каждое сообщение студент получает зачет, который отмечается в журнале преподавателя и, при необходимости, в журнале успеваемости группы.

**6.2.3. Сроки выполнения текущего контроля и критерии оценивания результатов**

Семинары должны быть отработаны, оформлены и зачтены в течение текущего семестра до промежуточной аттестации.

Контрольные работы могут быть выполнены при прохождении промежуточной аттестации (на зачете или экзамене).

Критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение В).

**6.2.4. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов**

Тестирование в бланковой или компьютерной форме проводится 2 раза в семестр.

Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

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

**Тесты для проведения рубежного контроля по разделам программы дисциплины**

1. Назначение: Используются для проведения текущей промежуточной аттестации по дисциплине «Теория сварочных процессов».
2. Тестирование может проводиться в виде электронного или бланкового тестирования. Тестовое задание содержит 25 вопросов.
3. Время на выполнение теста 20 мин.

4. Шкала оценивания:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно ответил на 15 и более вопросов.
- оценка «не зачтено», если правильно ответил на 14 и менее вопросов.

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

**Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание**
**Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.**

При проведении групповых лабораторных работ проводится проверка готовности студентов к их выполнению

После выполнения лабораторной работы происходит ее защита и предоставлением отчета по работе. Оценка защиты лабораторных работ учитывает качество представленных студентом отчетных материалов.

**Критерием оценки является:**

оценка «зачтено» выставляется студенту, если все работа выполнена и защищена;

оценка «незачтено» выставляется студенту, если не выполнена, или не защищена.

Выполнение всех лабораторных работ и их защита является допуском к итоговой аттестации.

**На зачете** студенту предлагается вопроса, из которых необходимо ответить на 3. - зачет студенту, если даны исчерпывающие ответы на все 3 вопросов; - не зачет выставляется студенту, если не даны ответы на два вопроса.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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. |

**На экзамене** студенту предоставляется билет с двумя вопросами.

*Критерий оценки:*

оценка "отлично" выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на все два вопроса; - оценка "хорошо" выставляется студенту, если даны неполные ответы на два вопроса; - оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если дан исчерпывающий ответ на один вопрос и частично на другой; - оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если не даны ответы на два вопроса.

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной 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 показателей, 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. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

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

**Основная литература**

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В.Коновалов, А.С.Куркин, Э.Л. Макаров, В.М.Неровный, Б.Ф.Якушин; Под ред. В.М.Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. – 752 с.: ил. (47 шт)

**Дополнительная**

2. Дедюх, Р.И. Теория сварочных процессов. Физические и технологические свойства электросварочной дуги [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 118 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45134. — Загл. с экрана.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Специализированные учебные аудитории АВ2502, АВ2503, АВ2505 и лаборатория кафедры АВ2101 «Оборудование и технология сварочного производства».

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 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 «Теория сварочных процессов» следует уделять на изучение с основными теоретическими представлениями в области металлургии, которые лежат в основе существующих технологий соединения конструкционных материалов.

При изучении раздела «Теория сварочных процессов» необходимо обеспечить освоение студентов сварочной специальности методами выбора технологий и материалов, используемых в машиностроении; методами создания новых технологий, машин и оборудования для этих видов производства; изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов.

При изучении раздела «Теория сварочных процессов» 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»

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ
ОП (профиль): «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
(производственно-технологическая, проектно-конструкторская, научно-исследовательская)

Кафедра: Оборудование и технология сварочного производства

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Теория сварочных процессов**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
примерный перечень вопросов для зачета
примерный перечень вопросов для экзамена
перечень лабораторных работ

**Составители:**

к.т.н., доц. Латыпова Г.Р.

Москва, 2021 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

| **ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **15.03.01 «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** | | | | |
| **ПК-3** | Способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения | ***знать:*** - методы проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. ***уметь:*** - проводить работы по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. ***владеть:*** - методами проведения работ по составлению научных отчетов и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования. | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы | З, Э, ПР, Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** 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-17** | Уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять про- | ***знать:*** - основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов. ***уметь:*** - выбирать основные и вспомогательные материалы, | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы | З, Э, ПР, Р | **Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | грессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения | способы реализации технологических процессов.<br>***владеть:*** - методами выбора основных и вспомогательных материалов, способами реализации технологических процессов. | | | 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-18** | Уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий | ***знать:*** - методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***уметь:*** - применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.<br>***владеть:*** - методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы | З,<br>Э,<br>ПР,<br>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 |

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

Приложение 2

## Перечень оценочных средств по дисциплине «Теория сварочных процессов»

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос (З - зачет) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Вопросы по зачету |
| 2 | Устный опрос (Э - экзамен) | Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала | Вопросы по экзамену |
| 3 | Практические работы (ПР) | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов | Перечень практический работ и их оснащение; журнал лабораторных работ |
| 4 | 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 |

Приложение 2

**Темы рефератов и докладов**

Частичное превращение перлитных участков в аустенит. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Коагуляция цементита и специальных карбидов при сохранении феррита в сварных соединениях из конструкционной стали. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

**Тема 1. Физические основы и квалификация процессов сварки.** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Физические основы получения сварных, паяных и клеевых соединений. Элементарные связи в твердых телах и монолитных соединениях,

процесса сварки.

2. Преобразование и баланс энергии при сварке. Термодинамическое определение сварки

3. Классификация процессов сварки по источникам энергии

4. Оценка энергетической эффективности и требования к источникам энергии при сварке.

**Тема 2. Физико-химические процессы в дуговом разряде** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Особенности электрического разряда в газах. Дуговой разряд

2. Способы возбуждения сварочной дуги

3. Элементы термодинамики плазмы: температура плазмы, термическое равновесие

4. Баланс энергии и температура в столбе дуги

5. Перенос металла в дуге. Виды переноса

**Тема 3. Не дуговые термические источники энергии.** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Физические основы получения электронного луча и устройство электроннолучевых установок

2. Особенности электроннолучевой сварки.

3. Фотоннолучевые источники энергии.

4. Принципы получения лазерного излучения

Тема 4. Термопрессовые и прессово-механические источники энергии

Вопросы для самоконтроля:

1. Термомеханические источники энергии: классификация и элементы теории

2. Физические основы электроконтактной сварки

3. Физические основы сварки токами высокой частоты (ТВЧ).

4. Прессово-механнческие источники энергии: классификация и элементы теории. Холодная сварка.

**Тема 5. Термодинамические основы металлургических процессов.** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Термодинамические основы металлургических процессов при сварке

2. Первое и второе начала термодинамики

3. Термодинамическое равновесие. Принцип Ле-Шателье

4. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновжлова

**Тема 7. Металлургические процессы при сварке плавлением.** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Константы равновесия.

2. Элементы учения о кинетике химических и диффузионных процессов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние режима сварки и теплофизическиех свойств металла на поле температур

2. размер зоны нагрева

3. Термический цикл при онопроходной сварке

4. Термический цикл при многослойной сварке

5. формы сварочной ванны при дуговой сварке

**Тема 8. Особенности протекания тепловых процессов при некоторых способах сварки** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Тепловые процессы при электрошлаковой сварке
2. Тепловые процессы при контактной сварке сопротивлением и контактной сварке непрерывным оплавлением
3. Тепловые процессы при точечной и шовной контактной сварке
4. Тепловые процессы при сварке трением
5. Тепловые процессы при электронно-лучевой и лазерной сварке

**Тема 9. Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва и околошовной зоны** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Понятие свариваемости
2. Гомогенная кристаллизация
3. Гетерогенная кристаллизация и скорость кристаллизации
4. Типы первичной структуры при кристаллизации
5. Условия кристаллизации металла сварочной ванны
6. Схема кристаллизации шва
7. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва
8. Виды химической неоднородности сварных швов
9. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва
10. Понятие о дефектах кристаллической решетки
11. Особенности распределения несовершенств кристаллического строения в металле сварного соединения
12. Характер изменения пластичности и прочности металлов и сплавов в области высоких температур при сварке

**Тема 10. Фазовые и структурные превращения в свариваемых металлах в твердом состоянии** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Характерные зоны сварных соединений
2. Темодинамика и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии
3. Структурные превращения в сплавах при нагреве и охлаждении
4. Фазовые и структурные превращения при сварке сталей
5. Превращения в основном металле при нагреве
6. Превращения в шве и основном металле при охлаждении

**Тема 11. Термодеформационные процессы при сварке. Зависимости свойств металлов и сплавов от температуры** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Вопросы для самоконтроля:

1. Сварочные деформации и напряжения
2. Свойства металлов при температурах сварочного термического цикла
3. Термодеформационный цикл при сварке
4. Теоретические методы определения сварочных деформаций и напряжений
5. Остаточные напряжения в прямолинейных одно- и многопроходных сварных соединениях
6. Остаточные напряжения в электрошлаковых сварных соединениях
7. Характер распределения временных напряжений и деформаций при сварке

**Тема 12. Образование трещин в сварных соединениях** (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

1. Природа и механизм холодных трещин
2. Способы оценки склонности металла сварных соединений к холодным трещинам
3. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам
4. Трещины повторного нагрева
5. Природа образования горячих трещин при сварке
6. Виды горячих трещин

7. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке

8. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин.

**Примерный перечень вопросов для зачета в 4 семестре**

1. Физические основы получения сварных, паяных и клеевых. Элементарные связи в твердых телах и монолитных соединениях, процесса сварки. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

2. Преобразование и баланс энергии при сварке. Термодинамическое. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

3. Классификация процессов сварки по источникам энергии. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

4. Оценка энергетической эффективности и требования к энергии при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

5. Особенности электрического разряда в газах. Дуговой разряд. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

6. Способы возбуждения сварочной дуги. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

7. Элементы термодинамики плазмы: температура плазмы, термическое равновесие. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

8. Баланс энергии и температура в столбе дуги. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

9. Приэлектродные области сварочных дуг. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

10. Магнитное поле столба дуги и контура дуги. Магнитное дутье. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

11. Внешнее магнитное поде и дуга. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

12. Перенос металла в дуге. Виды переноса. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

13. Виды сварочных дуг. Классификация и применение. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

14. Дуга постоянного и переменного тока. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

15. Сварочные дуги с плавящимся и неплавящимся электродами. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

16. Плазменно-дуговые процессы. Плазматроны прямого и косвенного (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

17. Физические основы получения электронного луча и устройство электроннолучевых установок. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

18. Особенности электроннолучевой сварки. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

19. Фотоннолучевые источники энергии. Принципы получения и характеристика лазерного излучения. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

20. Принципиальное устройство твердотельных, газовых и полупроводниковых лазеров. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

21. Воздействие лазерного излучения на металлы. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

22. Электрошлаковый источник энергии. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

23. Газопламенный источник энергии. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

24. Термомеханические источники энергии: классификация и элементы теории. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

25. Физические основы электроконтактной сварки. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

26. Физические основы сварки токами высокой частоты (ТВЧ). (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

27. Прессово-механнческие источники энергии: классификация и элементы теории. Холодная сварка. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

28. Трущийся и ударный контакты. Сущность сварки трением, ультразвуковой, взрывом (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

29. Сравнительные характеристики источников тепла при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

30. Термодинамические основы металлургических процессов при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

31. Понятие о термодинамической системе, видах с параметрах. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

32. Первое и второе начала термодинамики. Термодинамическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

33. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновалова. Константы равновесия. (ПК-3, ПК-17, ПК-188)

34. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса-Коновалова. Константы равновесия. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

35. Элементы учения о кинетике химических и диффузионных процессов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

36. Понятие об упругости диссоциации окислов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

37. Система железо-кислород. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

38. Система железо-азот. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

39. Система железо-водород. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

40. Назначение и свойства шлаков. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

41. 0кисление и раскисление в системе металл-шлак-газ. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

42. Классификация флюсов. Особенности металлургических процессов при сварке под флюсом. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

43. Особенности металлургических процессов при электрошлаковой сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

44. Классификация электродов для ручной дуговой сварки по назначению, способу нанесений и типу покрытия. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

45. Особенности металлургических процессов при сварке (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

46. Рафинирование металла при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

47. Легирование металла при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

48. Защитные газы при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

49. Металлургические процессы при сварке в инертных защитных газах. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

50. Особенности сварки в углекислом газе. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

51. Назначение компонентов покрытий для РДС. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

52. Вакуумная защита сварочной ванны (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

53. Вредные примеси в металле при сварке и их удаление. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

**Примерный перечень вопросов для экзамена в 5 семестре**

1. Сварочная ванна, ее типы. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

2. Структура и свойства металла в сварных соединениях. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

3. Первичная кристаллизация металла сварочной ванны. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

4. Характерные зоны металла в сварных соединениях. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

5. Химическая неоднородность металла на границах кристаллизационных слоев. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

6. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при нагреве. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

7. Вторичная кристаллизация и строение сварного соединения. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

8. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при охлаждении. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

9. Формирование зоны термического влияния и ее влияние на характеристику сварного шва. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

10. Структура и свойства металла зоны термического влияния при сварке закаливающихся сталей. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

11. Деформационная способность металла при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

12. Холодные трещины в сварных соединениях. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

13. Температурный интервал хрупкости. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

14. Технологическая свариваемость металлов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

15. Горячая трещина, ее виды. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

16. Чувствительность стали к термическому циклу сварки. (ПК-17, ПК-18)

17. Проба ИМЕТ и валиковая проба. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

18. Ликвационные процессы при кристаллизации сварного шва. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

19. Способы устранения ликвационных прослоек. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

20. Принципы выбора сварочных материалов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

21. Процессы кристаллизации при сварке. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

22. Деформации в сварных образцах при получении продольных швов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

23. Горячие трещины при сварке, причины их возникновения. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

24. Влияние легирующих элементов на механические свойства сварного шва. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

25. Меры борьбы с горячими трещинами. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

26. Низкоуглеродистые стали и их свариваемость. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

27. Свойства металла в околошовной зоне при сварке высоколегированных сталей. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

28. Деформации в сварных образцах при получении продольных швов. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

29. Температурный интервал хрупкости. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

30. Структурные превращения низкоуглеродистой стали при нагреве. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

31. Ликвационные процессы при кристаллизации сварного шва. Способы устранения ликвационных прослоек. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

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

Факультет Машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»
Образовательная программа 15.03.01 "Машиностроение",
профиль: "Оборудование и технология сварочного производства"
Курс _3__ , семестр _6_

Экзамен по дисциплине: «Теория сварочных процессов»

**Билет № 1**

1. Сварочная ванна, ее типы.
2. Структура и свойства металла в сварных соединениях.

Утверждено на заседании кафедры "ОиТСП"
____ _____ 201__ г., протокол №
Заведующий кафедрой

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

Факультет Машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии сварочного производства»
Образовательная программа 15.03.01 "Машиностроение",
профиль: "Оборудование и технология сварочного производства"
Курс _3__ , семестр _6_

Экзамен по дисциплине: «Теория сварочных процессов»

**Билет № 2**

1. Первичная кристаллизация металла сварочной ванны.
2. Характерные зоны металла в сварных соединениях.

Утверждено на заседании кафедры "ОиТСП"
____ _____ 201__ г., протокол №
Заведующий кафедрой

Приложение 2.

Тематика лабораторных по дисциплине «**Теория сварочных процессов**»

Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**

Профиль подготовки

**Оборудование и технология сварочного производства**

(бакалавр)

очная форма обучения

**Практическая работа 1.** Определение эффективной мощности сварочных источников теплоты колометрическим методом. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 2.** Нагрев и расплавление электродов. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 3.** Проплавление основного металла при наплавке валиков. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 4.** Исследование ионизирующего действия компонентов электродных покрытий. – 3 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 5.** Схема кристаллизации сварных швов. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 6.** Изучение структуры сварных соединений. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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

**Практическая работа 7**. Определение деформаций в процессе нагрева. – 2 час. (ПК-3, ПК-17, ПК-18) концентрированными потоками энергии.

Оснащение:

- 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.

**Практическая работа 8.** Определение механических свойств сплавов в температурном интервале кристаллизации. – 3 час. (ПК-17, ПК-18)

Оснащение:

- 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.

Составитель: к.т.н., доц. Латыпова Г.Р.

Приложение 3.

Структура и содержание дисциплины «Теория сварочных процессов»
по направлениям подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
(Образовательная программа «Оборудование и технология сварочного производства»)
Квалификация выпускника
**бакалавр**
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 | **Современная теория образования соединения при сварке и пайке**<br>Термодинамическая оценка вероятности образования соединения и смачивания жидкостью поверхности твердого тела.<br>Взаимодействие двух поверхностей поликристаллических материалов. Основные стадии взаимодействия.<br>**Образование соединения при сварке в твердом состоянии**<br>Особенности развития взаимодействия в контакте твердых тел при сварке однородных и разнородных материалов на всех этапах взаимодействия. | | | | | | | | | | | + | | | |
| 2 | **Образование соединения при участии жидкой фазы**<br>Роль жидкой фазы на стадии образования физического контакта, активации контактных поверхностей и объемном взаимодействии<br>**Общие требования к источникам энергии для сварки и пайки** | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Понятие об источниках энергии. Классификация источников энергии, используемых для соединения материалов. Понятие о термическом к.п.д. источника. Тепловая мощность источника и плотность энергии в пятне нагрева при сварке.<br>**Газовое пламя**<br>Строение ацетилено-кислородного пламени. Химический состав отдельных зон пламени. Распределение температуры по длине пламени. Регулирование тепловой мощности газового пламени. | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | **Электрическая сварочная дуга**<br>Процессы в дуговом разряде. Структура дугового разряда. Технологические особенности сварочной дуги.<br>Особенности горения сварочной дуги при питании ее постояннбым и переменным током. Плазменно-дуговой разряд и его применение в сварочных процессах<br>**Другие источники энергии**<br>Использование энергии движущихся электронов для нагрева при сварке (электронный луч). Использование лучистой энергии для нагрева при сварке (фотонный луч). Выделение теплоты при пропускании тока через солевой расплав (Электрошлаковые сварочные процессы).<br>**Общая характеристика металлургических процессов при сварке и пайке**<br>Нагрев, плавление, испарение металла в сварочной ванне. Образование газовых пор и горячих трещин.<br>**Свариваемость** | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Понятие о свариваемости. Физическая и технологическая свариваемость | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | **Кристаллизация**<br>Основные представления теории кристаллизации<br>**Особенности кристаллизации при сварке и пайке**<br>Типы первичной структуры при кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на структуру. Кристаллизация металла сварочной ванны. Макроструктура сварного шва. Факторы, влияющие на первичную структуру металла шва.<br>**Химическая неоднородность сварного соединения.**<br>Понятие о химической неоднородности. Виды химической неоднородности сварных швов. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва. | | | | | | | | | | | + | | | |
| 5 | **Дефекты кристаллической решетки металлов при сварке**<br>Общие представления о дефектах кристаллического строения. Особенности распределения несовершенств кристаллической решетки в металле сварного шва.<br>**Горячие трещины в металлах при сварке**<br>Природа образования горячих трещин при сварке<br>Методы оценки сопротивляемости металла образованию горячих трещин.<br>Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин<br>**Методы исследования напряжений и деформаций при сварке** | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Расчетные методы исследований напряжений и деформаций при сварке. Экспериментальные методы исследования распределения напряжений и деформаций в элементах сварных конструкций. **Окисление металла при сварке и пайке** Окисление газами. Классификация газовых сред, используемых в сварочных процессах. Окисление металлов шлаками. Процессы, протекающие при нагреве и плавлении флюсов. Образование шлаков и их взаимодействие с металлами. | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | **Раскисление металлов при сварке и пайке** Влияние состава шлака на его раскисляющую способность. Основные химические реакции взаимодействия. Особенности раскисления при сварке легированных сталей и цветных металлов. Основные шлаковые системы. Понятие о раскислении в условиях пайки. **Взаимодействие водорода и азота с металлами в сварочных процессах** Характер взаимодействия водорода и азота с твердым и жидким металлами в условиях сварочных процессов. **Легирование и рафинирование металлов при сварке** Основные задачи и способы легирования. Задачи рафинирования. Влияние основных примесей на свойства сварного шва. **Кинетика напряженно-деформированного состояния металла при сварке** Кинетика развития напряжений и деформаций в термическом цикле сварки. | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Распределение продольных напряжений и деформаций в поперечных сечениях стыковых сварных швов.<br>Температурные и временные зависимости изменения внешних и внутренних деформаций и напряжений. | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | **Влияние условий сварки на кинетику напряженно-деформированного состояния металла при сварке**<br>Влияние условий сварочного нагрева на развитие напряжений и деформаций и на распределение их в свариваемых элементах.<br>Влияние механических характеристик свариваемых металлов на формирование остаточных напряжений.<br>Особенности процесса развития напряженно-деформированного состояния при сварке сплавов, претерпевающих фазовые превращения.<br>Методы регулирования сварочных напряжений и деформаций.<br>**Фазовые и структурные превращения**<br>Характерные структурные зоны в сварных и паяных соединениях.<br>Термодинамика и кинетика превращений в твердом состоянии.<br>Термодинамика и кинетика превращений в твердом состоянии.<br>Структурные превращения в сплавах при нагреве и охлаждении. | | | | | | | | | | | + | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | **Фазовые и структурные превращения при сварке сталей**<br>Превращения в шве и основном металле при нагреве и охлаждении.<br>Способы регулирования структуры сварных соединений.<br><br>**Холодные трещины в сварных соединениях**<br>Природа и механизм холодных трещин.<br>Роль водорода в образовании холодных трещин.<br>Способы оценки склонности металла к образованию холодных трещин.<br>Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей образованию холодных трещин. | | | | | | | | | | | + | | | |
| | Итого: | | | 10 | 10 | | 160 | | | | | | | + | + |