



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



20.10.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ
Физико-химия металлургических процессов и
систем**

Закреплена за кафедрой	металлургии	
Учебный план	Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"	
Квалификация	бакалавр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: экзамены 4
в том числе:		
аудиторные занятия	42	
самостоятельная работа	48	
часов на контроль	18	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	13 5/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	28	28	28	28
Итого ауд.	42	42	42	42
Контактная работа	42	42	42	42
Сам. работа	48	48	48	48
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	108	108	108	108

Разработчик программы:

канд. хим. наук, доц. кафедры, Семенова Наталья Сергеевна _____

Рабочая программа дисциплины

Физико-химия металлургических процессов и систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Металлургия Профиль подготовки "Металлургия цветных металлов"
утвержденного учёным советом вуза от 20.10.2021 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 18.10.2021 г. № 6

Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Выработать у бакалавров способности применять основные закономерности физической химии к анализу металлургических систем и процессов.	
1.1 Задачи	
Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: -готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания; -готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач.	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы безопасности металлургических технологий
2.1.2	Основы формирования мировоззрения в профессиональной деятельности
2.1.3	Физика
2.1.4	Физическая химия
2.1.5	Философия
2.1.6	Экологические проблемы металлургического производства
2.1.7	Экология
2.1.8	Экономическая теория
2.1.9	Всеобщая история
2.1.10	Информатика
2.1.11	История России
2.1.12	Компьютерная графика
2.1.13	Ознакомительная практика
2.1.14	Основы кристаллографии и минералогии
2.1.15	Русский язык и культура речи
2.1.16	Учебная практика
2.1.17	Химия металлов
2.1.18	Безопасность жизнедеятельности
2.1.19	Введение в специальность
2.1.20	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Материаловедение
2.2.2	Металловедение
2.2.3	Металлургия благородных и редких металлов
2.2.4	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.2.5	Обогащение полезных ископаемых
2.2.6	Основы технологии получения и обработки металлов
2.2.7	Теплотехника
2.2.8	Информационное обеспечение металлургического производства
2.2.9	Оборудование гидromеталлургических заводов
2.2.10	Оборудование пирометаллургических заводов
2.2.11	Основы проектирования металлургических предприятий
2.2.12	Проектирование и логистика технологических процессов
2.2.13	Теоретические основы новых пирометаллургических процессов
2.2.14	Теория гидromеталлургических процессов
2.2.15	Теория металлургических процессов
2.2.16	Теория эксперимента
2.2.17	Теория электрохимических процессов
2.2.18	Физическая культура и спорт
2.2.19	Автоматизация металлургических процессов
2.2.20	Информационные технологии в металлургии

2.2.21	Литейное производство
2.2.22	Металлургия золота и серебра
2.2.23	Металлургия легких и тугоплавких металлов
2.2.24	Металлургия меди и сопутствующих элементов
2.2.25	Металлургия черных металлов
2.2.26	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.27	Обработка металлов давлением
2.2.28	Современные технологии получения цветных металлов и сопутствующих элементов
2.2.29	Термообработка
2.2.30	Государственная итоговая аттестация
2.2.31	Защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Металлургия свинца и сопутствующих элементов
2.2.33	Металлургия цинка и сопутствующих элементов
2.2.34	Основы проектирования и строительное дело
2.2.35	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.36	Преддипломная практика
2.2.37	Экономика и управление на предприятии
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	
ИОПК-1.1: Знает: физико-химические основы и методы математического моделирования металлургических процессов получения цветных металлов	
ИОПК-1.2: Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, прогнозировать поведение процесса на основе математических моделей	
ИОПК-1.3: Владеет: навыками математического анализа и моделирования	
ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	
ИОПК-2.2: Умеет: проектировать отдельные структурные компоненты новой технологии, объекта, системы	
ИОПК-2.1: Знает: основы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов; основы экономических, экологических и социальных особенностей металлургического производства	
ИОПК-2.3: Владеет: навыками проектной деятельности	
ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	
ИОПК-4.2: Умеет: использовать современные средства измерения, математический аппарат для обработки и анализа экспериментальных данных	
ИОПК-4.3: Владеет: навыками проведения измерений и их обработки	
ИОПК-4.1: Знает: основы метрологии, методы обработки экспериментальных данных	
ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	
ИОПК-5.3: Владеет: навыками анализа результатов выполнения научно-технических задач в профессиональной деятельности	
ИОПК-5.1: Знает: основы современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	
ИОПК-5.2: Умеет: применять информационные технологии и программное обеспечение для решения научно-исследовательских задач в области получения цветных металлов	
ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	
ИОПК-6.1: Знает: основы технологических процессов получения цветных металлов	
ИОПК-6.3: Владеет: навыками выбора эффективных и безопасных технических средств и технологий	
ИОПК-6.2: Умеет: анализировать информацию о технологическом процессе по результатам мониторинга и принимать обоснованные решения	
ОПК-7: Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли	

ИОПК-7.1: Знает: основы составления и использования нормативных документов металлургической отрасли
ИОПК-7.2: Умеет: анализировать, техническую документацию технологи-ческого процесса и принимать обоснованные решения
ИОПК-7.3: Владеет: навыками составления и применения технической документации получения цветных металлов
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ИУК-1.1: Находит и анализирует имеющуюся информацию для решения поставленных задач
ИУК-1.3: Анализирует предлагаемое решение с учетом его достоинств и недостатков
ИУК-1.2: Предлагает пути решения задачи на основе системного подхода
УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
ИУК-2.1: Определяет сроки, ресурсы, исполнителей для решения задачи
ИУК-2.3: Проводит технико – экономическое обоснование, анализирует адекватность принимаемых решений с учетом действующих правовых норм
ИУК-2.2: Определяет оптимальные способы решения задач
УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
ИУК-4.1: Выбирает коммуникативные технологии общения на государственном и иностранном языках
ИУК-4.3: Выполняет перевод профессиональных текстов с иностранного (-ых) на государственный язык и обратно
ИУК-4.2: Осуществляет деловую переписку на государственном и иностранном языках
УК-9: Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
ИУК-9.1: Применяет базовые дефектологические знания во всех сферах деятельности
ИУК-9.3: Совершенствует дефектологические знания
ИУК-9.2: Выбирает методы и приемы оценки профессиональной среды

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	1. Термодинамику и кинетику процессов взаимодействия между веществами, диаграммы состояния различных систем, основы ионной теории жидких шлаков, электрохимической природы взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном, основы равновесного распределения.
3.1.2	2. Основные методы расчета при решении инженерных задач.
3.2	Уметь:
3.2.1	1. Проводить термодинамический и кинетический анализ процессов взаимодействия веществ, анализ диаграмм состояния, определять равновесное распределение веществ.
3.2.2	2. Формулировать инженерные задачи.
3.3	Владеть:
3.3.1	1. Навыками расчета условия равновесия металлургических процессов на основе законов термодинамики и кинетики.
3.3.2	2. Навыками расчёта и интерпретации их результатов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение							

1.1	Физикохимия металлургических систем и процессов как теоретическая основа современной пирометаллургии. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. /Лек/	4	1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
1.2	Физикохимия металлургических систем и процессов как теоретическая основа современной пирометаллургии. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. /Ср/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Высокотемпературное окисление металлов. Диссоциация оксидов и карбонатов							

2.1	<p>Термодинамический анализ процессов взаимодействия металлов с кислородом. Упругость диссоциации оксида и ее связь с G° и константой равновесия реакции диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние фазовых превращений металла и оксида, взаимной растворимости конденсированных веществ на величину упругости диссоциации. Анализ диаграммы состояния металл - кислород на примере системы медь-кислород и особенности диссоциации оксидов в этой системе. Принцип последовательности превращений при диссоциации оксидов меди. Кинетика окисления твердых металлов. Роль диффузии реагентов через окалину и кристаллохимического превращения на границе металл - оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции. Влияние температуры на скорость окисления. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	<p>Термодинамический анализ процессов взаимодействия металлов с кислородом. Упругость диссоциации оксида и ее связь с G° и константой равновесия реакции диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние фазовых превращений металла и оксида, взаимной растворимости конденсированных веществ на величину упругости диссоциации. Анализ диаграммы состояния металл - кислород на примере системы медь-кислород и особенности диссоциации оксидов в этой системе. Принцип последовательности превращений при диссоциации оксидов меди. Кинетика окисления твердых металлов. Роль диффузии реагентов через окалину и кристаллохимического превращения на границе металл - оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции. Влияние температуры на скорость окисления. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса. /Лаб/</p>	4	10	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

2.3	Термодинамический анализ процессов взаимодействия металлов с кислородом. Упругость диссоциации оксида и ее связь с G° и константой равновесия реакции диссоциации. Зависимость константы равновесия от температуры. Влияние фазовых превращений металла и оксида, взаимной растворимости конденсированных веществ на величину упругости диссоциации. Анализ диаграммы состояния металл - кислород на примере системы медь-кислород и особенности диссоциации оксидов в этой системе. Принцип последовательности превращений при диссоциации оксидов меди. Кинетика окисления твердых металлов. Роль диффузии реагентов через окалину и кристаллохимического превращения на границе металл - оксид. Формально-кинетическое уравнение процесса и его анализ. Кинетический и диффузионный режим реакции. Влияние температуры на скорость окисления. Термодинамический анализ реакции диссоциации карбонатов. Кинетика процесса диссоциации, особенности кристаллохимического превращения. Автокатализ процесса. Влияние измельчения твердых фаз на термодинамические и кинетические характеристики процесса. /Ср/	4	11	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Горение газов и углерода							
3.1	Термодинамический анализ реакций горения водорода и оксида углерода, взаимодействия газов-окислителей (O_2 , CO_2) с твердым углеродом. Зависимость равновесного состава газовой фазы от температуры и давления. Кинетика горения газов. Цепной механизм процесса и условия его осуществления. Полуостров воспламенения и влияние различных факторов на его границы. Условия, приводящие к цепному и тепловому взрыву. Графит как основа твердых топлив в металлургии. Строение графита. Тепловые явления в процессе взаимодействия углерода и кислорода. Температура воспламенения и тушения угля. Основы кинетики взаимодействия углерода и кислорода. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

3.2	Термодинамический анализ реакций горения водорода и оксида углерода, взаимодействия газов-окислителей (O ₂ , CO ₂) с твердым углеродом. Зависимость равновесного состава газовой фазы от температуры и давления. Кинетика горения газов. Цепной механизм процесса и условия его осуществления. Полуостров воспламенения и влияние различных факторов на его границы. Условия, приводящие к цепному и тепловому взрыву. Графит как основа твердых топлив в металлургии. Строение графита. Тепловые явления в процессе взаимодействия углерода и кислорода. Температура воспламенения и тушения угля. Основы кинетики взаимодействия углерода и кислорода. /Ср/	4	3	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 4. Восстановления металлов из оксидов							
4.1	Термодинамический анализ реакций восстановления металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности. Восстановление металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле. Механизм и кинетика восстановления металлов из оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Лек/	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.2	Термодинамический анализ реакций восстановления металлов из оксидов газообразными восстановителями – водородом и оксидом углерода. Сравнение их восстановительной способности. Восстановление металлов оксидом углерода в присутствии твердого углерода. Расчет температуры начала восстановления оксида металла при заданном общем давлении оксидов углерода. Учет растворимости углерода в металле. Механизм и кинетика восстановления металлов из оксидов газами. Стадийность процесса; стадии, определяющие скорость. Условия реализации кинетического и диффузионного режимов. /Ср/	4	3	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 5. Строение и свойства металлургических расплавов							

5.1	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	---	--	--------------------------------------	---	--

5.2	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Лаб/</p>	4	10	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	----	--	--------------------------------------	---	--

5.3	<p>Анализ строения жидких металлов на основе общих физико-химических представлений о строении жидкостей. Аморфные металлы и сплавы, способы их получения. Роль шлаков в металлургических процессах. Химический и минералогический анализ твердых шлаков и их классификация. Диаграммы состояния важнейших двойных систем на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Экспериментальные основы ионной теории жидких шлаков (рентгеноструктурные исследования, электропроводность жидких шлаков, ЭДС в системе металл - шлак). Полупроводниковые свойства оксидов переходных металлов. Термодинамическая активность компонентов шлакового расплава. Основные положения теории совершенных ионных растворов и причины отклонения от нее. Микронеоднородность шлаков. Структурно-чувствительные свойства шлаков. Вязкость и удельная электропроводность, их зависимость от состава и температуры. Коэффициенты диффузии простых и комплексных ионов. Поверхностные свойства металлических и шлаковых расплавов. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации поверхностно-активных компонентов. Межфазное натяжение на границе металла со шлаком и работа адгезии фаз. Роль поверхностных явлений в процессах кристаллизации металла, растекания расплава по твердой поверхности и удаления неметаллических включений. /Ср/</p>	4	14	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 6. Основы теории взаимодействия жидкого металла и шлака							

6.1	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Лаб/</p>	4	8	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

6.3	<p>Электрохимическая природа взаимодействия жидких шлаков с металлом и штейном (качественная картина). Двойной электрический слой на границе фаз. Понятие о сопряженных электродных процессах. Равновесный электродный потенциал и его связь с активностями и концентрациями реагентов. Равновесное распределение кислорода между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на окислительную способность шлака. Равновесное распределение серы и фосфора между металлом и шлаком. Факторы, влияющие на коэффициенты распределения. Условия эффективной десульфурации и дефосфорации сплавов. Скорость электродного процесса и плотность тока. Электродная поляризация. Вольтамперная характеристика, режим электродного процесса. Стационарный потенциал неравновесной системы металл-шлак. Определение лимитирующих стадий и скоростей окислительно-восстановительных реакций с использованием вольтамперных характеристик электродных процессов. /Ср/</p>	4	9	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 7. Раскисление металла, образование и удаление неметаллических включений							
7.1	<p>Общая характеристика процессов раскисления. Способы раскисления. Раскислительная способность элементов. Зарождение неметаллических включений. Появление зародышей в гомогенной системе и на готовых поверхностях. Укрупнение включений. Термодинамическое рассмотрение процесса. Кинетика образования новой фазы. Укрупнение включений и их удаление из металла. Кинетика коагуляции. Скорость всплывание включений в жидком металле. Переход включений из металла в шлак. /Лек/</p>	4	2	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

7.2	Общая характеристика процессов раскисления. Способы раскисления. Раскислительная способность элементов. Зарождение неметаллических включений. Появление зародышей в гомогенной системе и на готовых поверхностях. Укрупнение включений. Термодинамическое рассмотрение процесса. Кинетика образования новой фазы. Укрупнение включений и их удаление из металла. Кинетика коагуляции. Скорость всплывание включений в жидком металле. Переход включений из металла в шлак. /Ср/	4	3	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 8. Заключение							
8.1	Роль физико-химического анализа металлургических процессов в совершенствовании существующих и разработке новых технологий получения металлов и сплавов. /Лек/	4	1	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

8.2	Роль физико-химического анализа металлургических процессов в совершенствовании существующих и разработке новых технологий получения металлов и сплавов. /Ср/	4	3	ИУК-1.1 ИУК-1.2 ИУК-1.3 ИУК-2.1 ИУК-2.2 ИУК-2.3 ИУК-4.1 ИУК-4.2 ИУК-4.3 ИУК-9.1 ИУК-9.2 ИУК-9.3 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2 ИОПК-2.3 ИОПК-4.1 ИОПК-4.2 ИОПК-4.3 ИОПК-5.1 ИОПК-5.2 ИОПК-5.3 ИОПК-6.1 ИОПК-6.2 ИОПК-6.3 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	--	---	---	--	--------------------------------------	---	--

4.1 Образовательные технологии

5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Бигеев В. А., Вдовин К. Н., Колокольцев В. М., Салганик В. М.	Основы металлургического производства	Санкт-Петербург: Лань, 2017	https://e.lanbook.com/book/90165
Л1.2	Романенко Е. С., Францева Н. Н.	Физическая химия: учебное пособие	Ставрополь: АГРУС, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277422

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Макаров А. Н.	Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках	Санкт-Петербург: Лань, 2014	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681
Л2.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П.	Физическая химия: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258360

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.3	Макаров А. Г., Сагида М. О., Раздобреев Д. А.	Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Windows
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.3	Google Chrome
6.3.1.4	Mozilla Firefox
6.3.1.5	7-Zip

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Консультант-плюс
6.3.2.2	Единое окно доступа к информационным ресурсам

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
300	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибуна, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.
Л406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат.1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
228	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная LCD-панель. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физико-химия металлургических процессов и систем и представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физико-химия металлургических процессов и систем и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к экзамену.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучаемого.