

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 28.09.2023 17:16:59

Уникальный программный ключ:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафонов/

« 16 » февраля 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Металлургические процессы при сварке и пайке»

Направление подготовки

**15.04.01 «Машиностроение»**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Комплексные технологии в сварочном и механосборочном производстве»**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

к.т.н., доцент кафедры «Оборудование  
и технологии сварочного производства»

/Г.Р. Латыпова/

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой ОиТСП,  
к.т.н., доцент

/Е.В. Сафонов/

## Содержание

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....                  | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре образовательной программы .....                       | 5  |
| 3.   | Структура и содержание дисциплины.....   | 5  |
| 3.1. | Виды учебной работы и трудоемкость .....   | 6  |
| 3.2. | Тематический план изучения дисциплины .....  | 6  |
| 3.3. | Содержание дисциплины .....  | 6  |
| 3.4. | Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий .....                     | 7  |
| 3.5. | Тематика курсовых проектов (курсовых работ) .....                                  | 7  |
| 4.   | Учебно-методическое и информационное обеспечение.....                              | 7  |
| 4.1. | Нормативные документы и ГОСТы .....  | 7  |
| 4.2. | Основная литература .....  | 8  |
| 4.3. | Дополнительная литература .....  | 8  |
| 4.4. | Электронные образовательные ресурсы.....   | 8  |
| 4.5. | Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение .....             | 9  |
| 4.6. | Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... | 8  |
| 5.   | Материально-техническое обеспечение .....  | 10 |
| 6.   | Методические рекомендации .....  | 9  |
| 6.1. | Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения .....          | 10 |
| 6.2. | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....                 | 11 |
| 7.   | Фонд оценочных средств .....   | 12 |
| 7.1. | Методы контроля и оценивания результатов обучения.....                             | 14 |
| 7.2. | Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....                              | 15 |
| 7.3. | Оценочные средства .....   | 15 |

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Металлургические процессы при сварке и пайке» является:

- 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;
- изучение сварочной специальности металлургических процессов происходящих, влияющих на соединение и его свойства.
- формирование умения практического применения методологии выбора материалов и технологий машиностроения.

Задачи дисциплины: изучение студентами сварочной специальности с основными теоретическими представлениями в области сварки и пайки, которые лежат в основе существующих технологий соединения конструкционных материалов.

Изучение курса «Металлургические процессы при сварке и пайке» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Металлургические процессы при сварке и пайке» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций   | Индикаторы достижения компетенции   |
|--|---|
| <p><b>ПК-1.</b> Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства</p> | <p>ИПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а так же технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации.</p> <p>ИПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а так же выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта.</p> <p>ИПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | (изделий, продукции).  |
| <b>ПК-2.</b> Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля | ИПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.<br>ИПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству.<br>ИПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией. |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Металлургические процессы при сварке и пайке» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на факультете машиностроения, кафедрой «ОиТСП».

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

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

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

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

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

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

- технология сварных конструкций из однородных и разнородных материалов
- технология металлизации сварочными методами
- прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами
- сварка спецсталей и сплавов
- гибридные технологии в сварочном производстве
- технологические особенности контактной сварки

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(е) единиц(ы) (72 часа), Изучается на 3 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

#### 3.1.1. Очная форма обучения

| №<br>п/п | Вид учебной работы                     | Количество<br>часов | Семестры  |
|----------|--|---------------------|-----------|
|          |  |                     | 3 семестр |
| <b>1</b> | <b>Аудиторные занятия</b>              | 36                  | 36        |
|          | В том числе:                           |                     |           |
| 1.1      | Лекции                                 | 18                  | 18        |
| 1.2      | Семинарские/практические занятия       | 18                  | 18        |
| 1.3      | Лабораторные занятия                   |                     |           |
| <b>2</b> | <b>Самостоятельная работа</b>          | 36                  | 36        |
|          | В том числе:                           |                     |           |
| 2.1      | Подготовка и защита лабораторных работ |                     |           |
| 2.2      | Самостоятельное изучение               | 36                  | 36        |
|          |  |                     |           |
| <b>3</b> | <b>Промежуточная аттестация</b>        |                     |           |
|          | Зачет/диф.зачет/экзамен                |                     | зачет     |
|          | <b>Итого</b>                           | <b>72</b>           | <b>72</b> |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

### 3.3 Содержание дисциплины

Введение

1. Общие принципы технологии пайки.
2. Подготовка поверхности металлов под пайку.
3. Способы пайки, классифицируемые по источнику нагрева и паяльное оборудование:

- Пайка в печах
- Индукционная пайка
- Пайка электросопротивлением
- Электролитная пайка
- Пайка погружением

Пайка погружением в расплавленную соль.

Пайка погружением в расплавленный припой.

- Пайка световыми лучами
- Электронно-лучевая пайка
- Пайка лазером
- Газопламенная пайка
- Плазменная пайка
- Пайка паяльником

- Конденсационная пайка (в парообразной фазе)

4. Пайка металлических материалов. Пайка металлов с неметаллическими материалами.

5. Конструирование и прочность паяных изделий. Дефекты и их влияние на свойства паяных соединений.

6. Исследование свойств паяных соединений и контроль качества паяных изделий.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### Семинары/Практические занятия (ПК-1, ПК-2)

1. Особенности металлургических процессов взаимодействия металла сварного соединения с элементами окружающей среды (ПК-1, ПК-2)
2. Основные реакции с кислородом, водородом, серой, фосфором в зоне сварного соединения при различных способах сварки. (ПК-1, ПК-2)
3. Влияние кислорода на качество сварного шва и паяного соединения. (ПК-1, ПК-2)
4. Химические реакции взаимодействия кислорода с элементами, входящими в состав расплавленного металла шва. (ПК-1, ПК-2)
5. Источники поступления кислорода в сварную ванну, околошовную зону и в зону пайки. (ПК-1, ПК-2)
6. Реакции взаимодействия железа с кислородом воздуха, с окисными пленками на свариваемых поверхностях, материалами электродных покрытий из флюсов, парами воды. (ПК-1, ПК-2)
7. Реакции выгорания углерода, легирующих элементов и примесей из расплавленного металла шва и околошовной зоны. (ПК-1, ПК-2)
8. Влияние кислорода в виде твердого раствора и окислов в металле шва на характеристики прочности, пластичности, ударной вязкости, стойкости металла шва коррозии, склонности к старению. (ПК-1, ПК-2)

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

- ГОСТ 3242-79 Соединения сварные методы контроля качества
- ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий
- ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения
- ГОСТ 34061-2017 Сварка и родственные процессы. Определение содержания водорода в наплавленном металле и металле шва дуговой сварки
- ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения
- ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов
- ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка.
- ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.
- ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения.
- ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация.
- ГОСТ 23870-79 Свариваемость сталей. Метод оценки влияния сварки плавлением на основной металл.
- ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
- ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.
- ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.
- ОСТ 92-1152-75 Сварка и пайка. Подготовка поверхности деталей под сварку и пайку. Обработка сборочных единиц после сварки и пайки
- ОСТ 92-1611-74 Контроль просвечиванием сварных и паяных соединений

## 4.2 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.
2. Петров Г.Л., Гумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977.
3. Теория сварочных процессов /Под ред. В.В. Фролова. М.; Высшая школа, 1988.
4. Пайка металлов. Петрунин И.Е., Лоцманов С.Н., Николаев Г.А. М.: «Металлургия», 1973, 2-е изд., -280 с.
5. Пайка металлов. Лоцманов С.Н., Петрунин И.Е. М.: «Машиностроение», 1966, - 252 с.
6. Пайка металлов. Лашко Н.Ф., Лашко С.В. М.: «Машиностроение», 1977, - 328 с.
7. Специальные методы сварки и пайки /Под ред. В.А. Фролова. М. Интернет Инжиниринг, 2003. – 184 с.
8. Технологические основы сварки и пайки в авиастроении: Учебник для студентов вузов/ В.А. Фролов, В.В. Пешков, В.А. Саликов и др.; Под общ. ред. В.А. Фролова – 2-е изд. – М.: Интернет Инжиниринг, 2004. – 576 с.

## Интернет ресурсы

1. Теория сварочных процессов : учебное пособие / В.М. Неровный, А.В. Коновалов, Б.Ф. Якушин [и др.] ; под редакцией В.М. Неровного. - 2-е изд. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. - 702 с. - ISBN 978-5-7038-4543-1. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/106410>
2. Дедюх, Р.И. Тепловые процессы при сварке : учебное пособие / Р.И. Дедюх. - 2-е изд. - Томск : ТПУ, 2013. - 124 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/45135>

## 4.3 Дополнительная литература

1. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. т.1 М.: Metallurgy, 1968.
2. Сварка и свариваемые материалы. Справочник, т.1. - М.: Metallurgy, 1991.  
Сварка и свариваемые материалы. Справочник, т.2. - М.: МГТУ им. Баумана, 1996.

## 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР  | Ссылка  |
|---|---|
| Особенности металлургических процессов пайки при различных источниках нагрева | <a href="https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479">https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479</a> |

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

([elib.mgup.ru](http://elib.mgup.ru); [lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog](http://lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog)) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

#### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Нет

#### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

|   | Наименование   | Ссылка на ресурс  | Доступность                              |
|---|--|---|--|
| <b>Информационно-справочные системы</b> |  |   |  |
|   | Stack Overflow   | <a href="https://stackoverflow.com/">https://stackoverflow.com/</a>   | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | Сайт о сварке, здесь можно ознакомиться с технологиями и подробностями электрошлаковой, лазерной и электронно-лучевой сварки, изучить статьи о тепловом соединении различных металлов друг с другом и с неметаллами. | <a href="http://websvarka.ru">websvarka.ru</a>                        | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | Специализированные сайты по сварке   | <a href="http://tiberis.ru">http://tiberis.ru</a>                     | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | Специализированные сайты по сварке   | <a href="https://svarka.guru/">https://svarka.guru/</a>               | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | Welding Technologi Consalting<br>Инженерно-техническая группа специалистов   | <a href="https://weldingeniring.com">https://weldingeniring.com</a>   | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| <b>Электронно-библиотечные системы</b>  |  |   |  |
|   | Лань   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>           | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | IPR Books  | <a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a> | Доступна в сети Интернет без ограничений |
|   | Юрайт  | <a href="https://www.urait.ru/">https://www.urait.ru/</a>             | Доступна в сети Интернет без ограничений |
| <b>Профессиональные базы данных</b>     |  |   |  |
|   | База данных научной  | <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>           | Доступно                                 |

|  |   |          |
|--|---|----------|
| электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)   |   |          |
| Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных | <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a> | Доступно |
| Scopus - единая библиографическая и реферативная база данных рецензируемой научной литературы                                      | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>   | Доступно |

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами.

## 6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Металлургические процессы при сварке и пайке» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

- аудиторные занятия: лекции, тестирование;
- внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к семинарам.

### Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуются факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержанием РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## **6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мсполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

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

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

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 самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

## **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

- 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
- 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения
- 7.3. Оценочные средства
  - 7.3.1. Текущий контроль
  - 7.3.2. Промежуточная аттестация

**Раздел 7 РПД - ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Металлургические процессы при сварке и пайке»**

Направление подготовки

**15.04.01 «Машиностроение»**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Комплексные технологии сварочного и механосборочного производства»**

**7. Фонд оценочных средств**

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, реферат, семинары/практические работы, зачет.

Обучение по дисциплине «Металлургические процессы при сварке и пайке» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| <b>Код и наименование компетенций</b>  | <b>Индикаторы достижения компетенции</b>   |
|--|--|
| ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства                   | ИПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а так же технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации.<br>ИПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а так же выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта.<br>ИПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции). |
| ПК-2. Способность к руководству деятельностью сварочного производства и обеспечением ее контроля | ИПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.<br>ИПК 2.2. Умеет проводить научно-   |

|  |   |
|--|---|
|  | исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству. ИПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией. |
|--|---|

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

| № ОС | Наименование оценочного средства          | Краткая характеристика оценочного средства  | Представление оценочного средства в ФОС   |
|------|---|---|---|
| 1    | Семинары (С)/<br>Практические работы (ПР) | Метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы; оценивается способность студента к решению различных прикладных задач, образцы которых были                           | Перечень семинаров/практических работ   |
| 2    | Реферат (Р)                               | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно – исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее | Темы рефератов  |
| 3    | Тесты                                     | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.  | Фонд тестовых заданий<br>Ссылка в ЛМС на курс по данной дисциплине<br><a href="https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479">https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479</a>   |
| 4    | Ответы на контрольные вопросы             | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как письменные ответы на вопросы.   | Вопросы по темам/разделам дисциплины<br>Ответы на контрольные вопросы в ЛМС и выкладывание ответов на вопросы в элемент «задание» по ссылке <a href="https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479">https://online.mospolytech.ru/mod/page/view.php?id=8479</a> |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводиться как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

**Форма промежуточной аттестации: зачёт.**

| Шкала оценивания  | Описание  |
|-------------------|---|
| <i>Зачтено</i>    | 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. |
| <i>Не зачтено</i> | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. 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.                       |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1. Текущий контроль

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

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

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

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

|  |   |
|--|---|
|  | ЛМС в элемент «задание». Ответить нужно на все вопросы по всем темам данной дисциплины, которые есть в системе ЛМС. |
|--|---|

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

#### **Примерный перечень тем для рефератов:**

1. Раскисление металла шва марганцем, кремнием, углеродом, алюминием. (ПК-1, ПК-2)
2. Влияние азота на качество сварного и паяного шва. (ПК-1, ПК-2)
3. Источники поступления азота в сварочную ванну. (ПК-1, ПК-2)
4. Реакции взаимодействия азота с металлом сварного шва сталей и цветных металлов и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
5. Диаграмма растворимости азота в железе. (ПК-1, ПК-2)
6. Влияние способа сварки на содержание азота в металле сварного шва. (ПК-1, ПК-2)
7. Способы защиты сварочной ванны от взаимодействия с азотом при сварке сталей и цветных металлов и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
8. Металлургические процессы взаимодействия металла сварного шва с водородом. (ПК-1, ПК-2)
9. Источники поступления водорода в сварочную ванну. (ПК-1, ПК-2)
10. Диаграмма растворимости водорода в железе с повышением температуры. (ПК-1, ПК-2)
11. Реакции взаимодействия металла шва с водородом. (ПК-1, ПК-2)
12. Металлургические процессы взаимодействия металла сварного и паяного шва с серой и фосфором. (ПК-1, ПК-2)
13. Диаграммы состояния систем железо-сера и железо-фосфор. (ПК-1, ПК-2)
14. Источники поступления серы и фосфора в сварочную ванну. (ПК-1, ПК-2)
15. Особенности металлургических процессов, протекающих при сварке алюминия, магния, титана и их сплавов. (ПК-1, ПК-2)
16. Шлакообразующие, газообразующие, раскисляющие, легирующие, компенсирующие, стабилизирующие, пластифицирующие и связующие компоненты в составе покрытий электродов, флюсов при сварке под слоем флюса основного металла. (ПК-1, ПК-2)
17. Защитные газы (Ge, Ag, C(2) при сварке и пайке в их среде. (ПК-1, ПК-2)
18. Шлаковые фазы и их назначение. (ПК-1, ПК-2)
19. Главные компоненты шлаковых фаз по химическому характеру: кислотные, основные, нейтральные. (ПК-1, ПК-2)
20. Сварочные шлаки по составу: алюмосиликатные, безкислородные (фторидные). Их состав, свойства и назначение. (ПК-1, ПК-2)
21. Распределение марганца и кремния между шлаком и металлом. (ПК-1, ПК-2)
22. Удаление шлаками нежелательных в сварном шве серы, фосфора и др. элементов. (ПК-1, ПК-2)
23. Особенности физико-химических процессов, протекающих при сварке никеля, тугоплавких и разнородных металлов. (ПК-1, ПК-2)
24. Особенности металлургических процессов при сварке сталей различных структурных классов и цветных металлов и сплавов (ПК-1, ПК-2)
25. Металлургические процессы при сварке углеродистых сталей. (ПК-1, ПК-2)
26. Выбор металлургического варианта сварки. (ПК-1, ПК-2)

27. Методы десульфатации и дефосфорации при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
28. Металлургические процессы при сварке покрытыми электродами, самозащитной сварочной порошковой проволокой, под слоем флюса, в атмосфере защитных газов, электрошлаковой сварке, газовой сварке. (ПК-1, ПК-2)
29. Металлургические процессы при сварке низко-, средне-, высоколегированных сталей. (ПК-1, ПК-2)
30. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния сварных соединений из углеродистых низко-, средне- и высоколегированных сталей. (ПК-1, ПК-2)
31. Особенности физико-химических процессов, которые протекают при сварке меди и ее сплавов, средне- и высоколегированных сталей. (ПК-1, ПК-2)

**Примерный перечень вопросов, который преподаватель может выложить в системе ЛМС:**

1. Определение пайки. Преимущества и недостатки. Область применения. (ПК-1, ПК-2)
2. Классификация способов пайки.. (ПК-1, ПК-2)
3. Припой. Определение и классификация. (ПК-1, ПК-2)
4. Флюсы. Определение и классификация. (ПК-1, ПК-2)
5. Оксидные пленки на поверхности металлов и особенности их роста. (ПК-1, ПК-2)
6. Активирование поверхностей при пайке. Механические и физические методы активирования. (ПК-1, ПК-2)
7. Активирование поверхностей при пайке путем диссоциации оксидов. (ПК-1, ПК-2)
8. Активирование поверхностей при пайке путем восстановления оксидов. (ПК-1, ПК-2)
9. Активирование поверхности паяных материалов за счет растворения кислорода из оксидов. Автовакуумный нагрев. (ПК-1, ПК-2)
10. Реакции взаимодействия оксидов с компонентами газовых флюсов и парами металлов. (ПК-1, ПК-2)
11. Стадии образования соединений при пайке. (ПК-1, ПК-2)
12. Смачивание. Определение. Уравнение Юнга. Адгезия. Уравнение Дюпре. (ПК-1, ПК-2)
13. Смачивание в равновесных и неравновесных системах. Адгезионно активная пайка. (ПК-1, ПК-2)
14. Растекание припоев. Определение. Количественная оценка. (ПК-1, ПК-2)
15. Кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке. (ПК-1, ПК-2)
16. Диффузионные процессы в паяных соединениях в твердой фазе. (ПК-1, ПК-2)
17. Фронтальное растворение паяемого материала в припое. Причины, закономерности, пути управления. (ПК-1, ПК-2)
18. Паяемость алюминиевых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
19. Паяемость конструкционных сталей. (ПК-1, ПК-2)
20. Локальное растворение паяемого материала. Причины и возможности регулирования. (ПК-1, ПК-2)
21. Контактное-реактивное плавление и его особенности. (ПК-1, ПК-2)
22. Основные схемы контактно-реактивной пайки. Возможности регулирования и технологические возможности. (ПК-1, ПК-2)
23. Контактное плавление с участием одного из компонентов в паровой фазе. (ПК-1, ПК-2)
24. Паяемость титановых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
25. Образование химических соединений в паяных швах. (ПК-1, ПК-2)
26. Влияние формы образующихся интерметаллидов на механические свойства паяных соединений. (ПК-1, ПК-2)

27. Образование интерметаллидных фаз при пайке разнородных материалов. (ПК-1, ПК-2)
28. Технологические возможности управления процессом образования и роста прослоек химических соединений. (ПК-1, ПК-2)
29. Особенности кристаллизации паяного шва при пайке. (ПК-1, ПК-2)
30. Особенности эвтектической кристаллизации паяного шва. Химическая неоднородность паяных соединений. (ПК-1, ПК-2)
31. Паяемость. Виды дефектов в паяных соединениях и методы их контроля. (ПК-1, ПК-2)
32. Паяемость меди и сплавов на ее основе. (ПК-1, ПК-2)
33. Особенности формирования структуры паяных швов при пайке материалов разного химического состава. (ПК-1, ПК-2)
34. Методики исследования состава и структуры паяных соединений. (ПК-1, ПК-2)
35. Методы испытаний паяных соединений. (ПК-1, ПК-2)

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

**Промежуточная аттестация – зачет (3 семестр) может проводиться:**

- по билетам в устной форме
- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 30 мин.);
- время на выполнение задания. Тест проходит в течении 30 минут, 20 вопросов;
- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание задания на зачет:

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

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

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

Итоговая аттестация Зачет может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 60 и выше - **оценка - зачтено**

Студент набравший до 60 баллов - **оценка - не зачтено**

### **Перечень вопросов для подготовки к зачету и составления зачетно-экзаменационных билетов (3 семестр)**

1. Общая характеристика металлургических процессов при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
2. Окисление металлов при сварке. (ПК-1, ПК-2)
3. Окисление металлов окислами, находящимися на поверхности. (ПК-1, ПК-2)
4. Раскисление металлов при сварке. (ПК-1, ПК-2)
5. Окисление газами при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
6. Особенности раскисления при сварке. Медь и ее сплавы. (ПК-1, ПК-2)
7. Окисление металлов шлаками при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
8. Особенности раскисления при сварке. Алюминий и его сплавы. (ПК-1, ПК-2).
9. Особенности раскисления при сварке. Низкоуглеродистые стали. (ПК-1, ПК-2)
10. Взаимодействие шлака с металлом. (ПК-1, ПК-2)

11. Основные проблемы при сварке разнородных материалов. (ПК-1, ПК-2)
12. Влияние состава шлака на его раскисляющую способность. (ПК-1, ПК-2)
13. Механизм флюсования при пайке с флюсом в виде водного раствора хлористого цинка. (ПК-1, ПК-2)
14. Особенности раскисления металла паяного шва. (ПК-1, ПК-2)
- Легирование металла при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
15. Взаимодействие водорода и азота с металлом при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
16. Механизм флюсования при пайке с бескислотным флюсом. (ПК-1, ПК-2)
16. Особенности раскисления при сварке. Титановые сплавы. (ПК-1, ПК-2)
17. Взаимодействие водорода и азота с металлом при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
18. Процессы, протекающие при нагреве и плавлении флюсов в условиях сварки. (ПК-1, ПК-2)
19. Понятие о свариваемости. (ПК-1, ПК-2)
20. Нагрев, плавление, испарение металла в сварочной ванне. Основные химические реакции взаимодействия между металлом и шлаком. (ПК-1, ПК-2)
21. Влияние условий кристаллизации на структуру металла сварного шва. (ПК-1, ПК-2).
22. Понятие о химической неоднородности металла сварного шва. (ПК-1, ПК-2)
23. Типы первичной структуры при кристаллизации сварного шва. (ПК-1, ПК-2).
24. Образование газовых пор и горячих трещин в сварном шве при сварке. (ПК-1, ПК-2)
25. Причины образования усадочных раковин в сварном шве при точечной и шовной электроконтактной сварке. (ПК-1, ПК-2)
26. Макроструктура сварного шва при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
27. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
28. Факторы, влияющие на первичную структуру металла шва при сварке плавлением. (ПК-1, ПК-2)
29. Общая характеристика металлургических процессов при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
30. Нагрев, плавление, испарение металла в сварочной ванне. Образование газовых пор и горячих трещин. (ПК-1, ПК-2)
31. Свариваемость. (ПК-1, ПК-2)
32. Понятие о свариваемости. Физическая и технологическая свариваемость. Кристаллизация. (ПК-1, ПК-2)
33. Основные представления теории кристаллизации. (ПК-1, ПК-2)
34. Особенности кристаллизации при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
35. Кристаллизация металла сварочной ванны. Макроструктура сварного шва. Факторы, влияющие на первичную структуру металла шва. (ПК-1, ПК-2)
36. Химическая неоднородность сварного соединения. (ПК-1, ПК-2)
37. Понятие о химической неоднородности. Виды химической неоднородности сварных швов. (ПК-1, ПК-2)
38. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва. (ПК-1, ПК-2)
39. Окисление металла при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)
40. Окисление газами. Процессы, протекающие при нагреве и плавлении флюсов. (ПК-1, ПК-2)
41. Окисление металлов шлаками. Процессы, протекающие при нагреве и плавлении флюсов. Образование шлаков и их взаимодействие с металлами. (ПК-1, ПК-2)
42. Раскисление металлов при сварке и пайке. (ПК-1, ПК-2)

43. Влияние состава шлака на его раскисляющую способность. Основные химические реакции взаимодействия. (ПК-1, ПК-2)
44. Особенности раскисления при сварке легированных сталей и цветных металлов. Основные шлаковые системы. Понятие о раскислении в условиях пайки. (ПК-1, ПК-2)
45. Взаимодействие водорода и азота с металлами в сварочных процессах. (ПК-1, ПК-2)
46. Характер взаимодействия водорода и азота с твердым и жидким металлами в условиях сварочных процессов. (ПК-1, ПК-2)
47. Легирование и рафинирование металлов при сварке. (ПК-1, ПК-2)
48. Основные задачи и способы легирования. Задачи рафинирования. Влияние основных примесей на свойства сварного шва. (ПК-1, ПК-2)



|   |  |   |           |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|---|-----------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 | Способы пайки, классифицируемые по источнику нагрева и паяльное оборудование:<br>Пайка погружением<br>Пайка погружением в расплавленную соль.<br>Пайка погружением в расплавленный припой. | 3 | 7,8       | 2 | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Способы пайки, классифицируемые по источнику нагрева и паяльное оборудование:<br>Пайка световыми лучами<br>Электронно-лучевая пайка  | 3 | 9,10      | 2 | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Способы пайки, классифицируемые по источнику нагрева и паяльное оборудование:<br>Пайка лазером<br>Газопламенная пайка  | 3 | 11,<br>12 | 2 | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Способы пайки, классифицируемые по источнику нагрева и паяльное оборудование:<br>Плазменная пайка<br>Пайка паяльником<br>Конденсационная пайка (в парообразной фазе)                       | 3 | 13,<br>14 | 2 | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | Пайка металлических материалов.<br>Пайка металлов с неметаллическими материалами.  | 3 | 15,<br>16 | 2 | 2 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |

|   |  |   |           |           |           |  |           |  |  |  |  |  |  |  |   |
|---|--|---|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|---|
| 9 | Конструирование и прочность паяных изделий. Дефекты и их влияние на свойства паяных соединений. Исследование свойств паяных соединений и контроль качества паяных изделий. | 3 | 17,<br>18 | 2         | 2         |  | 4         |  |  |  |  |  |  |  |   |
|   | <b>Итого:</b>  |   |           | <b>18</b> | <b>18</b> |  | <b>36</b> |  |  |  |  |  |  |  | + |

1.