

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

**ТЕОРИЯ ПОРШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ, ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
 СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль: Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий	Код модуля 1125228 <i>М.1.60</i> <i>М.1.53</i>
Учебный план в ЕИСУ	№ 6062
Образовательная программа: Металлургия	Код ОП 22.03.02/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП4 Литейное производство и упрочняющие технологии
Направление подготовки Металлургия	Код направления и уровня подготовки 22.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС 22.03.02 Металлургия	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015

Екатеринбург
 2017

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Купцов Сергей Гаврилович	к.т.н., доцент	доцент	Литейного производства и упрочняющих технологий	

Руководитель модуля

С.Г. Купцов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета

М.П. Шалимов

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Директор образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель ОП, для которой реализуется модуль

В.В. Шимов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ТЕОРИЯ ПОРШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ, ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

1.1. Объем модуля – 9 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий» относится к вариативной части по выбору студента образовательной программы 22.03.02/01.01 «Металлургия» и включает дисциплины «Теоретические основы высокотемпературных соединений, покрытий», «Основы теплопередач при соединении и нанесении покрытий» и проект по модулю «Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий».

Изучения модуля направлено на усвоении студентами базовых знаний физико-химических закономерностей плавления и кристаллизации металлов, сплавов, флюсов, взаимодействия фаз при высоких температурах, формированию качественных сварных соединений. Также рассматриваются вопросы свариваемости металлов и сплавов и методы ее оценки.

Задачей изучения дисциплины является овладение студентами принципами и практическими навыками управления процессами формирования сварных соединений, покрытий; особенностей различных технологий и отдельных производственных операций.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать физическую сущность процессов формирования структуры и свойств металла шва; свойства металлов и сплавов; влияние технологических режимов и параметров на показатели качества сварных соединений, покрытий; причины возникновения дефектов.

На основе усвоения этих знаний обучающийся будет уметь управлять процессами формирования качественных сварных соединений, покрытий; совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы сварки; производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества; разрабатывать и осуществлять мероприятия по устранению дефектов.

Даются современные подходы к моделированию на основе численных методов, таких как методы конечных разностей, конечных элементов. У студентов формируются навыки математической формализации технологических задач, подготовки их к численному решению с помощью вычислительных систем в современных пакетах прикладных программ как универсальной, так и узкоспециализированной направленности. В результате изучения дисциплин модуля студенты приобретут исследовательские компетенции, которые станут надежным инструментом для комплексного анализа производственных процессов и объектов в области металлургии и смежных дисциплин.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	ВС – Теоретические основы высокотемпературных соединений, покрытий	5	34	17	17	68	112	Экз., 18	180	5

2.	ВС – Основы теплопередач при соединении и нанесении покрытий	5	17	-	17	34	74	Экз., 18	108	3
3.	ВС - Проект по модулю	5	-	-	-	-	36		36	1
Всего на освоение модуля			51	17	34	102	222	36	324	9

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Осваиваются параллельно
3.2.	Корреквизиты	

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Результатом обучения в рамках освоения модуля является формирование у студента следующих компетенций (РО2, РО5):

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля	Универсальные компетенции (УОК, УОПК, УПК), формируемые при освоении модуля для нескольких ОП
22.03.02/ 01.01	РО2 - Решать инженерные задачи профессиональной деятельности, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и приемов технического и экономического анализа, математического моделирования	<ul style="list-style-type: none"> - готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4); - готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации (ОПК-7); - способность следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности (ОПК-8); - готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3); - готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5); - способность использовать информационные средства и технологии при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-8); 	
	РО5 - Осуществлять прикладные исследования при решении инженерных задач в профессиональной области, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию	<ul style="list-style-type: none"> - способность к анализу и синтезу (ПК-1); - способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2); - готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, 	

	данных	возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3); - готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);	
--	--------	--	--

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля	ОПК4	ОПК7	ОПК8	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5	ПК8
Теоретические основы высокотемпературных соединений, покрытий	*			*	*	*	*	*	
Основы теплопередач при соединении и нанесении покрытий	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Проект по модулю	*			*	*	*	*	*	

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю

Не устанавливается.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю

Выполнение и защита проекта по модулю

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю

(Приложение 1)

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю

Не предусмотрено

5.3.2.2. Перечень примерных тем проектов по модулю

На выполнение проекта по модулю предусмотрено 36 час. (1 з.е.). Проект по модулю реализуется посредством выполнения проектных заданий, выдаваемых в рамках изучения дисциплин модуля, является по содержанию междисциплинарным.

Примерное содержание проектных заданий:

Моделирование технологии получения сварного соединения, покрытия «название» из материалов (указывается) методом (указывается) в системе компьютерного моделирования.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ПРИ СОЕДИНЕНИИ И НАНЕСЕНИИ
ПОКРЫТИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль: Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий	Код модуля 1125228 М.1.60.2 М.1.53.2
Учебный план в ЕИСУ	№ 6062
Образовательная программа: Металлургия	Код ОП 22.03.02/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП4 Литейное производство и упрочняющие технологии
Направление подготовки: Металлургия	Код направления и уровня подготовки: 22.03.02
Уровень подготовки: Бакалавриат	
ФГОС	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015

Екатеринбург
2017

Рабочая программа дисциплины составлена автором:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Купцов Сергей Гаврилович	к.т.н., доцент	доцент	Литейного производства и упрочняющих технологий	

Руководитель модуля

С.Г. Купцов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

М.П. Шалимов

Согласовано:

Директор образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ПРИ СОЕДИНЕНИИ И НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Основы теплопередач при соединении и нанесении покрытий» относится к вариативной части по выбору студента образовательной программы 22.03.02/01.01 Metallургия и входит в состав модуля «Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий».

Освоение дисциплины предусмотрено в пятом семестре после изучения дисциплин «Металлургия черных металлов», «Металловедение» является пререквизитом для дисциплин «Металлургия цветных металлов», «Литейное производство» и «Обработка металлов давлением».

Изучение дисциплины направлено на изучение теоретических и технологических основ численного моделирования процессов тепло- и массообмена в сварочных процессах.

В дисциплине изучаются современные подходы к моделированию на основе численных методов, таких как методы конечных разностей, конечных элементов. Формируются навыки математической формализации технологических задач, подготовки их к численному решению с помощью вычислительных систем в современных пакетах прикладных программ как универсальной, так и узкоспециализированной направленности. В процессе обучения у студентов формируются исследовательские компетенции, которые станут надежным инструментом для комплексного анализа производственных процессов и объектов в области металлургии и смежных дисциплин.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (PO2, PO5):

Результаты обучения (уровень – бакалавриата)	Компетенции по ФГОС, составляющие результаты обучения
PO2 - Решать инженерные задачи профессиональной деятельности, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и приемов технического и экономического анализа, математического моделирования	<ul style="list-style-type: none">- готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4);- готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации (ОПК-7);- способность следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности (ОПК-8);- готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3);- готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4);- способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);- способность использовать информационные средства и технологии при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-8);
PO5 - Осуществлять прикладные исследования при решении инженерных задач в профессиональной области, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных	<ul style="list-style-type: none">- способность к анализу и синтезу (ПК-1);- способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2);- готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3);- готовность использовать основные понятия, законы и

	модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);
--	---

В результате освоения дисциплины «Основы теплопередач при соединении и нанесении покрытий» студент должен:

Знать:

- методы дифференциального и интегрального исчислений, теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов;
- теоретические основы теплофизического, физико-химического взаимодействия различных металлов и покрытий;
- основные законы теплопередачи и механики в конденсированных системах, теплофизические характеристики материалов;

Уметь:

- провести расчет на ЭВМ с применением современных средств программирования.
- строить и анализировать математические модели теплопереноса;
- применять методы дифференциального исчисления для решения экстремальных задач, исследования поведения функций и решения нелинейных уравнений;
- разрабатывать алгоритмы и программы с использованием структурного подхода;
- использовать основные численные методы для решения инженерных задач.
- анализировать взаимосвязи процессов, протекающих при формировании шва, свойств сварных конструкций;
- использовать результаты моделирования процессов сварки для анализа и контроля качества соединений в практической инженерной деятельности при разработке технологических процессов.

Владеть:

- методами компьютерной графики;
- методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности.
- методами и методиками расчета технологических процессов и конструктивных элементов.

1.4. Объем дисциплины.

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т. ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	34		34
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	56	5,10	56
6.	Промежуточная аттестация	Э 18	2,33	18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	41,43	108
8.	Общий объем по учебному плану,	3		3

з.е.			
------	--	--	--

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧ ПРИ СОЕДИНЕНИИ И НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Краткое содержание раздела, темы дисциплины
1	Введение. Численное решение задач с элементарными функциями.	Современный уровень развития численного решения задач тепломассообмена. Обзор численных способов решения различных математических задач. Вычисление сложных функций через циклы из элементарных операций. Численное решение систем линейных и нелинейных уравнений (Методы Гаусса, Вычисление определителей, вычисление с помощью обратной матрицы. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона для системы из 2-х нелинейных уравнений. Метод итерации для системы из 2-х уравнений. Распространение методов Ньютона и итерации на системы из n уравнений с n неизвестными). Интерполирование функций (интерполяционные формулы Ньютона, Гаусса, Лагранжа).
2	Численное дифференцирование и интегрирование	Формулы численного дифференцирования, погрешности возникающие при численном дифференцировании. Выбор оптимального шага численного дифференцирования. Интегрирование с помощью квадратурных формул и степенных рядов.
3	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевые задачи	Интегрирование с помощью рядов. Метод последовательных приближений. Метод Эйлера. Постановка задачи. Метод конечных разностей. Метод прогонки.
4	Численное решение уравнений с частными производными	Метод сеток. Итерационный метод решения системы конечно-разностных уравнений. Решение краевых задач для криволинейных областей. Метод сеток для уравнения параболического типа. Метод сеток для уравнения гиперболического типа. Метод прогонки. Решение уравнения теплопроводности с различным качеством переменных (метод сеток, итерационный метод, метод прогонки).
5	Реализация решения уравнений на ЭВМ	Реализация решений на ЭВМ типичных уравнений теплопроводности. Организация данных и вычислительных алгоритмов, интерфейса пользователя, визуализация результатов вычислений.
6	Примеры моделирования.	Описание типичных процессов теплообмена в сварке (в стержнях, пластинах, бесконечных и полубесконечных телах в зависимости от влияния подвижного, неподвижного теплового источника различной степени сосредоточенности). LVMFlow, SolidCast, Wincast, ProCAST, Flow3D, Полигон. Этапы анализа.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы, (час.)
2	1	Решение модельных задач численными методами	2
3	2	Банк материалов СКМ LVMFlow.	2
4	3	ЗБ-импорт и препроцессор СКМ LVMFlow.	2
5	4	Вычисление сложных функций через циклы из элементарных операций.	2
2	5	Интегрирование с помощью квадратурных формул и степенных рядов.	2
3	6	Решение уравнения теплопроводности с различным качеством переменных (метод сеток, итерационный метод, метод прогонки).	2
4	7	Импорт геометрии и построение конечноэлементной сетки в MeshCAST СКМ ЛПИ ESI ProCAST	2
5	8	Подготовка КЭ модели в PreCAST, выполнение расчета и просмотр результатов моделирования в VisualViewer СКМ ESI ProCAST	3

Всего по дисциплине 17

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

Не предусмотрено.

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) для СРС

Расчетная работа №1 (программный продукт) (раздел 5)

Решение модельных задач методом конечных разностей.

Расчетная работа (программный продукт) №2 (раздел 6)

Основы конечно-элементного анализа для решения задач теплопередачи.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1

Разностные схемы и их вычислительные свойства.

Контрольная работа №2

Разработка алгоритма и создание программы для решения прикладной научной задачи методом конечных элементов.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Введение. Численное решение задач с элементарными функциями.				*								
Численное дифференцирование и интегрирование		*	*	*								
Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Краевые задачи	*			*								
Численное решение уравнений с частными производными		*	*	*								
Реализация решения уравнений на ЭВМ	*	*		*								
Примеры моделирования.					*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

(Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ

НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Литература основная и дополнительная.

Основная:

ЭБС Университетская библиотека:

1. Материаловедение. Учебник для ВУЗов. / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2001. – 648 с.
2. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. - М.: Наука, 1984, 288 с.
3. Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена. М.: Мир. 1988, 544 с.
4. Турчак Л.И. Основы численных методов. М.: Наука. 1987, 320 с.

Дополнительная:

1. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для вузов / Э. А. Гладков. - М.: Академия, 2006. – 430 с.
2. Черный О.М. Электродуговая сварка: практика и теория [Текст]: Учеб. пособие для вузов / О. М. Черный – М.: Феникс, 2009. – 319с.
3. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций [Текст]: учеб. пособие / С. А. Куркин [и др.] ; ред.: С. А. Куркин, В. М. Ховов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 460 с.
4. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Учебник для ВУЗов /Ю.П. Солнцев, Е.И. Прякин Е.И. – Спб.: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.
5. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов и др. - 3-е изд. испр. и доп. - М.: Высшая школа. 2005. - 862 с.
6. Калита В.И., Комлев Д.И Плазменные покрытия с нанокристаллической и аморфной структурой. М.: Лидер. 2008.
7. Мэттьюс Ф., Роллингс Р. Композиционные материалы. Механика и технология : Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. С.Л. Баженова, М.: Техносфера, 2004.
8. Колганов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие/ Л.А. Колганов Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.-512с
9. Колмаков А.Г., Алымов М.И., Баринов С.М. Основы технологий и применение наноматериалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 208 с.
10. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / П.А. Витязь, А.Ф. Ильющенко, М.Л. Хейфиц, С.А. Чижик, К.А. Солнцев, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, С.М. Баринов; под общ. Ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева. – Минск: Беларус. Навука, 2011. – 283 с.
11. Сварка [Электронный ресурс]: сб. стандартов ГОСТ И ГОСТ Р. - Электрон. дан. - М.: Стандартинформ, 2007. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Систем. требования: Windows 98/XP/ME/2000; Adobe Acrobat Reader; CD-ROM. -Загл. с этикетки диска. - (в кор.).
12. Лепешев А. А. Плазменное напыление аморфных и нанокристаллических материалов: Монография./А. А. Лепешев - Красноярск: Изд-во Сибирский федеральный университет. 2013.

9.2. Методические разработки

1. Комплекты задач и заданий для практических занятий, расчетных работ, контрольных заданий.
2. Методические указания к лабораторным работам.

9.3. Программное обеспечение

- 1) Операционная система Microsoft Windows 7;
- 2) Microsoft Visual Studio;
- 3) Oracle VirtualBox;
- 4) ОС Kubuntu;
- 5) GNU g++

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека УрФУ [сайт], URL.
2. <http://search.ebscohost.com> - база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing.
3. <http://dl.acm.org/dl.cfm> - база данных ACM Digital Library, организация Association for Computing Machinery.
4. <http://www.journals.cambridge.org> - база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, издательство Cambridge University Press.
5. <http://lib.mvilibrarv.com/browse/open.asp> - база данных eBook collection Oxford Russia Fund (ORF).
6. <http://www.emeraldinsight.com/products/eng/database.htm> - база данных eBooks Series, издательство Emerald.
7. <http://www.oecd-ilibrary.org> - база данных Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
8. <http://www.oxfordreference.com/views/GLQBAL.html> - база данных Oxford Reference Online Premium Collection, издательство Oxford University Press.
9. <http://search.proquest.com> - база данных ProQuest Digital Dissertations and Theses (PQDT) vol. A and B, компания ProQuest.
10. <http://www.sciencemag.org> - база данных Science/AAAS (American Association for the Advancement of Science).
11. <http://www.sciencedirect.com> - база данных Science Direct Freedom Collection, издательство Elsevier.
12. <http://www.scopus.com> - база данных Scopus, издательство Elsevier.
13. <http://www.tandfonline.com> - база данных Taylor & Francis.
14. <http://apps.webofknowledge.com> - база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.
15. <http://onlinelibrary.wiley.com> - база данных Wiley.
16. <http://library.ustu.ru/texpert> - база данных КОДЕКС-ТЕХЭКСПЕРТ, сетевая версия.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используется.

9.6. Интернет-ресурсы

Не используется.

9.7. Специализированные журналы

1. Свточное производство - ежемесячный журнал
2. «САПР и графика» - ежемесячный журнал

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Материально-техническое обеспечение занятий, предусмотренных учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 Metallургия, выборная траектория – сварочное производство, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала (кафедральные: Мт-131, Мт-133, Мт-135);

- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием (кафедральная Мт-131) с аппаратным и программным обеспечением (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по модулю

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки: семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
1. Расчетно-практические мини задачи, контрольные работы (по разделам лекционного курса)	<i>5 сем/ по уч. графику ЛЗ</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям - Экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки: семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
1. Контрольная работа №1	<i>5 сем/ по уч. графику ЛЗ</i>	<i>100</i>
2. Контрольная работа №2	<i>5 сем/ по уч. графику ЛЗ</i>	<i>100</i>
2. Контрольная работа №3	<i>5 сем/ по уч. графику ЛЗ</i>	<i>100</i>
3. Допуск к лабораторным работам по итогам опроса и решения мини-контрольных задач.	<i>По уч. графику ЛР</i>	<i>100</i>
4. Защита отчета о выполнении лабораторных работ.	<i>По уч. графику ЛР</i>	<i>100</i>
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,6		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,4		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Независимый тестовый контроль не проводится

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

1. Понятие сплав. Компоненты сплава.
2. Определение понятия сварочный процесс.
3. Преимущества сварочного производства перед другими видами обработки металлов и сплавов.
4. Способы нагрева. Классификация.
5. Дуговые источники нагрева.
6. Недуговые источники нагрева.

7. Термодинамика плазмы дуги.
8. Элементарные процессы в плазме дуги.
9. Явления переноса в дуге.
10. Приэлектродные области дугового разряда.
11. Магнитогидродинамика сварочной дуги.
12. Лучевые источники и электрошлаковая сварка.
13. Поверхностная теплоотдача и краевые условия.
14. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
15. Схематизация.
16. неподвижные и движущиеся источники теплоты.
17. Периоды теплонасыщения и выравнивания.
18. Быстродвижущиеся источники теплоты.
19. Влияние ограниченности размеров тела на тепловые процессы.
20. Распределение источников теплоты.
21. Размер зоны нагрева.

8.3.2. Примерные контрольные вопросы, задачи в рамках учебных занятий

1. Определить продолжительность периода теплонасыщения в точке полубесконечного тела из латуни.
2. Рассчитать элементарные функции.
3. Численное решение уравнений с частными производными.
4. Метод Гаусса решения линейных уравнений
5. Вычисление определителей обратной матрицы

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Классификация металлов и сплавов.
2. Элементарные функции численное решение.
3. Численное дифференцирование и интегрирование.
4. Метод Гаусса решения линейных уравнений
5. Вычисление определителей обратной матрицы
6. Метод простой итерации, метод Зайделя.
7. Численное решение систем нелинейных уравнений.
8. Численное решение систем нелинейных уравнений.
9. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы прогонки конечных разностей
10. Численное решение уравнений с частными производными. Метод сеток, метод прогонки. Решения уравнений параболического типа и теплопроводности.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль: Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий	Код модуля 1125228 <i>М.1.53.3</i> <i>М.1.60.3</i>
Учебный план в ЕИСУ	№ 6062
Образовательная программа: Металлургия	Код ОП 22.03.02/01.01
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП4 Литейное производство и упрочняющие технологии
Направление подготовки: Металлургия	Код направления и уровня подготовки: 22.03.02
Уровень подготовки: Бакалавриат	
ФГОС 22.03.02 Металлургия	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015

Екатеринбург
2017

Рабочая программа дисциплины составлена автором:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Купцов Сергей Гаврилович	к.т.н., доцент	доцент	Литейного производства и упрочняющих технологий	

Руководитель модуля

С.Г. Купцов

Рекомендовано учебно-методическим советом института новых материалов и технологий

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

М.П. Шалимов

Согласовано:

Директор образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Теоретические основы высокотемпературных соединений, покрытий» относится к вариативной части по выбору студента образовательной программы 22.03.02/01.01 Metallurgy и входит в состав модуля «Теория порошковой металлургии, высокотемпературных соединений, покрытий». Дисциплина изучается студентами, обучающимися по образовательной траектории ТОП4 Литейное производство и упрочняющие технологии.

Освоение дисциплины предусмотрено в пятом семестре после изучения дисциплин «Металлургия черных металлов», также дисциплина «Металловедение» является пререквизитом для дисциплин «Металлургия цветных металлов», «Литейное производство» и «Обработка металлов давлением».

Изучения дисциплины направлено на усвоении студентами базовых знаний о явлениях и процессах, имеющих место при получении сварных соединений, покрытий различными способами. Рассматриваются закономерности формирования сварного шва с момента жидкого расплава до охлаждения; сварочные свойства, проявляющиеся в процессе сварки и кристаллизации сварного шва; интеграции различных технологических параметров и компонентов сварки.

Задачей изучения дисциплины является овладение студентами принципами и практическими навыками управления процессами формирования сварных соединений с учетом особенностей различных технологий и отдельных производственных операций.

В результате изучения дисциплины обучающийся будет знать физическую сущность процессов формирования структуры и свойства шва; количественные и качественные показатели металлов и сплавов; влияние технологических режимов и параметров на показатели качества сварного шва; причины возникновения дефектов.

На основе усвоения этих знаний обучающийся будет уметь управлять процессами формирования качественных сварочных соединений; совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы сварки; производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества; разрабатывать и осуществлять мероприятия по устранению дефектов.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (PO2, PO5):

Результаты обучения (уровень – бакалавриата)	Компетенции по ФГОС, составляющие результаты обучения
PO2 - Решать инженерные задачи профессиональной деятельности, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и приемов технического и экономического анализа, математического моделирования	- готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4); - готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3); - готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);
PO5 - Осуществлять прикладные	- способность к анализу и синтезу (ПК-1);

<p>исследования при решении инженерных задач в профессиональной области, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных</p>	<p>- способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2); - готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3); - готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы (ПК-4); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5);</p>
---	---

В результате освоения дисциплины «Теоретические основы высокотемпературных соединений, покрытий» студент должен:

Знать:

- базовые основы явлений и процессов, имеющих место при получении сварных соединений, покрытий различными способами;
- закономерности формирования сварного шва с момента жидкого расплава до охлаждения;
- сварочные свойства, проявляющиеся в процессе сварки и кристаллизации сварного шва;
- интеграцию различных технологических параметров и компонентов сварки; различных технологий и отдельных производственных операций.

Уметь:

- описывать сварочный процесс на основе физико-химических явлений и процессов, имеющих место при получении сварных соединений;
- анализировать взаимосвязи процессов, протекающих при формировании сварочных швов различных материалов и сплавов, с анализом качества продукции;
- выполнять расчеты процессов и элементов сварочных конструкций;
- использовать результаты моделирования сварки для анализа и контроля качества технологического процесса с эффективными параметрами;
- оценивать качество сварного шва и причины возникновения дефектов;
- управлять процессами формирования качественных сварочных соединений;
- производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества выпускаемой продукции;

Владеть:

- навыками управления процессами формирования сварочных швов;
- навыками выбора и обоснования технологических режимов сварки;
- методологией оценки количественных и качественных показателей производства;
- навыками принятия конструктивных решений в сложных производственных условиях;
- навыками разработки новых технологических процессов.

1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т. ч. контактная работа (час.)	5
1.	Аудиторные занятия	68	-	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	94	10,20	94
6.	Промежуточная аттестация	Экзамен, 18 час.	2,33	Экзамен, 18 час.
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	80,53	180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5	-	5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Краткое содержание раздела, темы дисциплины
1	Особенности взаимодействия фаз при сварке	<p>Зависимость формы и размеров от способа и режимов сварки. Время существования ванны. Температурное поле и средняя температура сварочной ванны. Гидродинамические явления в сварочной ванне. Соотношение основного и электродного металлов в сварочной ванне и шве. Потери металла на разбрызгивание, испарение и окисление. Границы раздела взаимодействующих фаз газ-металл, газ-шлак, шлак-металл при сварке на стадии плавления, капли, ванны.</p> <p>Форма существования металлов, металлоидов, газов в расплавах на основе железа. Активности компонентов, поверхностные концентрации. Свойства расплавов на основе железа, их влияние на технологические особенности сварки. Роль оксидных, оксидно-фторидных и солевых расплавов в сварочных процессах. Свойства оксидных, оксифторидных расплавов: вязкость, плотность, поверхностные натяжения, активности компонентов. Технологические характеристики оксидных и оксифторидных расплавов</p>
2	Взаимодействие расплавленного металла с газами, со шлаком	<p>Сродство компонентов расплава к кислороду, растворимость кислорода в расплавах на основе железа и других металлов. Взаимодействие металла с кислородом при сварке. Равновесные концентрации компонентов (C, Si, Al, Ti, P, Cr, Mn ...), сопоставление их раскислительной способности. Взаимодействие металла с водородом, парами воды, азотом, оксидами углерода. Стадии окисления компонентов, растворенных в железе, лимитирующее звено. Относительные скорости окисления примесей, влияние температуры, критические концентрации. Испарение металлов и диссоциация соединений при сварке. Влияние кислорода, азота, водорода на качество сварных соединений. Технологические пути снижения их концентрации в сварных швах. Граница раздела металл-шлак, равновесный потенциал и распределение компонентов между металлом и шлаком.</p> <p>Кинетика взаимодействия со шлаком. Качественная картина. Режимы взаимодействия: кинетический, диффузионный, смешанный. Основные уравнения.</p> <p>Термодинамические, кинетические особенности реакций окисления примесей шлаком: влияние концентрации примесей в металле, оксидов железа и примесей, коэффициентов их активностей, условий конвекции.</p> <p>Окисление углерода, фосфора, серы, кремния, марганца. Особенности совместного окисления примесей. Влияние электрического тока на очистку металла от примесей.</p>
3	Легирование и раскисление металла при сварке и наплавке Кристаллизация	<p>Задачи и особенности легирования металла при сварке и наплавке. Использование металлических лигатур, ферросплавов в покрытиях электродов, флюсах, порошковой проволоке. Коэффициенты перехода, пути их повышения.</p> <p>Использование для легирования природно-легированных шлаков, руд, оксидных соединений, отходов промышленности; восстановители, термодинамический и кинетический анализ восстановительных реакций.</p> <p>Пути совершенствования ресурсосберегающих технологий сварки и наплавки.</p> <p>Раскисление металла при сварке диффузионное, осаждающее. Расчет состава наплавленного металла с учетом реакций с общим реагентом, их лимитирующих стадий и гидродинамических особенностей сварочной ванны. Принципы оптимизации процессов сварки и наплавки на основе математического моделирования взаимодействия фаз с помощью ЭВМ. Общая характеристика условий кристаллизации. Переохлаждение металла и его влияние на кристаллизацию. Центры кристаллизации в сварочной ванне. Понятие о первом и втором фронте затвердевания. Рост первичных кристаллов: направление, скорость, механизм роста (плоский, ячеистый, дендритный). Значение процессов первичной кристаллизации сварных швов и методы исследования этих процессов. Ликвация примесей при кристаллизации металла сварочной ванны. Виды ликвации. Причины слоистого строения сварных швов.</p>
4	Неметаллические включения в сварных швах. Горячие трещины при сварке	<p>Газы в металле, причины и механизм образования пор. Влияние пористости на свойства сварных соединений и борьба с пористостью при сварке плавлением. Неметаллические включения в сварных швах. Состав, свойства и причины образования. Зарождение, укрупнение и удаление включений из сварочной ванны. Влияние включений на свойства сварных швов, борьба с включениями. Методы регулирования процессов первичной кристаллизации. Общая характеристика процессов вторичной кристаллизации в металле шва. Особенности этих процессов в условиях сварки в сравнении с термообработкой. Механизм образования горячих трещин. Роль полигонизации и миграции зерен в образовании трещин. Факторы, определяющие</p>

		сопротивляемость сварных швов образованию горячих трещин. Конструктивные и технологические пути предотвращения горячих трещин. Влияние состава и структуры металла шва на образование горячих трещин. Горячие трещины в околосшовной зоне, причины образования и методы борьбы с ними.
5	Влияние термического цикла сварки и вида термообработки на структуру и свойства сварных соединений	Общая характеристика фазовых и структурных изменений в металлах при сварке. Зона термического влияния. Особенности кинетики фазовых превращений при сварке. Характеристика основных изменений структуры и свойств в зоне термического влияния при сварке сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Связь между склонностью стали к замедленному разрушению и образованию холодных трещин. Миграция вакансий как условие роста зародышей трещин. Влияние напряженного состояния и водорода, растворенного в металле. Основные мероприятия по повышению сопротивляемости металлов и сплавов образованию холодных трещин при сварке. Термическая обработка сварных соединений. Назначение и рациональные области применения.
6	Свариваемость металлов и сплавов	Методы оценки свариваемости, их общая характеристика. Оценка влияния режимов сварки и последующей обработки на структуру и свойства сварных соединений. Методы оценки и определения сопротивления образованию горячих трещин. Испытания на ударный изгиб, оценка сопротивления распространению трещин по диаграммам растяжения при ударном изгибе. Методы инициирования трещин в хрупком слое. Методы испытания склонности металла к локальным разрушениям в околосшовной зоне при высоких температурах эксплуатации. Испытания на стойкость против коррозионного разрушения. Средне- и низкоуглеродистые стали повышенной прочности. Высокопрочные стали. Низколегированные теплоустойчивые стали. Среднелегированные конструкционные и жаропрочные стали. Аустенитные стали. Высокохромистые мартенситные, мартенситно-ферритные и ферритные стали. Мартенситно-старяющиеся стали. Ферритно-аустенитные нержавеющие стали. Алюминий и его сплавы. Никель и его сплавы. Медь и сплавы на ее основе. Титан и его сплавы. Особенности сварки разнородных материалов.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы, (час.)
2	1	Исследование перехода углерода в наплавленный металл при электродуговой наплавке в среде CO ₂ порошковыми проволоками.	4
3	2	Исследование процесса перехода легирующих элементов из электродной проволоки и плавяных флюсов в наплавленный металл при электродуговой сварке и наплавке.	4
4	3	Изучение кристаллизации металла при сварке плавлением.	4
5	4	Определение сопротивления металла шва образованию горячих трещин принудительным формированием шва в процессе сварки.	5
Всего по дисциплине			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятий, час.
1	1	Методы расчета состава металлической и шлаковой фаз при сварке.	3
2	2	Расчет равновесных составов наплавленного металла и шлака при дуговой сварке под флюсом.	3
3	3	Расчет состава электродного металла при дуговой сварке в защитных газах.	3
4	4	Расчет скоростей совместно протекающих ОВ-реакций в диффузионном режиме.	3
5,6	5	Расчет на ЭВМ состава наплавленного металла и шлака с учетом кинетики реакций.	5
Всего по дисциплине			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Формы сварочных швов.
2. Тепловые условия формирования шва.
3. Сварочные дефекты, причины возникновения и меры по предотвращению.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
Особенности взаимодействия фаз при сварке				*								
Взаимодействие расплавленного металла с газами, со шлаком		*	*	*								
Легирование и раскисление металла при сварке и наплавке Кристаллизация				*								
Неметаллические включения в сварных швах. Горячие трещины при сварке		*	*	*								
Влияние термического цикла сварки и вида термообработки на структуру и свойства сварных соединений		*		*								
Свариваемость металлов и сплавов			*		*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

(Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Литература основная и дополнительная.

Основная:

ЭБС Университетская библиотека:

9.1.1. Основная литература

1. Материаловедение. Учебник для ВУЗов. / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э Баумана, 2001. – 648 с.

9.1.2. Дополнительная:

1. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для вузов / Э. А. Гладков. - М.: Академия, 2006. – 430 с.

2. Черный О.М. Электродуговая сварка: практика и теория [Текст]: Учеб. пособие для вузов / О. М. Черный – М.: Феникс, 2009. – 319с.

3. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций [Текст]: учеб. пособие / С. А. Куркин [и др.]; ред.: С. А. Куркин, В. М. Ховов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 460 с.

4. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Учебник для ВУЗов /Ю.П. Солнцев, Е.И. Прякин Е.И. – Спб.: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.

5. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов и др. - 3-е изд. испр. и доп. - М.: Высшая школа. 2005. - 862 с.

6. Калита В.И., Комлев Д.И Плазменные покрытия с нанокристаллической и аморфной структурой. М.: Лидер. 2008.

7. Мэттьюс Ф., Роллингс Р. Композиционные материалы. Механика и технология : Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. С.Л. Баженова, М.: Техносфера, 2004.

8. Колганов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие/ Л.А. Колганов Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.-512с

9. Колмаков А.Г., Алымов М.И., Баринов С.М. Основы технологий и применение наноматериалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 208 с.

10. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / П.А. Витязь, А.Ф. Ильющенко, М.Л. Хейфиц, С.А. Чижик, К.А. Солнцев, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, С.М. Баринов; под общ. Ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева. – Минск: Беларус. Навука, 2011. – 283 с.

11. Сварка [Электронный ресурс]: сб. стандартов ГОСТ И ГОСТ Р. - Электрон. дан. - М.: Стандартинформ, 2007. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Систем. требования: Windows 98/XP/ME/2000; Adobe Acrobat Reader; CD-ROM. -Загл. с этикетки диска. - (в кор.).

12. Лепешев А. А. Плазменное напыление аморфных и нанокристаллических материалов: Монография./А. А. Лепешев - Красноярск: Изд-во Сибирский федеральный университет. 2013.

9.2.Методические разработки

1. Комплекты задач и заданий для практических занятий, расчетных работ, контрольных заданий.

2. Методические указания к практическим занятиям.

3. Методические указания к лабораторным работам.

Приводятся отдельно.

9.3.Программное обеспечение

1. Операционная система Microsoft Windows 7;

2. Microsoft Visual Studio;

3. Oracle VirtualBox;

4. ОС Kubuntu;

5. GNU g++

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://search.ebscohost.com> - база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing.
2. <http://dl.acm.org/dl.cfm> - база данных ACM Digital Library, организация Association for Computing Machinery.
3. <http://www.iournals.cambridge.org> - база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, издательство Cambridge University Press.
4. <http://lib.mvlibrarv.com/browse/open.asp> - база данных eBook collection Oxford Russia Fund (ORF).
5. <http://www.emeraldinsight.com/products/eng/database.htm> - база данных eBooks Series, издательство Emerald.
6. <http://www.oecd-ilibrary.org> - база данных Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
7. <http://www.oxfordreference.com/views/GLQBAL.html> - база данных Oxford Reference Online Premium Collection, издательство Oxford University Press.
8. <http://search.proquest.com> - база данных ProQuest Digital Dissertations and Theses (PQDT) vol. A and B, компания ProQuest.
9. <http://www.orbit.com> - база данных Questel Patent.
10. <http://www.sciencemag.org> - база данных Science/AAAS (American Association for the Advancement of Science).
11. <http://www.sciencedirect.com> - база данных ScienceDirect Freedom Collection, издательство Elsevier.
12. <http://www.scopus.com> - база данных Scopus, издательство Elsevier.
13. <http://www.tandfonline.com> - база данных Taylor&Francis.
14. <http://apps.webofknowledge.com> - база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.
15. <http://onlinelibrary.wiley.com> - база данных Wiley.
16. <http://library.ustu.ru/texpert> - база данных КОДЕКС-ТЕХЭКСПЕРТ, сетевая версия.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используется.

9.6. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- ознакомиться с графиком учебного процесса по дисциплине (календарный план аудиторных занятий и план-график самостоятельной работы), принципами балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений;
- активно использовать указанные в программе ресурсы электронной библиотеки УрФУ, ресурсы Интернет;
- вырабатывать и совершенствовать умение конспектировать, систематизировать, обобщать изученный материал, выделять сложные вопросы, требующие дополнительной подготовки, составлять предварительный план самостоятельной работы. В случае затруднения в понимании отдельных вопросов необходимо обратиться за консультацией к ведущему преподавателю.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Материально-техническое обеспечение занятий, предусмотренных учебным планом подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 Металлургия, выборная траектория – сварочное производство, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами с возможностью

подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала (кафедральные: Мт-131, Мт-133, Мт-135);

- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием (кафедральная Мт-131) с аппаратным и программным обеспечением (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по модулю

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки: семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
1. Расчетно-практические мини задачи, контрольные работы (по разделам лекционного курса)	5 сем/ по уч. графику ПЗ	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям - Экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,4		
Текущая аттестация по практическим занятиям	Сроки: семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
1. Расчетно-практические задачи, работы (по разделам цикла практических занятий)	5 сем/ по уч. графику ПЗ	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – Экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки: семестр, учебная неделя	Макс. оценка в баллах
1. Допуск к лабораторным работам по итогам опроса и решения мини-контрольных задач.	По уч. графику ЛР	50
2. Защита отчета о выполнении лабораторных работ.	По уч. графику ЛР	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям - Экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям –		

0,6

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО

КОНТРОЛЯ

Независимый тестовый контроль не проводится

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

1. Рассчитать сопротивляемости металла сварного соединений появлению кристаллизационных трещин.
2. Рассчитать структурно-фазовый состав металла соединения и зоны термического влияния для стали X12.
3. Рассчитать распределения тепла в металле соединения и зоне термического влияния для ручной дуговой сварки.
4. Рассчитать режим механизированной сварки под флюсом и геометрические характеристик металла сварных соединений.

8.3.2. Примерные контрольные вопросы, задачи в рамках учебных занятий

1. Классификация металлов и сплавов.
2. Первое и второе начало термодинамики.
3. Энергия Гиббса. Кинетика гетерогенных процессов.
4. Процессы окисления металла шва.
5. Окисление металлов при сварке.
6. Раскисление металла сварочной ванны.
7. Взаимодействие металлов с газами при сварке.
8. Шлаковые фазы.
9. Способы защиты сварочной ванны от воздушной среды.
10. Вредные примеси в металле при сварке и их удаление.
11. Сварочные деформации и напряжения.
12. Свойства металлов при температурах термического цикла.
13. Понятие о термомодеформационном цикле при сварке.
14. Экспериментальные методы определения сварочных деформаций и напряжений.
15. Поля остаточных напряжений в сварном соединении.
16. Понятие свариваемости, теория свариваемости.
17. Особенности кристаллизации и дефекты в сварном шве, природа образования горячих трещин.
18. Зоны сварных соединений.
19. Фазовые и структурные превращения при сварке.
20. Холодные трещины
21. Хрупкое разрушение сварных соединений
22. Трещины повторного нагрева

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Алгометрическая модель технологического процесса получения высокотемпературных соединений, покрытий.
2. Характеристика основных параметров режимов для различных способов получения высокотемпературных соединений, покрытий.
3. Структурная схема оценки свариваемости материалов.
4. Взаимосвязь показателей качества с технологическими параметрами получения высокотемпературных соединений
5. Критериальная оценка качества соединений, покрытий.

6. Виды кристаллизационных трещин, причины их появления и способы предотвращения.
7. Расчётные методы оценки сопротивляемости металла высокотемпературных соединений появлению кристаллизационных трещин.
8. Экспериментальные способы оценки склонности металла соединений к кристаллизационным трещинам.
9. Расчёт химического состава металла при различных способах получения высокотемпературных соединений, покрытий.
10. Расчет структурно-фазового состава металла соединения и зоны термического влияния.
11. Методы определение концентрации диффузионного водорода в составе металла соединения.
12. Расчёт распределения тепла в металле соединения и зоне термического влияния.
13. Оценка величины температурных и остаточных напряжений в металле соединения.
14. Прогнозирование механических свойств соединений, покрытий.
15. Расчётные методы оценки сопротивляемости металла соединений к появлению холодных трещин.
16. Определение величин критических факторов, характеризующих появление холодных трещин.
17. Расчёт характеристик предварительного подогрева деталей перед получения высокотемпературных соединений, покрытий.
18. Расчёт режима ручной дуговой сварки и геометрических характеристик металла сварного соединения.
19. Расчёт режима механизированной сварки под флюсом и геометрических характеристик металла сварных соединений.
20. Расчёт режима сварки в защитном газе и геометрических характеристик металла сварных соединений.
21. Методика расчёта многопроходной сварки в узкий зазор.
22. Расчёт режима при сварке аустенитных сталей с учётом вероятности выделения карбидов.
23. Расчёт режима при сварке аустенитных сталей с учётом сохранения стойкости к межкристаллитной коррозии
24. Расчёт режимов электрошлаковой сварки.
25. Расчёт режимов лазерной сварки.
26. Выбор сварочных материалов для получения соединений и покрытий заданного химического состава.
27. Моделирование процесса сварки двухслойных сталей.
28. Моделирование процесса сварки разнородных металлов.
29. Моделирование процесса получения высокотемпературных соединений, покрытий с заданными структурой и служебными свойствами.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

