

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Сварные комбинированные конструкции**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

В.К. Драгунов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

П.В. Волков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л.
Гончаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

ИД-1 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

2. РПК-7 Способен участвовать в проведении научных исследований в области производства объектов профессиональной деятельности, а также контроля и диагностики свойств и структуры материалов этих объектов

ИД-3 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита РГР «Определение основных параметров тепловых и диффузионных процессов при сварке разнородных металлов» (Коллоквиум)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест № 1 «Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов» (Тестирование)

2. Тест № 2 «Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов» (Тестирование)

3. Тест № 3 «Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ № 1 «Определение термоэлектрических свойств сталей различных структурных классов»; № 2 «Определение отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности»; № 3 «Определение ширины диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей»; № 4 «Определение температур на поверхности пластин при сварке разнородных материалов» (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Тест № 1 «Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов»

- (Тестирование)
- КМ-2 Тест № 2 ««Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов» (Тестирование)
- КМ-3 Тест № 3 «Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов» (Тестирование)
- КМ-4 Защита лабораторных работ № 1 «Определение термоэлектрических свойств сталей различных структурных классов»; № 2 «Определение отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности»; № 3 «Определение ширины диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей»; № 4 «Определение температур на поверхности пластин при сварке разнородных материалов» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита РГР «Определение основных параметров тепловых и диффузионных процессов при сварке разнородных металлов» (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов					
Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов	+			+	
Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов					
Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов		+		+	
Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов					
Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов			+	+	
Сварные комбинированные конструкции из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе					
Сварные комбинированные конструкции из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе				+	+
Вес КМ:		15	15	15	40

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Выбор схемы тела и источника теплоты для расчета температурных полей при электронно-лучевой сварке листов из разнородных сталей за один проход
- КМ-2 Определение состава и структуры металла шва разнородных сталей
- КМ-3 Расчет ширины мартенситной прослойки в металле шва после сварки
- КМ-4 Расчет размеров диффузионных прослоек в зоне сплавления в зависимости от условий термической обработки комбинированных конструкций
- КМ-5 Обоснование мер по регулированию состава металла шва с целью повышения ресурса сварных соединений данной пары свариваемых сталей

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5
	Срок КМ:	5	8	11	13	16
Выбор схемы тела и источника теплоты для расчета температурных полей при электронно-лучевой сварке листов из разнородных сталей за один проход		+				
Определение состава и структуры металла шва разнородных сталей			+			
Расчет ширины мартенситной прослойки в металле шва после сварки				+		
Расчет размеров диффузионных прослоек в зоне сплавления в зависимости от условий термической обработки комбинированных конструкций					+	
Обоснование мер по регулированию состава металла шва с целью повышения ресурса сварных соединений данной пары свариваемых сталей						+
Вес КМ:		20	30	10	10	30

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	Знать: основы сварки комбинированных конструкций из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе, а также биметаллов критерии выбора основных и сварочных материалов, методов сварки и термической обработки, позволяющих снизить степень химической, структурной и механической неоднородности сварных соединений комбинированных конструкций из разнородных сталей в энергетике Уметь: анализировать взаимосвязь режимов термообработки сварных соединений	КМ-3 Тест № 3 «Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов» (Тестирование) КМ-4 Защита лабораторных работ № 1 «Определение термоэлектрических свойств сталей различных структурных классов»; № 2 «Определение отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности»; № 3 «Определение ширины диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей»; № 4 «Определение температур на поверхности пластин при сварке разнородных материалов» (Лабораторная работа) КМ-5 Защита РГР «Определение основных параметров тепловых и диффузионных процессов при сварке разнородных металлов» (Коллоквиум)

		разнородных сталей со структурой и свойствами сварных соединений разрабатывать технологические процессы производства сварных комбинированных конструкций в энергомашиностроении на основе определения и анализа параметров термических циклов сварки	
РПК-7	ИД-ЗРПК-7 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования	Знать: особенности изменения свойств сварных соединений разнородных металлов и сплавов в зависимости от их структуры закономерности физико-химических и металлургических процессов, которые в процессе сварки разнородных металлов и сплавов определяют формирование химического состава и структуры сварных соединений Уметь: анализировать изменение	КМ-1 Тест № 1 «Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов» (Тестирование) КМ-2 Тест № 2 «Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов» (Тестирование) КМ-4 Защита лабораторных работ № 1 «Определение термоэлектрических свойств сталей различных структурных классов»; № 2 «Определение отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности»; № 3 «Определение ширины диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей»; № 4 «Определение температур на поверхности пластин при сварке разнородных материалов» (Лабораторная работа)

		основных параметров сварки разнородных металлов при наличии магнитных полей и определять степень проплавления основных материалов анализировать термоэлектрические свойства сталей различных структурных классов и их влияние на параметры сварки	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест № 1 «Физико-химические процессы при сварке разнородных металлов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний закономерностей физико-химических и металлургических процессов, которые в процессе сварки разнородных металлов и сплавов определяют формирование химического состава и структуры сварных соединений. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: закономерности физико-химических и металлургических процессов, которые в процессе сварки разнородных металлов и сплавов определяют формирование химического состава и структуры сварных соединений	1. При лазерной сварке разнородных пластин в равноудаленных точках от стыка температура выше в пластине из металла а) с наибольшим коэффициентом линейного расширения; б) с наибольшим коэффициентом температуропроводности; в) с наименьшей магнитной проницаемостью; г) с наибольшей упругостью пара. Ответ – б 2. 1. Сваркой плавлением не свариваются следующие металлы: а) образующие непрерывный ряд растворов; б) ограниченно растворимые в твердом состоянии; в) не растворимы в жидком состоянии; Ответ - в 3. Взаимная растворимость элементов определяется а) подобием кристаллических решеток; б) разницей атомных радиусов; в) значением электроотрицательности; Ответ – а, б, в

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	4. Скорость стационарного переноса массы вещества через элемент поверхности прямо пропорциональна а) градиенту концентраций в направлении переноса; б) приращению температуры; в) степени переохлаждения; г) внешнему давлению. Ответ – а 5. Жидкость смачивает подложку, если краевой угол а) равен 0; б) больше 0, но меньше 90°; в) больше 90°. Ответ – а, б 6. При сварко-пайке в вакууме смачиваемость подложки улучшается, если а) увеличивается температура нагрева; б) увеличивается время контакта твердой и жидкой фазы; в) повышается давление в сварочной камере; г) увеличивается вязкость жидкости. Ответ – а, б 7. Одним из условий получения качественного соединения при сварко-пайке является а) ограничение длительности контакта твердой и жидкой фазы, чтобы не допустить образования интерметаллических соединений; б) увеличение времени контакта твердой и жидкой фазы до появления сплошной прослойки итерметаллидов; в) увеличение температуры жидкой фазы; г) повышение давления защитных газов. Ответ - а 8. При сварке ферромагнитных материалов парамагнитная область ограничена изотермой с температурой а) плавления; б) Кюри; в) начала мартенситного превращения; г) конца мартенситного превращения. Ответ - б 9. Намагниченность изделий не влияет на положение источника теплоты относительно стыка при сварке

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	а) электронным пучком; б) лазерным лучом; в) дуговым разрядом; г) газовым пламенем. Ответ –б, г 10.Отклонение пучка электронов от стыка при ЭЛС в магнитном поле возрастает а) с увеличением толщины свариваемых деталей; б) при снижении ускоряющего напряжения; в) при увеличении скорости сварки; г) при понижении давления в сварочной камере. Ответ – а, б

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60% от общего числа

КМ-2. Тест № 2 ««Формирование сварных соединений при сварке разнородных материалов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний особенностей изменения свойств сварных соединений разнородных металлов и сплавов в зависимости от их структуры. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности изменения свойств сварных соединений разнородных металлов и сплавов в зависимости от их структуры	1.Основные трудности электронно-лучевой сварки разнородных металлов: а) различие теплофизических свойств; б) различие электромагнитных свойств; в) регулирование химического состава соединений; г) различие плотности; Ответ – а, б, в 2.При термической обработке сварных соединений сталей разного легирования рост диффузионных прослоек определяется а) различным содержанием в свариваемых сталях карбидообразующих элементов; б) различными теплофизическими свойствами сталей; в) различными механическими свойствами сталей; г) различными электромагнитными свойствами сталей Ответ – а 3.При термической обработке сварных соединений сталей 30 и 12Х18Н10Т ширина диффузионных прослоек в ЗТВ перлитной стали растет с увеличением в металле шва содержания а) хрома; б) никеля; в) титана. Ответ – а, в 4.Для снижения степени структурной неоднородности в зоне сплавления разнородных сталей перлитного и аустенитного классов используют а) сварочные материалы, позволяющие получать швы на никелевой основе; б) снижение температуры отпуска; в) сварочные материалы с высоким содержанием карбидообразующих элементов; г) предварительную термическую обработку. Ответ – а, б 5.Образование интерметаллической фазы в сварных соединениях разнородных материалов наиболее сильно снижает их пластичность, если а) после сварки образуются только центры новой фазы; б) происходит поперечный рост центров новой фазы вдоль поверхности соединения разнородных металлов; в) образуется прослойка толщиной до 1мкм; г) образуется прослойка толщиной более 5 мкм.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Ответ – г 6.Степень проплавления при сварке разнородных металлов характеризует а) долю участия основных металлов в металле шва; б) долю участия присадочных материалов в металле шва; в) отношение ширины шва к его глубине проплавления. Ответ – а 7.Степень проплавления при сварке разнородных металлов определяет а) химический состав металла шва; б) структуру металла шва; в) свойства металла шва. Ответ – а, б, в 8.С помощью диаграммы Шеффлера можно установить а) структурное состояние основных металлов и металла шва; б) химический состав металла шва; в) механические свойства сварных соединений; г) магнитные свойства свариваемых материалов. Ответ – а 9.Какое должно быть содержание никеля в обычном (содержащем 15...20% Cr) хромоникелевом металле шва, обеспечивающее ширину мартенситной прослойки не более 15 мкм а) 2 %; б) 8 %; в) 14 %; г) 20 %. Ответ – а, б, в 10.После отпуска сварных соединений сталей разных структурных классов а) происходит значительное снижение остаточных напряжений; б) напряжения сохраняют свою абсолютную величину и направление; в) происходит перераспределение напряжений. Ответ – в

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов менее 60% от общего числа

КМ-3. Тест № 3 «Сварные комбинированные конструкции из сталей разных структурных классов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний критериев выбора основных и сварочных материалов, методов сварки и термической обработки, позволяющих снизить степень химической, структурной и механической неоднородности сварных соединений комбинированных конструкций из разнородных сталей в энергетике. В тесте содержатся вопросы типа один из многих и многие из многих. В вопросах типа многие-из-многих правильным считается ответ только, если студент указал все верные варианты.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: критерии выбора основных и сварочных материалов, методов сварки и термической обработки, позволяющих снизить степень химической, структурной и механической неоднородности сварных соединений комбинированных конструкций из разнородных сталей в энергетике	1.Применение комбинированных конструкций из разнородных материалов обусловлено следующими причинами: а) экономия дорогостоящих материалов; б) снижение массы конструкции; в) достижение определенного технического эффекта; г) упрощение технологии изготовления; д) повышение себестоимости изделий. Ответ – а, б, в 2.При сварке перлитных сталей аустенитным швом ширина мартенситной прослойки уменьшается а) при повышении в металле шва содержания никеля; б) при использовании режимов, обеспечивающих интенсивное перемешивание металла сварочной ванны; в) при использовании перлитных сварочных материалов;

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	г) при сварке в вакууме или в защитных газах. Ответ – а, б 3.После сварки перлитных сталей с аустенитными остаточные напряжения а) распределены равномерно по сечению сварного соединения; б) имеют минимум у линии сплавления с аустенитной сталью; в) имеют максимум у линии сплавления с аустенитной сталью; г) не имеют экстремальных значений. Ответ - в 4.После отпуска сварных соединений перлитных сталей с аустенитными а) в аустенитной стали возникают напряжения растяжения; б) в перлитной стали напряжения сжатия; в) напряжения отсутствуют; г) напряжения имеют постоянные значения по сечению сварного соединения Ответ – а, б 5.Предельная температура применения разнородных соединений может быть повышена в следующих случаях: а) при использовании вставок (неплавящихся) из перлитной стали с более высоким содержанием в них энергичных карбидообразующих элементов, например, 15ХМ+10Х5МФ+12Х18Н10; б) при использовании различных облицовочных перлитных наплавов на кромки перлитной стали (слой с более высоким содержанием энергичных карбидообразующих элементов); в) при переходе к использованию швов на Ni-основе. Ответ – а, б, в 6.Сварка перлитных и высокохромистых сталей осуществляется с использованием сварочных материалов; а) близкого состава к менее прочной (обычно менее легированной) стали; б) близкого состава к более легированной; в) аустенитного класса; Ответ – а 7.Выбор режима термической обработки сварных соединений перлитных с высокохромистыми сталями должен производиться в соответствии с

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	требованиями как для а) сварных соединений менее легированной перлитной стали; б) сварных соединений 12%-ной хромистой стали; в) термическая обработка не проводится. Ответ – б 8. При сварке перлитных, мартенситных и ферритных сталей с аустенитными необходимо применять электродные материалы а) перлитного класса; б) аустенитного класса; в) мартенситного класса; г) ферритного класса. Ответ – б 9. Легирование шва молибденом а) предотвращает образование горячих трещин в металле шва из высоконикелевого сплава; б) повышает прочностные характеристики металла шва; в) снижает стойкость высоколегированного металла против локального разрушения в сварных соединениях. Ответ – а, б 10. При наплавке аустенитных сталей на стали перлитного класса происходит а) изменение состава наплавленного металла в участках, примыкающих к основному металлу при их различном легировании; б) развитие в зоне сплавления разнородных металлов хрупких кристаллизационных и диффузионных прослоек переменного состава; в) формирование остаточных напряжений в соединениях сталей разных структурных классов, определяемые разными коэффициентами линейного расширения соединяемых металлов. Ответ – а, б, в

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов менее 60% от общего числа

КМ-4. Защита лабораторных работ № 1 «Определение термоэлектрических свойств сталей различных структурных классов»; № 2 «Определение отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности»; № 3 «Определение ширины диффузионных прослоек в зоне сплавления разнородных сталей»; № 4 «Определение температур на поверхности пластин при сварке разнородных материалов»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает задание, состоящее из двух вопросов по лабораторной работе. Всего - 3 задания.

Краткое содержание задания:

- 1_Задание включает в себя проверку умений анализировать термоэлектрические свойства сталей различных структурных классов и их влияние на параметры сварки
- 2_Задание включает в себя проверку умений анализировать изменение основных параметров сварки разнородных металлов при наличии магнитных полей и определять степень проплавления основных материалов
- 3_Задание включает в себя проверку умений анализировать взаимосвязь режимов термообработки сварных соединений разнородных сталей со структурой и свойствами сварных соединений.
- 4_Задание включает в себя проверку умений разрабатывать технологические процессы производства сварных комбинированных конструкций в энергомашиностроении на основе определения и анализа параметров термических циклов сварки

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать взаимосвязь режимов термообработки сварных соединений разнородных сталей со структурой и свойствами сварных соединений	1.3_Объясните механизм и условия образования диффузионных прослоек в сварных соединениях разнородных сталей 2.3_Покажите какой факторов следует считать основным при образовании и развитии структурной неоднородности в зоне сплавления разнородных сталей 3.3_Объясните может ли низкое содержание хрома в металле шва приводить к возникновению в нем у границы сплавления с высоколегированной сталью

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	обезуглероженной зоны 4.3_Объясните влияние параметров термической обработки на интенсивность развития диффузионных прослоек 5.3_Проведите анализ влияния типа и количества карбидообразующего элемента в металле шва на ширину обезуглероженного слоя 6.3_Дайте анализ способов снижения структурной неоднородности в сварных соединениях разнородных сталей
Уметь: разрабатывать технологические процессы производства сварных комбинированных конструкций в энергомашиностроении на основе определения и анализа параметров термических циклов сварки	1.4_Проанализируйте почему в случае сварки разнородных материалов распределение температур в пластинах будет различным 2.4_Объясните какие соотношения можно использовать для определения температур в процессе сварки разнородных пластин при условии отсутствия теплового потока через стык и примерного равенства теплоотдачи с поверхности пластин 3.4_Покажите и обоснуйте экспериментальную методику используется для определения температур в пластинах 4.4_На основе анализа достоинств и недостатков объясните какие приборы используют для определения температур 5.4_На основе анализа достоинств и недостатков объясните какие способы сварки следует использовать для сварки меди со сталью
Уметь: анализировать изменение основных параметров сварки разнородных металлов при наличии магнитных полей и определять степень проплавления основных материалов	1.2_Проведите анализ факторов отклонения электронного пучка при сварке разнородных материалов 2.2_Объясните от чего зависит величина отклонения электронного пучка в магнитном поле остаточной намагниченности 3.2_Покажите какие дефекты сварных соединений наблюдаются при сварке в магнитном поле 4.2_Проанализируйте основные пути намагничивания деталей перед сваркой 5.2_Проанализируйте основные способы предотвращения отклонения пучка в поле остаточной намагниченности 6.2_На основе анализа достоинств и недостатков покажите какие используют устройства для размагничивания
Уметь: анализировать	1.1_Провести анализ влияния абсолютной и

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
термоэлектрические свойства сталей различных структурных классов и их влияние на параметры сварки	относительной термоэдс на величину отклонения электронного пучка при ЭЛС разнородных сталей 2.1 _Объясните зависимость абсолютной термоэдс стали от ее структурного класса 3.1 _Объясните влияние больших значений термоэдс на эффекты, которые возникают при электронно-лучевой и дуговой сварке разнородных материалов 4.1 _Покажите при каких сочетаниях разнородных сталей (по структурному классу) следует ожидать наибольшего отклонения электронного пучка при ЭЛС. 5.1 _Проанализируйте разницу между интегральной и дифференциальной термоэдс материала

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно ответил на все вопросы задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил на вопросы задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при ответах на оба или один вопрос задания допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент при ответах на оба или один вопрос задания допустил существенные и даже грубые ошибки и не смог исправить их

КМ-5. Защита РГР «Определение основных параметров тепловых и диффузионных процессов при сварке разнородных металлов»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из трех, в каждом по 3 вопроса. Время проведения работы - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний основ сварки комбинированных конструкций из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе, а также биметаллов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основы сварки комбинированных конструкций из сталей и цветных металлов и сплавов на их основе, а также биметаллов	1. Почему температура точек околошовной зоны сварных соединений разнородных материалов, находящихся на одинаковом расстоянии от стыка, достигает различных значений? При сварке стали с медью в поперечных сечениях на одинаковом расстоянии от источника теплоты в каком из материалов градиенты температур dT/dy выше? 2. Какие допущения вводят при расчете температур в процессе сварки стержней из разнородных металлов при использовании схемы нагрева мгновенным плоским источником? 3. От каких параметров зависит изменение концентрации элементов в сварных соединениях разнородных металлов, обусловленное протеканием диффузионных процессов во время сварки или термической обработки? Какие параметры и как влияют на интенсивность развития диффузионных прослоек в сварных соединениях разнородных сталей? 4. Какими параметрами определяется рост прослойки интерметаллидов в процессе термической обработки сварных соединений? Какие ограничения вводят при сварке давлением разнородных материалов, образующих интерметаллические соединения? 5. Какие способы сварки могут применяться для соединения разнородных материалов, образующих интерметаллические соединения? Какие ограничения вводят на параметры при сварко-пайке таких материалов?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент при ответах на оба или один вопрос задания допустил существенные и даже грубые ошибки и не смог исправить их

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Условия и схема образования обезуглероженных прослоек при сварке разнородных сталей.
2. Сварка разнородных металлов и сплавов давлением. Способы, основные параметры, достоинства и недостатки.
3. Особенности сварки разнородных сталей 15X1M1Ф и 20X23H18.

Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати одного. В билете содержится 3 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 70 минут

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

Вопросы, задания

1. Технологические приемы сварки плавлением разнородных металлов и сплавов.
2. Выбор материалов и технологии изготовления комбинированных конструкций из разнородных сталей.
3. Особенности технологии сварки перлитных и мартенситных сталей с аустенитными и аустенито-ферритными.
4. Особенности технологии сварки сталей с медью и ее сплавами.
5. Особенности технологии сварки меди и ее сплавов с алюминием и его сплавами.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сварка перлитных и высокохромистых сталей осуществляется с использованием сварочных материалов:

Ответы:

- а) близкого состава к менее прочной (обычно менее легированной) стали;
- б) близкого состава к более легированной;
- в) аустенитного класса;
- г) ферритного класса.

Верный ответ: а

2. Предельная температура применения разнородных соединений 15XM + 12X18H10 может быть повышена в следующих случаях:

Ответы:

- а) при использовании вставок (неплавящихся) из перлитной стали с более высоким содержанием в них энергичных карбидообразующих элементов, например, 15XM+10X5MФ+12X18H10;
- б) при использовании различных облицовочных перлитных наплавов на кромки перлитной стали (слой с более высоким содержанием энергичных карбидообразующих элементов);
- в) при переходе к использованию швов на Ni-основе;

г) при переходе к использованию низколегированных швов.

Верный ответ: а, б, в

3. После отпуска сварных соединений перлитных сталей с аустенитными

Ответы:

- а) в аустенитной стали возникают напряжения растяжения;
- б) в перлитной стали напряжения сжатия;
- в) напряжения отсутствуют;
- г) напряжения имеют постоянные значения по сечению сварного соединения

Верный ответ: а, б

4. После сварки перлитных сталей с аустенитными остаточные напряжения

Ответы:

- а) распределены равномерно по сечению сварного соединения;
- б) имеют минимум у линии сплавления с аустенитной сталью;
- в) имеют максимум у линии сплавления с аустенитной сталью;
- г) не имеют экстремальных значений.

Верный ответ: в

5. При сварке перлитных сталей аустенитным швом ширина мартенситной прослойки уменьшается

Ответы:

- а) при повышении в металле шва содержания никеля;
- б) при использовании режимов, обеспечивающих интенсивное перемешивание металла сварочной ванны;
- в) при использовании перлитных сварочных материалов;
- г) при сварке в вакууме или в защитных газах.

Верный ответ: а, б

6. Применение комбинированных конструкций из разнородных материалов обусловлено следующими причинами:

Ответы:

- а) экономия дорогостоящих материалов;
- б) снижение массы конструкции;
- в) достижение определенного технического эффекта;
- г) упрощение технологии изготовления;
- д) повышение себестоимости изделий.

Верный ответ: а, б, в

7. Выбор режима термической обработки (отпуск) сварных соединений перлитных с высокохромистыми сталями должен производиться в соответствии с требованиями как для

Ответы:

- а) сварных соединений низколегированных перлитных сталей;
- б) сварных соединений 12%-ных хромистых сталей;
- в) сварных соединений углеродистых сталей
- г) термическая обработка не проводится.

Верный ответ: б

8. При сварке перлитных, мартенситных и ферритных сталей с аустенитными необходимо применять электродные материалы

Ответы:

- а) перлитного класса;
- б) аустенитного класса;
- в) мартенситного класса;
- г) ферритного класса.

Верный ответ: б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗРПК-7 Демонстрирует понимание влияния особенностей структуры на свойства конструкционных материалов энергетического оборудования

Вопросы, задания

1. Механизм и кинетика образования и роста карбидных фаз при сварке разнородных сталей.
2. Влияние легирования основного металла и металла шва на развитие диффузионных прослоек.
3. Механизм образования и роста интерметаллических фаз при сварке Cu - Al, Fe - Al, Nb - Fe.
4. Образование мартенситных прослоек при сварке разнородных сталей и способы уменьшения их ширины.
5. Определение фазового состава металла шва сварных соединений разнородных хромоникелевых сталей.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. С помощью диаграммы Шеффлера можно установить

Ответы:

- а) структурное состояние основных металлов и металла шва;
- б) химический состав металла шва;
- в) механические свойства сварных соединений;
- г) магнитные свойства свариваемых материалов.

Верный ответ: а

2. Какое должно быть содержание никеля в обычном (содержащем 15...20% Cr) хромоникелевом металле шва, обеспечивающее ширину мартенситной прослойки не более 15 мкм

Ответы:

- а) 2 %;
- б) 8 %;
- в) 14 %;
- г) 20 %.

Верный ответ: а, б, в

3. Образование интерметаллической фазы в сварных соединениях разнородных материалов наиболее сильно снижает их пластичность, если

Ответы:

- а) после сварки образуются только центры новой фазы;
- б) происходит поперечный рост центров новой фазы вдоль поверхности соединения разнородных металлов;
- в) образуется прослойка толщиной до 1 мкм;
- г) образуется прослойка толщиной более 5 мкм.

Верный ответ: г

4. Для снижения степени структурной неоднородности в зоне сплавления разнородных сталей перлитного и аустенитного классов используют

Ответы:

- а) сварочные материалы, позволяющие получать швы на никелевой основе;
- б) снижение температуры отпуска;
- в) сварочные материалы с высоким содержанием карбидообразующих элементов;
- г) предварительную термическую обработку.

Верный ответ: а, б

5. При термической обработке сварных соединений сталей 30 и 12Х18Н10Т ширина диффузионных прослоек в ЗТВ перлитной стали растет с увеличением в металле шва содержания

Ответы:

- а) хрома;
- б) никеля;
- в) титана.
- г) углерода

Верный ответ: а, в

6. При термической обработке сварных соединений сталей разного легирования рост диффузионных прослоек определяется

Ответы:

- а) различным содержанием в свариваемых сталях карбидообразующих элементов;
- б) различными теплофизическими свойствами сталей;
- в) различными механическими свойствами сталей;
- г) различными электромагнитными свойствами сталей.

Верный ответ: а

7. Одним из условий получения качественного соединения при сварко-пайке является

Ответы:

- а) ограничение длительности контакта твердой и жидкой фазы, чтобы не допустить образования интерметаллических соединений;
- б) увеличение времени контакта твердой и жидкой фазы до появления сплошной прослойки интерметаллидов;
- в) увеличение температуры жидкой фазы;
- г) повышение давления защитных газов.

Верный ответ: а

8.

1. Сваркой плавлением не свариваются следующие металлы:

Ответы:

- а) образующие непрерывный ряд растворов;
- б) ограниченно растворимые в твердом состоянии и образующие эвтектические смеси;
- в) не растворимые в твердом состоянии и образующие механические смеси;
- г) не растворимы в жидком состоянии;

Верный ответ: г

9. Степень проплавления при сварке разнородных металлов определяет

Ответы:

- а) химический состав металла шва;
- б) структуру металла шва;
- в) свойства металла шва;
- г) химический состав зоны термического влияния.

Верный ответ: а, б, в

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 70% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 60%, но не более 70% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 50%, но не более 60% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 50%

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Процедура защиты состоит из 2 этапов: 1. доклад студента 5-7 мин; 2. ответы студента на вопросы членов комиссии (не менее 2-х преподавателей).

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».