

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор НИУ «МЭИ»

Драгунов В.К.

«21» июня 2019 г.



Программа аспирантуры

Направление: 15.06.01 «Машиностроение»

Направленность(специальность): 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Теория обработки материалов КПЭ»

Индекс дисциплины по учебному плану Б1.В.ДВ.2.1

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе

6 часов — консультация

84 часа — самостоятельная работа

18 часов — контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 881, и паспорта специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии» (по отраслям), номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 2 сентября 2014 г. № 1192.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является рассмотрение различных вопросов, связанных с воздействием сварочных источников на обрабатываемый материал, получения неразъемных сварных соединений конструкционных материалов и подходов к рациональному построению технологий сварки.

Задачами дисциплины являются:

- изучение физических явлений при сварке конструкционных металлических материалов;
- ознакомление с научными основами свариваемости конструкционных металлических материалов;
- изучение технологических основ сварки плавлением;
- изучение протекания тепловых процессов и возникновения деформаций при сварке.

В процессе освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);
- способность формировать и аргументированно представлять научные гипотезы (ОПК-3);
- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-6);
- способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий (ПК-1);
- способность систематически изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт (ПК-8).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- области применения и методы решения задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера (ОПК-2);

- общие методы построения и типы гипотез, требования, предъявляемые к научной гипотезе (ОПК-3);

- цели и задачи научных исследований в области получения и обработки материалов, основные источники научно-технической информации в этих областях и требования к представлению информационных материалов (ОПК-6);

- особенности решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

- научно-техническую информацию по тематике исследования, техническую документацию (ПК-8);

уметь:

- использовать различные методы при решении задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники. (ОПК-2);

- отбирать и анализировать необходимую информацию (ОПК-3);

- самостоятельно разрабатывать план работы, методы исследования и способы обработки полученных результатов, представлять в соответствующем виде полученные научные результаты (ОПК-6);

- решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

- подбирать научно-техническую информацию по тематике для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (навыки поиска информации) (ПК-8);

владеть:

- навыками формулировки и решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера (ОПК-2);

- навыками формулирования и аргументированного представления научных гипотез (ОПК-3);

- системными знаниями в области получения и обработки материалов, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ в этих областях (ОПК-6);

- информацией о путях решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

- навыками применения различных новых методов сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации по тематике исследования (ПК-8).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основы технологии сварки плавлением

Классификация сварочных процессов. Физическое строение металлов и его значение для сварки (роль атомно-кристаллического строения металлов). Образование сварного соединения. Структура и свойства сварного соединения. Тепловые процессы при формировании сварного соединения. Свариваемость материалов и ее показатели

2. Особенности технологии сварки материалов КПЭ

Сварка углеродистых сталей. Сварка низколегированных перлитных сталей. Сварка теплоустойчивых сталей. Сварка низко- и среднелегированных сталей мартенситно-бейнитного класса. Сварка высоколегированных сталей. Сварка разнородных по составу и структурному классу сталей. Сварка сплавов на никелевой основе. Сварка сплавов на основе алюминия. Сварка титана и его сплавов. Сварка меди и ее сплавов. Сварка тугоплавких металлов и сплавов на их основе

3. Обработка материалов электронным лучом

Формирование электронного луча. Взаимодействие электронов с обрабатываемым материалом. Формирование канала проплавления. Особенности формирования глубокого парогазового канала при электронно-лучевой обработке. Эффективность процесса ЭЛС. Специфические дефекты. Теоретический расчет режимов ЭЛС.

4. Особенности технологии обработки материалов электронным лучом

Технологические схемы и конструкции соединений для ЭЛС. Технологические приемы при ЭЛС (развертка электронного луча, формирование сварных соединений с использованием внешних магнитных полей). Особенности технологии ЭЛС различных материалов. Поверхностная термическая обработка электронным лучом. Модификация поверхности. Электронно-лучевая наплавка и аддитивное формообразование. Электронно-лучевая перфорация

5. Обработка материалов лазерным излучением

Лазерное излучение и его свойства. Взаимодействие лазерного излучения с материалами. Термическое воздействие лазерного излучения на материал.

6. Особенности технологии обработки материалов электронным лучом

Классификация методов лазерной обработки. Упрочнение поверхности лазерным излучением. Лазерное легирование и наплавка. Лазерная сварка материалов. Обработка отверстий лазерным излучением. Резка лазерным излучением. Лазерное скрайбирование и термораскалывание

7. Обработка материалов плазменной дугой

Плазменная дуга и особенности ее формирования.

8. Особенности технологии обработки материалов плазменной дугой

Плазменная резка. Сварка плазменной дугой. Плазменная наплавка.
Плазменное напыление

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 3 семестр
– дифференцированный зачет.

а) Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие физические явления происходят в зоне формирования сварного соединения?
- 2 Физическое и технологическое определение процесса сварки.
- 3 Из каких зон состоит сварное соединение?
- 4 Опишите характерные признаки зон сварного соединения. Как эти зоны образуются при сварке?
- 5 Как добиваются равнопрочности сварного шва с основным металлом?
- 6 Всегда ли нужно добиваться равнопрочности шва и основного металла?
- 7 От каких факторов зависит ширина зоны сплавления?
- 8 Что называется зоной термического влияния?
- 9 Из каких участков состоит зона термического влияния?
- 10 От чего зависит величина зоны термического влияния?
- 11 Отличается ли химический состав металла в зоне термического влияния от химического состава основного свариваемого металла?
- 12 Какие изменения происходят в металле участка перегрева?
- 13 Температурный интервал хрупкости и его критерии
- 14 Влияние термокинетики поведения аустенита на свариваемость углеродистых сталей.
- 15 Перечислить основные технологические рекомендации при сварке теплоустойчивых сталей.
- 16 Влияние скорости сварки на схему кристаллизации металла шва при сварке аустенитных сталей
- 17 В чем состоит особенность формирования зоны сплавления при сварке разнородных по химсоставу сталей
- 18 Что называют активной средой?
- 19 Почему лазерное излучение называют вынужденным излучением?
- 20 Перечислить основные физические параметры лазерного излучения
- 21 Объяснить физическую сущность коэффициента отражения.
- 22 Как происходит преобразование энергии луча в тепловую энергию?

23 Описать распределение энергосвечения электронов по глубине материала

24 Какое соотношение силовых факторов обеспечивает увеличение глубины проплавления?

25 В чем состоит особенность подготовки стыка при ЭЛС?

26 Физическое определение плазменной дуги как источника тепла.

27 Описать технологические схемы наплавки плазменной дугой

б) Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов

1 Перечислить и охарактеризовать основные физические свойства металлических материалов, которые способствуют образованию работоспособного сварного соединения.

2 Перечислить и дать характеристику типов связей между элементарными частицами материальных сред.

3 Сварочный термический цикл (СТЦ): причины, определяющие его формирование и вид.

4 Перечислить основные параметры СТЦ.

5 Сварочная ванна: определение, параметры и ее влияние на формирование литой зоны металла шва

6 Особенности процессов формирования первичной и вторичной структуры металла шва

7 Зона термического влияния (ЗТВ): определение, причины, вызывающие ее появление, основные участки ЗТВ и их характеристика.

8 Основные расчетные схемы нагреваемых при сварке тел и их характеристика

9 Типы источников теплоты, используемых при сварке.

10 Понятие свариваемости металлических материалов и ее критерии.

11 Технологическая прочность и ее критерии.

12 Температурный интервал хрупкости и его критерии.

13 Основные критерии свариваемости сталей и их связь с химическим составом

14 Технологические методы повышения сопротивляемости металла сварного соединения образованию горячих и холодных трещин.

15 Объяснить влияние содержания хрома на свариваемость ферритных и мартенситно-ферритных сталей.

16 Влияние термодинамической активности углерода на формирование структуры при сварке разнородных сталей.

17 Что представляет собой модовый состав лазерного излучения?

18 Перечислить основные физические параметры лазерного излучения.

19 Перечислить методы поверхностной обработки лазерным излучением и дать их краткую характеристику.

20 Перечислить особенности формирования глубокого парогазового канала при электронно-лучевой обработке?

21 Какие специфические дефекты возникают при ЭЛС с глубоким проплавлением?

- 22 Перечислить основные силовые факторы при формировании канала проплавления.
- 23 Охарактеризовать достоинства ЭЛС горизонтальным лучом.
- 24 Какие преимущества ЭЛС реализуются при формировании отклоненного и расщепленного луча?
- 25 Что является основным критерием тепловой мощности электронного луча?
- 26 Какие условия необходимы для осуществления обработки электронным лучом и каким образом они обеспечиваются?
- 27 Схемы процесса напыления с использованием энергии плазменной струи.
- 28 Достоинства плазменной струи и принцип ее формирования.
- 29 Электрические и механические характеристики плазменной дуги
- 30 Возможные схемы основных типов покрытий, получаемых плазменным напылением.

Критерии оценки за освоение дисциплины:

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется при правильном ответе на оба вопроса зачетного билета и на дополнительные вопросы, что свидетельствует об отличном владении материалом изученной дисциплины и умении свободно применять свои знания для объяснения различных явлений.

Оценка «ХОРОШО» выставляется при правильном ответе на вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы, но при наличии в ответах не принципиальных ошибок.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется при наличии существенных и даже грубых ошибок, но последующем их самостоятельном исправлении при ответе на вопросы билета и на дополнительные вопросы.

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется в случае отсутствия ответа на оба вопроса экзаменационного билета и на заданные дополнительные вопросы, что свидетельствует о пробелах в знаниях большого раздела экзаменационной программы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

- 1 Новокрещенов В.В., Родякина Р.В. Высокоэффективные процессы обработки материалов современной энергетики. Учебное пособие. М.: Вече, 2015. — 272 с. (НТБ 300 экз.)
- 2 Драгунов В.К., Гончаров А.Л., Терентьев Е.В., Марченков А.Ю. Создание сварных комбинированных конструкций в энергетике. Часть 1: физические процессы при сварке разнородных металлов. Учебное пособие. М.: Вече, 2015. — 176 с. (НТБ 300 экз.)

Дополнительная литература:

1 Теория сварочных процессов: учебник для вузов по направлению «Машиностроительные технологии и оборудование», специальность «Оборудование и технология сварочного производства». Общ. Ред. В.М. Неровного. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 702 с. (НТБ 2 экз.)

2 Деев Г.Ф., Деев Д.Г. Зона сплавления в сварном соединении. Для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям подготовки «Машиностроение», «Материаловедение и технологии материалов», «Технология материалов». — СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 152 с. (НТБ 1 экз.)