

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:52:11

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физико-химия получения и обработки материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Физико-химия процессов и материалов

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Сидорова Елена Николаевна

Рабочая программа

Физико-химия получения и обработки материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-6.plx Физико-химия процессов и материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физико-химия процессов и материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – научить физико-химическим основам технологических процессов и выбору средств получения и обработки сплавов и композиций в зависимости от их состава и требований к качеству.
1.2	Задачи: научить
1.3	1. Рассчитывать термодинамические и кинетические характеристики высокотемпературных процессов, протекающих с участием твердой, жидкой и газовой фаз
1.4	2. Выполнять сравнительный анализ технологических схем получения материалов с учетом исходного сырья, требуемого состава и качества конечного продукта, экономических и экологических факторов.
1.5	3. Использовать моделирование, средства контроля для управления технологическими процессами и прогнозирования свойств производимого материала
1.6	
1.7	
1.8	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.2	Методы защиты металлов и металлопродукции	
2.1.3	Производственная практика	
2.1.4	Фазовые превращения при получении металлов и соединений	
2.1.5	Физико-химия эволюции твердого вещества	
2.1.6	Энерго- и ресурсосберегающие технологии в производстве и использовании материалов	
2.1.7	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.8	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.9	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.10	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.1.11	Учебная практика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов
Знать:
ПК-5-33 Модели (закономерности), описывающие связи между параметрами внешних условий эксплуатации и обработки и параметрами строения (состава и структуры):
ПК-5-34 модели фазовых превращений и др.
ПК-5-31 теории эволюции структуры и состава материалов при внешних термических, термомеханических и др. воздействиях;
ПК-5-32 Карты инженерных, эксплуатационных, технологических свойств материалов
ПК-5-35 Технические характеристики, назначение, принципы и регламенты работы контрольного, измерительного и испытательного оборудования
ПК-5-38 Подходы к описанию связей между параметрами физических, механических и химических свойств и параметрами эксплуатационных, технологических и инженерных свойств (например: модель коррозионного растрескивания под напряжением, модель жаропрочности (ползучести), модель усталости и др.)
ПК-5-39 Технические характеристики, назначение, принципы и регламенты работы лабораторного технологического оборудования и технологические приемы работы на нем
ПК-5-36 Основные рабочие параметры лабораторного технологического оборудования, используемого для моделирования, а также аналогичных параметров соответствующего ему технологического процесса

ПК-5-37 Модели (закономерности), описывающие связи между параметрами структуры и параметрами физических, химических и механических свойств
ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов
Знать:
ПК-2-31 Физические и химические процессы ,протекающие в материалах при их получении,обработке и модификации, способы контроля и управления этими процессами
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Знать:
ОПК-2-31 Методы моделирования и оптимизации,стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и оценки технологичемких процессов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 Знать существующие и перспективные компьютерные и информационные технологии применительно к материаловедению ,технологии получения и модификации материалов
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 Основные положения и методы социальных,экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики,экологии
ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов
Уметь:
ПК-5-У1 Разрабатывать рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов обработки материалов
ПК-5-У8 Устанавливать закономерности связей параметров физических, химических и механических свойств с эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях
ПК-5-У2 Анализировать результаты проведенных испытаний образцов материалов
ПК-5-У3 Разрабатывать, вносить и согласовывать рекомендации и предложения по изменению технологического регламента производства нанопродукции
ПК-5-У6 Устанавливать закономерности связей параметров физических, химических и механических свойств с эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях
ПК-5-У7 Осуществлять технологические операции по созданию образцов нового материала на лабораторном технологическом оборудовании
ПК-5-У4 Управлять рабочими параметрами лабораторного технологического оборудования таким образом, чтобы они обеспечивали максимальное соответствие технологического процесса, проводимого в ходе лабораторного моделирования, производственному технологическому процессу
ПК-5-У5 Анализировать результаты исследований: устанавливать закономерности связей параметров структуры материалов и параметров внешних условий, моделирующих условия эксплуатации, и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях эксплуатации
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 Самостоятельно развивать базовые знания в теоретических и прикладных науках при моделировании, в теоретических и экспериментальных исследованиях свойств материала и процессов его получения
ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов

Уметь:
ПК-2-У1 Самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах в соответствие с профессиональной тематикой, ставить новые задачи.
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Уметь:
ОПК-2-У1 Использовать основные приемы анализа и синтеза как метода исследования
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 Применять основные положения и методы социальных, экономических наук при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества в экономике и экологии
ПК-2: Понимает и самостоятельно использует физико-химические основы, принципы и методики исследований, испытаний и диагностики веществ и материалов, имеет навыки комплексного подхода к исследованию материалов и технологий их обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и процессов
Владеть:
ПК-2-В1 Знанием физических и физико-химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модифицировании, их зависимости от внешних факторов.
ПК-5: Способен формировать совместно с технологом и конструктором предложения по изменению технологического регламента получения нанометаллов, сплавов и композитов на их основе с улучшенными свойствами в соответствии с требованиями потребителя, а также реализовывать получение и исследование свойств пробных партий образцов
Владеть:
ПК-5-В1 Умением выполнять патентный поиск, исследовать патентноспособность и показатели технического уровня разработок
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Владеть:
ОПК-2-В1 Способен самостоятельно осваивать новые методы исследования и изменять научный и производственный профиль своей профессиональной деятельности
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 Методами моделирования и оптимизации процессов, стандартизации и сертификации с целью прогнозирования процессов и свойств материалов
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 Сбором и анализом баз данных о существующих типах материалов, их структуре и свойствах, способами разработки новых материалов с заданными свойствами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Расчет состава и свойств газовых смесей, плазмохимических реакций							

1.1	Технологические схемы современного металлургического производства. Анализ технологических процессов с учетом исходного сырья, энергозатрат, состава и качества продукта. /Лек/	3	1	ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ПК -5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			
1.2	Газовые атмосферы в процессах получения металлов и сплавов. Термодинамика и кинетика газовых реакций. Контролируемые атмосферы. /Лек/	3	1	ОПК-2-У1 ПК -2-В1	Л1.3 Л1.4			
1.3	Низкотемпературная плазма. Процессы плазменного рафинирования и легирования металлических расплавов. Обработка дисперсных материалов. /Лек/	3	1	ОПК-4-В1 ПК- 2-31	Л1.3			
1.4	Состав и свойства газовых фаз. Расчеты контролируемых атмосфер. /Пр/	3	1	ПК-2-В1	Л1.3			
1.5	Расчеты плазмохимических процессов. /Пр/	3	1	ПК-2-31	Л1.3			
1.6	Проработка лекционного и практического материалов, расчет заданий /Ср/	3	12	ПК-2-31 ПК-2- В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			Р1
	Раздел 2. Термодинамика металлических и оксидных растворов, расчеты межфазного распределения элементов							
2.1	Металлические растворы. Идеальные и реальные растворы. Параметры взаимодействия. Определение активности компонента металлического расплава сложного состава. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ПК- 5-31	Л1.3			
2.2	Металлургические шлаки, их физико-химические и технологические свойства. Термодинамические модели оксидных растворов. Распределение элементов между металлом и шлаком. /Лек/	3	1	ОПК-4-У1 ПК -2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4			
2.3	Кислород в металлических расплавах. Распределение кислорода между металлом и шлаком. Кинетика обезуглероживания стали. /Лек/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-2-31	Л1.3 Л1.5			

2.4	Теоретические основы раскисления металла. Механизм образования и удаления неметаллических включений. Газы в металлах. Растворимость водорода и азота в твердых и жидких металлах /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-5-У8	Л1.3 Л1.4			
2.5	Газы в металлах. Растворимость водорода и азота в твердых и жидких металлах /Лек/	3	1	ПК-5-У8	Л1.3			
2.6	Термодинамика металлических растворов. Расчет коэффициента активности и активности компонента металлического расплава сложного состава. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-5-У4 ПК-5-У6	Л1.2 Л1.5			
2.7	Определение активности компонентов оксидного расплава с использованием моделей СИР и РИР /Пр/	3	2	ОПК-4-В1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3			
2.8	Кислород в расплавах железа. Межфазное распределение кислорода. /Пр/	3	2	ОПК-4-В1	Л1.3 Л1.5			
2.9	Обезуглероживание хромсодержащих расплавов /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.5			
2.10	Термодинамические расчеты раскисления металлов. Расчет и построение изотерм раскисления железа и никеля. /Пр/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3			
2.11	Расчеты раскисления стали комплексными раскислителями /Пр/	3	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3			
2.12	Растворимость газов в легированных расплавах /Пр/	3	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3			
2.13	Кинетика абсорбции и десорбции азота расплавом на основе железа. Контрольная работа /Пр/	3	4	ОПК-4-У1	Л1.2 Л1.3		КМ1	
2.14	Проработка лекционного и практического материалов, расчет заданий /Ср/	3	40	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			Р1
	Раздел 3. Анализ технологических схем получения сплавов с заданными свойствами							
3.1	Неметаллические включения стали. Удаление н/включений из расплава в гравитационном поле и в условиях конвективных потоков. /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.4			

3.2	Дегазация стали продувкой жидкого металла в ковше аргоном. /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.3			
3.3	Удаление н/включений при переплаве в вакууме. Контрольная работа /Пр/	3	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3			
3.4	Расчет необходимого содержания летучего компонента в металле, предназначенном для переплава в ВДП и ЭЛП /Пр/	3	2	ПК-5-У6 ПК-5-У7	Л1.3			
3.5	Кинетические расчеты рафинирования металлических расплавов от примесей цветных металлов в вакууме /Пр/	3	2	ПК-2-У1	Л1.3			
3.6	Теория и технология получения конструкционных сталей с особыми свойствами, азотированных сталей, сплавов на основе никеля. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3			
3.7	Технологические основы внепечного рафинирования. Способы обработки сплавов. Получение коррозионностойкой стали АКР-процессом. /Лек/	3	1	ОПК-1-В1 ПК-5-В1	Л1.3			
3.8	Обработка расплавов в вакууме. Механизм дегазации. Порционное и циркуляционное рафинирование. Получение крупных слитков, IF-стали. /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-В1	Л1.3			
3.9	Способы повышения качества стали при разливке. Структура и качество заготовок. Теоретические основы и технология открытой индукционной плавки. Вакуумная индукционная плавка. Производство прецизионных сплавов. /Лек/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3			
3.10	Переплавные процессы. Особенности рафинирования и кристаллизации расплавов при ВДП, ЭШП, ЭЛП, ПДП, их эффективность /Лек/	3	1	ПК-5-36	Л1.1 Л1.2			
3.11	Проработка лекционного и практического материалов, расчет заданий /Ср/	3	27	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-32 ПК-5-У2	Л1.1 Л1.3 Л1.4			Р1

	Раздел 4. Контроль, управление, моделирование технологических процессов получения и обработки материала							
4.1	Расчеты окислительных потенциалов фаз по результатам электрохимических измерений /Пр/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.4 Л1.5			
4.2	Моделирование технологических процессов, прогнозирование качества конечного продукта на основе электрохимических измерений при выплавке и обработке стали. /Пр/	3	1	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.5			
4.3	Анализ технологических схем получения сплавов с заданными свойствами /Лек/	3	1	ОПК-2-З1 ОПК-2-У1	Л1.3 Л1.5			
4.4	Моделирование технологических процессов получения и обработки сплавов на основе результатов электрохимических измерений. Контрольная работа /Лек/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1	Л1.2 Л1.3			
4.5	Проработка лекционного и практического материалов, расчет заданий /Ср/	3	14	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-З1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Вопросы к контрольной работе 1 «Термодинамика высокотемпературных систем и процессов»	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-5-38;ПК-5-У2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет равновесного состава газовых атмосфер в зависимости от температуры и давления. 2. Расчет равновесного состава и окислительно-восстановительных свойств сложных газовых атмосфер. 3. Оценка окислительно-восстановительных свойств газовой фазы по отношению к конкретному металлу и его оксиду 4. Идеальные и разбавленные растворы. 5. Термодинамические модели металлических растворов и соответствующие им избыточные мольные энергии Гиббса. 6. Отличие моделей псевдрегулярного, субрегулярного моделей раствора от модели регулярного раствора. 7. Переход от избыточной энергии Гиббса раствора к избыточному химическому потенциалу и коэффициенту активности компонента в модели регулярного раствора. 8. Графическая зависимость активности компонента от состава в бинарном регулярном растворе. 9. Графическая зависимость активности компонента от состава в бинарном субрегулярном растворе. 10. Использование законов Рауля и Генри для реальных растворов. 11. Стандартное состояние вещества в растворе и состояние сравнения 12. Многокомпонентные разбавленные растворы. Мольные и массовые параметры взаимодействия, их зависимость от температуры. 13. Расчет коэффициента активности и активности компонента металлического раствора. 14. Ионные термодинамические модели оксидных расплавов. 15. Модель совершенного ионного раствора. Расчет активности компонента шлака. 16. Модель регулярного ионного раствора, Расчет активности компонента шлака. 17. Температурная зависимость растворимости кислорода в расплавах железа и никеля. 18. Расчет межфазного распределения кислорода в системе: металл-шлак-газ. 19. Термодинамика реакций десульфурации и дефосфорации. 20. Расчет и построение равновесной кривой зависимости концентрации кислорода в жидком железе от содержания углерода. 21. Кинетика обезуглероживания стали. Лимитирующая стадия процесса и ее определение. Кинетические константы процесса. 22. Расчет изотермы раскисления расплавов на основе железа. 23. Раскислители, способы раскисления, комплексное раскисление. 24. Продукты раскисления и способы их удаления из металлического расплава. 25. Расчет растворимости водорода (азота) в расплавах сложного состава. 26. Кинетика абсорбции и десорбции азота расплавом на основе железа. 27. Кинетика и механизм удаления примесей цветных металлов из жидкой стали в вакууме.
-----	---	-----------------------------------	---

КМ2	Вопросы к контрольной работе 2 «Контроль и управление технологическими процессами»	ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ПК-5-35;ПК-5-36;ПК-5-39;ПК-5-У3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретические основы электрохимических измерений кислородных потенциалов в газовых и жидких средах 2. Идеальная кислородная ячейка. Условия обратимости работы электрохимической кислородной ячейки. 3. Ионная, электронная и дырочная проводимости твердого электролита. Введение поправок на расчетах на электронную и дырочную проводимость. 4. Уравнение Вагнера. Его решения. 5. Типы электрохимических датчиков. Принципиальная схема измерения ЭДС. 6. Твердые электролиты: состав, свойства, требования к свойствам. 7. Выбор электродов сравнения для электрохимических измерений в различных средах с разной окисленностью и температурой. 8. Методика параллельных электрохимических измерений в металле и в шлаке, ее возможности. 9. Газовый электрод сравнения. Особенности его использования в различных средах и температурах. 10. Цели и возможности использования кислородных датчиков при выплавке стали в дуговой печи и внепечной обработке. 11. Расчет равновесного парциального давления кислорода в электродах сравнения Ni –NiO, Mo – MoO₂, Cr – Cr₂O₃. Использование названных электродов сравнения. 12. Особенности электрохимических измерений и расчетов в окисленной и раскисленной стали. 13. Использование кислородных датчиков для контроля содержания алюминия в стали. 14. Использование кислородных датчиков для контроля окислительных процессов. 15. Кислородные датчики для определения раскисленности стали, прогнозирования свойств готового металла. 16. Создание физико-химических моделей процесса обезуглероживания стали на основе электрохимических измерений. 17. Создание физико-химических моделей раскисления стали и сплавов на основе электрохимических измерений. 18. Определение активности компонентов шлака на основе параллельных эл/ хим.измерений в металле и шлаке. 19. Прогнозирование качества подшипниковой стали на основе электрохимических измерений в жидкой стали перед разливкой.
КМ3	Вопросы к контрольной работе 3 «Способы выплавки и обработки сплавов»	ПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-5-37;ПК-5-38	<ol style="list-style-type: none"> 1. Качество исходной металлической шихты при выплавке стали в КК и ДСП, влияние на качество готового металла. 2. Существующие методы выплавки стали в ДСП, особенности управления технологией и качеством выплавляемой стали. 3. Особенности выплавки стали в сверхмощных дуговых печах. 4. Использование металлизированных окатышей при выплавке стали в ДСП. 5. Водород в стали. Поведение водорода при выплавке в ДСП, влияние на качество продукта. 6. Азот в стали. Поведение азота при выплавке стали и внепечной обработке. 7. Физико-химические основы внепечного рафинирования стали. 8. Простые способы внепечного рафинирования стали, их эффективность 9. Термодинамические и кинетические условия успешного удаления из расплава серы и фосфора. 10. Порционное и циркуляционное рафинирование стали. 11. Основы АОД-процесса и его эффективность. 12. Производство стали с ультранизким содержанием углерода и IF-стали со сверхнизким содержанием углерода и азота. 13. Модифицирование и микролегирование стали и сплавов: цель, используемые присадки, влияние на качество конечного продукта. 14. Переплавные процессы (ВДП, ЭШП, ЭЛП). Термодинамические и кинетические условия переplava.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

Р1	Домашнее задание	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ОПК-2-В1;ОПК-4-В1;ПК-2-В1	<p>Домашнее задание выполняется в форме расчетно-графической работы.</p> <p>Тематика домашних расчетных заданий:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Расчет равновесных составов и кислородных потенциалов газовой фазы $\text{CO-CO}_2\text{-O}_2$ (в отсутствие и в присутствии твердого углерода) при заданных значениях давления и температуры. Оценить окислительно-восстановительные свойства газовых атмосфер по отношению к конкретному металлу и его оксиду.2. Рассчитать и построить на графике изотермы раскисления жидкого железа алюминием и кремнием при температуре 1600С. Определить оптимальные концентрации раскислителей и соответствующие им минимальные концентрации кислорода. Оценить и сравнить раскислительную способность элементов.3. По результатам электрохимических измерений в жидкой стали ($E=200\text{мВ}$, $T=1600\text{С}$), электрод сравнения $\text{Cr-Cr}_2\text{O}_3$, рассчитать активность и концентрацию кислорода в расплаве. Расчет выполнить с учетом и без учета электронной проводимости твердого электролита. Оценить ошибку расчета без учета P_e
----	------------------	--	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данной дисциплине предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов, которые перекрывают все компетенции. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. Пример экзаменационного билета размещен в приложении к РПД.

Примерные темы для экзаменационных билетов

1. Состав и свойства газовых атмосфер.

Расчет состава газовой фазы $\text{CO} - \text{CO}_2 - \text{O}_2$, (в отсутствие и в присутствии твёрдого углерода). Оценка окислительно-восстановительных свойств газовых атмосфер по отношению к конкретному металлу и его оксиду. Расчет состава и свойств сложных газовых атмосфер ($\text{H}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO} - \text{CO}$) и др.

2. Характеристики прочности оксидов. Диаграмма зависимости стандартной энергии Гиббса образования оксидов от температуры. Термодинамические условия углетермического и металлотермического восстановления.

3. Термодинамика металлических растворов. Идеальные и разбавленные растворы.

Стандартное состояние и состояние сравнения. Термодинамическая активность. Параметры взаимодействия. Расчет коэффициента активности и активности компонентов металлических растворов.

4. Кислород в расплавах. Температурная зависимость растворимости кислорода в расплавах на основе железа. Предельная растворимость. Расчет активности и равновесного парциального давления кислорода в расплавах сложного состава. Фазовая диаграмма $\text{Fe} - \text{O}$. Закономерности превращений в системе железо-кислород.

5. Основные реакции сталеплавильного производства.

Вредные примеси в стали, влияние на свойства, способы удаления примесей при выплавке и обработке стали. Термодинамика реакций десульфурации и дефосфорации.

Эффективность процессов рафинирования от вредных примесей при выплавке стали в кислородном конвертере, дуговой и индукционной печи.

6. Термодинамика и кинетика процесса обезуглероживания. Расчет и построение равновесной кривой зависимости концентрации и активности кислорода от содержания углерода в жидком железе. Диффузионный и кинетический режимы обезуглероживания.

7. Термодинамика совместного окисления углерода и хрома при обезуглероживании хромсодержащего расплава. Влияние различных факторов на получение минимальной концентрации углерода при обезуглероживании хромсодержащих расплавов. Способ выплавки стали: АКР (AOD)- процесс.

8. Теоретические основы и практика раскисления стали.

Расчет и построение изотерм раскисления. Раскислительная способность элементов. Раскислители и способы раскисления. Комплексное раскисление. Углеродное раскисление. Влияние вакуума на процесс раскисления и продукты раскисления.

9. Кинетика и механизм гомогенных реакций. Способы определения порядка реакции, константы скорости и энергии активации.

10. Кинетика и механизм гетерогенных процессов. Лимитирующая стадия и ее определение.

11. Физико-химические основы внепечного рафинирования стали. Цели простых и комбинированных способов ковшевой обработки металла. Использование вакуума. Эффективность способов внепечного рафинирования. Способы циркуляционного рафинирования.

12. Выплавка стали в открытых и вакуумных индукционных печах. Особенности технологии, эффективность процессов рафинирования. Влияние вакуума на стойкость материала футеровки. Сортамент, назначение выплавляемых сталей и сплавов.

13. Неметаллические включения в стали.

Образование и включений, классификация, влияние на свойства готового продукта.

Способы удаления и включений из жидкой стали. Влияние поверхностных явлений на переход и включений из металла в шлак.

14. Растворимость водорода и азота в твердом и жидком железе, влияние на свойства готового продукта. Расчет растворимости газов в расплавах сложного состава.

Поведение газов при выплавке и обработке стали. Влияние вакуума.

15. Примеси цветных металлов в сталях и сплавах, влияние на свойства. Поведение примесей по ходу выплавки и обработки стали. Механизм и кинетика испарения газов и примесей цветных металлов в вакууме. Уравнение Ленгмюра.

16. Электрохимические измерения и расчеты в металлических расплавах и газах.

Теоретические основы метода ЭДС с твердым электролитом: идеальная кислородная ячейка, уравнение Нернста, уравнение Вагнера. Твердые электролиты и электроды сравнения. Электронная проводимость. Учет электронной проводимости в расчетах. Выбор электродов сравнения.

17. Методика электрохимических измерений и расчетов в окисленных и раскисленных расплавах. Параллельные измерения в металле и шлаке, их возможности.

Использование электрохимических измерений для контроля и управления технологическими процессами при окислительном рафинировании и раскислении (контроль содержания углерода, алюминия, прогнозирование и включений, создание физико-химических моделей обезуглероживания и раскисления).

18. Термодинамические модели оксидных расплавов. Расчеты активности компонентов шлаков по модели СИР и РИР.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка выставляется обучающимся, допущенным к экзамену, на основе критериев уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М.	Общая металлургия: учебник для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2005
Л1.2	Падерин С. Н., Серов Г. В.	Физико-химия металлов и неметаллических материалов: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л1.3	Михайлов Г. Г., Леонович Б. И., Кузнецов Ю. С.	Термодинамика металлургических процессов и систем: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л1.4	Падерин С. Н., Серов Г. В., Шильников Е. В., Алпатов А. В.	Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.5	Серов Г. В., Падерин С. Н., Сидорова Е. Н., Кузнецов Д. В.	Процессы получения и обработки материалов. Теория и расчеты металлургических процессов и систем (N 2966): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1.Конспект лекций в электронном виде
И.2	2.Программа для моделирования металлургических процессов «Оракул» (ЕСТЬ ЛИ ЛИЦЕНЗИЯ, СТОИТ ЛИ ЭТА ПРОГРАММА НА КОМПЬЮТЕРАХ МИСИС??)
И.3	3. Программный комплекс термодинамических расчетов «Терра» (ЕСТЬ ЛИ ЛИЦЕНЗИЯ, СТОИТ ЛИ ЭТА ПРОГРАММА НА КОМПЬЮТЕРАХ МИСИС??)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических основ высокотемпературных систем и технологических процессов получения и обработки материалов с целью получения композиций с требуемыми свойствами. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения физико-химических задач на занятии, а также самостоятельного выполнения заданий.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);

- использование при проведении занятий специализированной аудитории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.