



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



Директор
И.А. Лапин

15.07.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Металлургия меди и сопутствующих элементов

Закреплена за кафедрой **металлургии**

Учебный план Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy of non-ferrous metals"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 104

самостоятельная работа 85

часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:

экзамены 7

курсовые проекты 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	9 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	52	52	52	52
Лабораторные	52	52	52	52
Итого ауд.	104	104	104	104
Контактная работа	104	104	104	104
Сам. работа	85	85	85	85
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	216	216	216	216

Разработчик программы:

д-р техн. наук, проф. кафедры, Жуков Владимир Петрович _____

Рабочая программа дисциплины

Металлургия меди и сопутствующих элементов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- изучение технологических процессов переработки комплексной переработки медьсодержащего сырья с применением традиционных и современных технологий, обеспечивающих экономию топливно-энергетических затрат, охрану окружающей среды и достижение заданных показателей производства;
- изучение физико-химических процессов металлургических операций и решения отдельных технологических задач;
- исследование вопросов экспериментального подтверждения качественных характеристик и количественных показателей конкретных металлургических процессов;
- ознакомление с техническими средствами для проведения опытов и методикой их проведения.

1.1 Задачи

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач;
- способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей сред;
- способностью использовать процессный подход;
- способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке;
- готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теория электрохимических процессов
2.1.2	Технология и практика освоения рабочей профессии
2.1.3	Металловедение
2.1.4	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.5	Металлургия черных металлов
2.1.6	Теплотехника
2.1.7	Электротехника и электроника
2.1.8	Обогащение полезных ископаемых
2.1.9	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.10	Теплофизика
2.1.11	Физика
2.1.12	Экология
2.1.13	Основы кристаллографии и минералогии
2.1.14	Руды цветных металлов
2.1.15	Химия металлов
2.1.16	Введение в специальность
2.1.17	Химия
2.1.18	Экология в техносфере
2.1.19	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2.1.20	Учебная практика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Государственная итоговая аттестация
2.2.2	Металлургия благородных металлов
2.2.3	Металлургия золота и серебра
2.2.4	Металлургия цинка и сопутствующих элементов
2.2.5	Обработка металлов давлением
2.2.6	Термообработка
2.2.7	Основы проектирования и строительное дело
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Проектирование металлургических предприятий
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.11	Процедура защиты выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-4: готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	
Знать:	
Теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки медных руд и концентратов.	
Уметь:	
Выбирать прописи химических реакций металлургических процессов для их физико-химического анализа.	
Владеть:	
Навыками описывать металлургические процессы прописями химических реакций и проводить их физико-химический анализ.	
ОПК-5: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	
Знать:	
Закономерности пиро- и гидрометаллургических процессов, предпосылки, используемые при создании безотходных технологических схем.	
Уметь:	
Формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.	
Владеть:	
Навыками проводить анализ технико-экономических показателей процессов, принимать технологически обоснованные решения.	
ПК-7: способность использовать процессный подход	
Знать:	
Методологические основы процессного подхода.	
Уметь:	
Формулировать задачи процессного подхода получения меди и сопутствующих элементов.	
Владеть:	
Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения меди и сопутствующих элементов.	
ПК-10: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Знать:	
Основные технико-экономические показатели процессов получения меди и сопутствующих элементов.	
Уметь:	
Выбирать необходимый математический аппарат для исследования процессов получения меди и сопутствующих элементов.	
Владеть:	
Навыками применять математический аппарат для исследования изучаемых процессов получения меди и сопутствующих элементов.	
ПК-11: готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать:	
Устройство и принцип действия аппаратов, направления их развития и совершенствования.	
Уметь:	
Использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования.	
Владеть:	
Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих IT-технологий.	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен	
3.1	Знать:
3.1.1	1. Теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки медных руд и концентратов.
3.1.2	2. Закономерности пиро- и гидрометаллургических процессов, предпосылки, используемые при создании безотходных технологических схем.
3.1.3	3. Методологические основы процессного подхода.
3.1.4	4. Основные технико-экономические показатели процессов получения меди и сопутствующих элементов.
3.1.5	5. Устройство и принцип действия аппаратов, направления их развития и совершенствования.

3.2	Уметь:							
3.2.1	1. Выбирать прописи химических реакций металлургических процессов для их физико-химического анализа.							
3.2.2	2. Формулировать рекомендации по интенсификации процесса и улучшения качества продукции.							
3.2.3	3. Формулировать задачи процессного подхода получения меди и сопутствующих элементов.							
3.2.4	4. Выбирать необходимый математический аппарат для исследования процессов получения меди и сопутствующих элементов.							
3.2.5	5. Использовать методологию технологических расчетов для выбора основного оборудования.							
3.3	Владеть:							
3.3.1	1. Навыками описывать металлургические процессы прописями химических реакций и проводить их физико-химический анализ.							
3.3.2	2. Навыками проводить анализ технико-экономических показателей процессов, принимать технологически обоснованные решения.							
3.3.3	3. Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения меди и сопутствующих элементов.							
3.3.4	4. Навыками применять математический аппарат для исследования изучаемых процессов получения меди и сопутствующих элементов.							
3.3.5	5. Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих IT-технологий.							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Автогенные процессы							

1.1	<p>Требования, предъявляемые к современным металлургическим процессам. Понятие коэффициента комплексности использования сырья (КИС) в цветной металлургии и анализ состояния вопроса в металлургии меди и сопутствующих элементов. Экологическая безопасность технологий. Удельная производительность оборудования. Роль вторичной цветной металлургии. Экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Характеристика сырьевой базы. Физико-химические принципы. Особенности тепловых балансов (ТБ). Влияние различных факторов на ТБ АП. Классификация АП и преимущества АП. Кислородно-факельная плавка (КФП), аппаратурное оформление. Технологическая схема производства с использованием КФП. Техничко-экономические показатели процесса, преимущества, недостатки, перспективы. Плавка во взвешенном состоянии. Физико-химические особенности шлако- и штейнообразования. Практика процесса. Перспективы технологии. Плавка в печах Ванюкова. Теоретические и технологические основы плавки. Конструкция печи. Показатели ПВ. Устройство миксеров штейна и шлака. Утилизация газов. ТЭО работы ПВ на ОАО «СУМЗ», ОАО «БГМК» Перспективы ПВ. Совмещенные процессы плавки-конвертирования. Технология СПК на ОАО «ММСК». Процессы «Эльтениенте», «Норанда», «Мицубиси», практика работы завода «Гресик» (Индонезия). Технология «TSL». Классификация процессов. Технологические особенности процессов: химизм взаимодействий и условия тепло-массообмена. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели процессов «Аусмелт» на ЗАО «Карабашмедь» и «Казцинк». Перспективы применения при переработке сульфидного, смешанного рудного и техногенного сырья. Особенности технологий «КИВЦЭТ» и «ФБП». /Лек/</p>	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	---------------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

1.2	<p>Требования, предъявляемые к современным металлургическим процессам. Понятие коэффициента комплексности использования сырья (КИС) в цветной металлургии и анализ состояния вопроса в металлургии меди и сопутствующих элементов. Экологическая безопасность технологий. Удельная производительность оборудования. Роль вторичной цветной металлургии. Экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Характеристика сырьевой базы. Физико-химические принципы. Особенности тепловых балансов (ТБ). Влияние различных факторов на ТБ АП. Классификация АП и преимущества АП. Кислородно-факельная плавка (КФП), аппаратурное оформление. Технологическая схема производства с использованием КФП. Техничко-экономические показатели процесса, преимущества, недостатки, перспективы. Плавка во взвешенном состоянии. Физико-химические особенности шлако- и штейнообразования. Практика процесса. Перспективы технологии. Плавка в печах Ванюкова. Теоретические и технологические основы плавки. Конструкция печи. Показатели ПВ. Устройство миксеров штейна и шлака. Утилизация газов. ТЭО работы ПВ на ОАО «СУМЗ», ОАО «БГМК» Перспективы ПВ. Совмещенные процессы плавки-конвертирования. Технология СПК на ОАО «ММСК». Процессы «Эльтениенте», «Норанда», «Мицубиси», практика работы завода «Гресик» (Индонезия). Технология «TSL». Классификация процессов. Технологические особенности процессов: химизм взаимодействий и условия тепло-массообмена. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели процессов «Аусмелт» на ЗАО «Карабашмедь» и «Казцинк». Перспективы применения при переработке сульфидного, смешанного рудного и техногенного сырья. Особенности технологий «КИВЦЭТ» и «ФБП». /Лаб/</p>	7	13	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	----	---------------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

1.3	Требования, предъявляемые к современным металлургическим процессам. Понятие коэффициента комплексности использования сырья (КИС) в цветной металлургии и анализ состояния вопроса в металлургии меди и сопутствующих элементов. Экологическая безопасность технологий. Удельная производительность оборудования. Роль вторичной цветной металлургии. Экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Характеристика сырьевой базы. Физико-химические принципы. Особенности тепловых балансов (ТБ). Влияние различных факторов на ТБ АП. Классификация АП и преимущества АП. Кислородно-факельная плавка (КФП), аппаратурное оформление. Технологическая схема производства с использованием КФП. Техничко-экономические показатели процесса, преимущества, недостатки, перспективы. Плавка во взвешенном состоянии. Физико-химические особенности шлако- и штейнообразования. Практика процесса. Перспективы технологии. Плавка в печах Ванюкова. Теоретические и технологические основы плавки. Конструкция печи. Показатели ПВ. Устройство миксеров штейна и шлака. Утилизация газов. ТЭО работы ПВ на ОАО «СУМЗ», ОАО «БГМК» Перспективы ПВ. Совмещенные процессы плавки-конвертирования. Технология СПК на ОАО «ММСК». Процессы «Эльтениенте», «Норанда», «Мицубиси», практика работы завода «Гресик» (Индонезия). Технология «TSL». Классификация процессов. Технологические особенности процессов: химизм взаимодействий и условия тепло-массообмена. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели процессов «Аусмелт» на ЗАО «Карабашмедь» и «Казцинк». Перспективы применения при переработке сульфидного, смешанного рудного и техногенного сырья. Особенности технологий «КИВЦЭТ» и «ФБП». /Ср/	7	12	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Современное состояние и пути развития плавильных процессов							

2.1	Технико-экономические предпосылки модернизации. Топливо-энергетические эквивалент процесса. Характеристика шахтной плавки (ШП). Схема процесса АШП. Показатели работы ШП Уральских предприятий. Модернизация пламенных печей. Характеристика современного состояния парка отражательных печей. Пути совершенствования печей, перспективы. /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.2	Технико-экономические предпосылки модернизации. Топливо-энергетические эквивалент процесса. Характеристика шахтной плавки (ШП). Схема процесса АШП. Показатели работы ШП Уральских предприятий. Модернизация пламенных печей. Характеристика современного состояния парка отражательных печей. Пути совершенствования печей, перспективы. /Лаб/	7	13	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
2.3	Технико-экономические предпосылки модернизации. Топливо-энергетические эквивалент процесса. Характеристика шахтной плавки (ШП). Схема процесса АШП. Показатели работы ШП Уральских предприятий. Модернизация пламенных печей. Характеристика современного состояния парка отражательных печей. Пути совершенствования печей, перспективы. /Ср/	7	12	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Конвертирование медных штейнов							
3.1	Современное состояние теории процесса конвертирования медных штейнов. Поведение примесей при конвертировании. Распределение основных спутников меди. Температурный режим. Современная практика конвертирования. Характеристика современных конвертеров и технологии. Прогресс в области конвертирования. Конвертеры с боковым отводом газов (КБО). Инжекционный конвертер «Инспирейшн». Конвертерная печь «Мицубиси». /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
3.2	Современное состояние теории процесса конвертирования медных штейнов. Поведение примесей при конвертировании. Распределение основных спутников меди. Температурный режим. Современная практика конвертирования. Характеристика современных конвертеров и технологии. Прогресс в области конвертирования. Конвертеры с боковым отводом газов (КБО). Инжекционный конвертер «Инспирейшн». Конвертерная печь «Мицубиси». /Лаб/	7	13	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

3.3	Современное состояние теории процесса конвертирования медных штейнов. Поведение примесей при конвертировании. Распределение основных спутников меди. Температурный режим. Современная практика конвертирования. Характеристика современных конвертеров и технологии. Прогресс в области конвертирования. Конвертеры с боковым отводом газов (КБО). Инжекционный конвертер «Инспирейшн». Конвертерная печь «Мицубиси». /Ср/	7	12	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Современное состояние и перспективы технологии рафинирования черновой меди							
4.1	Термодинамика реакций окислительного огневого рафинирования. Термодинамика реакций окисления меди и примесей. Термодинамический анализ системы Cu-П-О. Система Cu ₂ O-SiO ₂ . Распределение примесей. Термодинамика реакций дегазации и раскисления. Практика рафинирования. Типы анодных печей. Печь «Мерц». Оборудование для разливки анодов. Технология рафинирования. Режимные параметры операций. Виды восстановителей. Особенности восстановления в печи «Мерц». Реагентное рафинирование. Непрерывные процессы. Печь «Мицубиси». Непрерывное рафинирование по методу «Гумбольд». Процесс «Контимелт». Электрохимические процессы при электролизе меди и поведении примесей. Электродные процессы. Поведение примесей на аноде и катоде. «Плавачие» шламы. Образование медеэлектролитного шлама и принципиальная схема его переработки. Пассивация анода. Структура катодных осадков. Добавки в электролит. Влияние температуры электролита. Технологические процессы и оборудование. Характеристика оборудования. Вакуумный съем катодного осадка. Принцип работы автоматической линии для сборки и расстановки стартерных катодов. Работа «Стрипп-машины». Конструкция электролизных ванн. Системы включения электродов. Переработка электролита. Схема производства медного купороса. /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.2	<p>Термодинамика реакций окислительного огневого рафинирования. Термодинамика реакций окисления меди и примесей. Термодинамический анализ системы Cu-P-O. Система Cu₂O-SiO₂. Распределение примесей. Термодинамика реакций дегазации и раскисления. Практика рафинирования. Типы анодных печей. Печь «Мерц». Оборудование для разлива анодов. Технология рафинирования. Режимные параметры операций. Виды восстановителей. Особенности восстановления в печи «Мерц». Реагентное рафинирование. Непрерывные процессы. Печь «Мицубиси». Непрерывное рафинирование по методу «Гумбольд». Процесс «Контимелт». Электрохимические процессы при электролизе меди и поведение примесей. Электродные процессы. Поведение примесей на аноде и катоде. «Плавающие» шламы. Образование медеэлектролитного шлама и принципиальная схема его переработки. Пассивация анода. Структура катодных осадков. Добавки в электролит. Влияние температуры электролита. Технологические процессы и оборудование. Характеристика оборудования. Вакуумный съем катодного осадка. Принцип работы автоматической линии для сборки и расстановки стартерных катодов. Работа «Стрипп-машины». Конструкция электролизных ванн. Системы включения электродов. Переработка электролита. Схема производства медного купороса. /Ср/</p>	7	8	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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	Интегракт.	Примечание
	Раздел 5. Гидрометаллургия меди							

5.1	<p>Характеристика типовой гидromеталлургической схемы. . Автоклавное выщелачивание медного сырья. Растворение при повышенных температурах и давлениях сульфидных медных, медно-цинковых, полиметаллических руд и концентратов. Параметры и режимы выщелачивания. Характеристика продуктов, распределение цветных металлов, железа, серы. Способы извлечения элементной серы и схемы использования ценных составляющих нерастворимых остатков (благородные металлы, соединения железа) Особенности автоклавной очистки растворов. Поведение металлов-примесей и компонентов пустой породы при автоклавном выщелачивании сульфидного сырья. Условия и параметры их выделения из основного раствора. Осаждение металлов и их соединений при повышенных давлениях. Характеристика восстановителей (осадителей): водород, диоксид серы, монооксид углерода, сероводород, глюкоза, формальдегид, гидразин и др. Области и границы их использования. Осаждение водородом, диоксидом серы, сероводородом. Особенности процессов, роль технологических параметров, ПАВ. Техно-экономические показатели процессов. Свойства выделенных порошков и химических соединений. Обработка пульпы порошка. Конструктивное оформление вертикальных, горизонтальных автоклавов, автоклавов колонного типа с перемешивающими устройствами и без них. Футеровка аппаратов, используемых в металлургии тяжелых цветных металлов. Схемы автоклавной переработки рудного сырья меди и ее спутников. Технологические схемы автоклавной переработки сульфидных медных, медно-цинковых и полиметаллических концентратов. Их технико-экономическая оценка, перспективы промышленной реализации. Сорбция и экстракция в металлургии меди. Технологические границы использования сорбции и экстракции для выделения примесей или концентрирования металлов. Техно-экономические показатели сорбции и экстракции. Перспективы сорбционных и экстракционных технологий в металлургии меди. Сорбционное выщелачивание, ионообменные мембраны, волокнистые ионообменники. Новые сорбенты и экстрагенты, аппараты и технологии для выделения металлов из пульп. /Лек/</p>	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	---	---------------------------------------	--------------------------------------	---	--

5.2	<p>Характеристика типовой гидromеталлургической схемы. . Автоклавное выщелачивание медного сырья. Растворение при повышенных температурах и давлениях сульфидных медных, медно-цинковых, полиметаллических руд и концентратов. Параметры и режимы выщелачивания. Характеристика продуктов, распределение цветных металлов, железа, серы. Способы извлечения элементной серы и схемы использования ценных составляющих нерастворимых остатков (благородные металлы, соединения железа) Особенности автоклавной очистки растворов. Поведение металлов-примесей и компонентов пустой породы при автоклавном выщелачивании сульфидного сырья. Условия и параметры их выделения из основного раствора. Осаждение металлов и их соединений при повышенных давлениях. Характеристика восстановителей (осадителей): водород, диоксид серы, монооксид углерода, сероводород, глюкоза, формальдегид, гидразин и др. Области и границы их использования. Осаждение водородом, диоксидом серы, сероводородом. Особенности процессов, роль технологических параметров, ПАВ. Техно-экономические показатели процессов. Свойства выделенных порошков и химических соединений. Обработка пульпы порошка. Конструктивное оформление вертикальных, горизонтальных автоклавов, автоклавов колонного типа с перемешивающими устройствами и без них. Футеровка аппаратов, используемых в металлургии тяжелых цветных металлов. Схемы автоклавной переработки рудного сырья меди и ее спутников. Технологические схемы автоклавной переработки сульфидных медных, медно-цинковых и полиметаллических концентратов. Их технико-экономическая оценка, перспективы промышленной реализации. Сорбция и экстракция в металлургии меди. Технологические границы использования сорбции и экстракции для выделения примесей или концентрирования металлов. Техно-экономические показатели сорбции и экстракции. Перспективы сорбционных и экстракционных технологий в металлургии меди. Сорбционное выщелачивание, ионообменные мембраны, волокнистые ионообменники. Новые сорбенты и экстрагенты, аппараты и технологии для выделения металлов из пульп. /Лаб/</p>	7	13	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	---	---	----	---------------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

5.3	<p>Характеристика типовой гидromеталлургической схемы. . Автоклавное выщелачивание медного сырья. Растворение при повышенных температурах и давлениях сульфидных медных, медно-цинковых, полиметаллических руд и концентратов. Параметры и режимы выщелачивания. Характеристика продуктов, распределение цветных металлов, железа, серы. Способы извлечения элементной серы и схемы использования ценных составляющих нерастворимых остатков (благородные металлы, соединения железа) Особенности автоклавной очистки растворов. Поведение металлов-примесей и компонентов пустой породы при автоклавном выщелачивании сульфидного сырья. Условия и параметры их выделения из основного раствора. Осаждение металлов и их соединений при повышенных давлениях. Характеристика восстановителей (осадителей): водород, диоксид серы, монооксид углерода, сероводород, глюкоза, формальдегид, гидразин и др. Области и границы их использования. Осаждение водородом, диоксидом серы, сероводородом. Особенности процессов, роль технологических параметров, ПАВ. Техно-экономические показатели процессов. Свойства выделенных порошков и химических соединений. Обработка пульпы порошка. Конструктивное оформление вертикальных, горизонтальных автоклавов, автоклавов колонного типа с перемешивающими устройствами и без них. Футеровка аппаратов, используемых в металлургии тяжелых цветных металлов. Схемы автоклавной переработки рудного сырья меди и ее спутников. Технологические схемы автоклавной переработки сульфидных медных, медно-цинковых и полиметаллических концентратов. Их технико-экономическая оценка, перспективы промышленной реализации. Сорбция и экстракция в металлургии меди. Технологические границы использования сорбции и экстракции для выделения примесей или концентрирования металлов. Техно-экономические показатели сорбции и экстракции. Перспективы сорбционных и экстракционных технологий в металлургии меди. Сорбционное выщелачивание, ионообменные мембраны, волокнистые ионообменники. Новые сорбенты и экстрагенты, аппараты и технологии для выделения металлов из пульп. /Ср/</p>	7	11	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Охрана окружающей среды							
6.1	Характеристика пылевых и газовых выбросов на медеплавильных предприятиях. Классификация пылей, способы выделения твердых частиц из запыленного газового потока. Конструкция и принцип действия пылеулавливающих аппаратов (камеры, циклоны, скрубберы, тканевые фильтры, электрофильтры, пенные аппараты). Принципы выбора, эффективность пылеуловителей. Выбор технологической схемы пылеулавливания для различных процессов металлургии меди. Утилизация диоксида серы. Технологические схемы переработки серусодержащих газов с получением серной кислоты, элементарной серы, жидкого диоксида серы. «Сухие» и комбинированные способы очистки газов. Схемы обезвреживания газов, содержащих хлор, фтор, арсин, ртуть. Характеристика пылеулавливающей аппаратуры. Пылевые камеры. Центробежные уловители. Электрофильтры. /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
6.2	Характеристика пылевых и газовых выбросов на медеплавильных предприятиях. Классификация пылей, способы выделения твердых частиц из запыленного газового потока. Конструкция и принцип действия пылеулавливающих аппаратов (камеры, циклоны, скрубберы, тканевые фильтры, электрофильтры, пенные аппараты). Принципы выбора, эффективность пылеуловителей. Выбор технологической схемы пылеулавливания для различных процессов металлургии меди. Утилизация диоксида серы. Технологические схемы переработки серусодержащих газов с получением серной кислоты, элементарной серы, жидкого диоксида серы. «Сухие» и комбинированные способы очистки газов. Схемы обезвреживания газов, содержащих хлор, фтор, арсин, ртуть. Характеристика пылеулавливающей аппаратуры. Пылевые камеры. Центробежные уловители. Электрофильтры. /Ср/	7	7	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Принципы технологического проектирования цехов и переделов							

7.1	Сущность и требования, предъявляемые к проекту. Связь технических, организационных, социальных, экономических, природоохранных функций металлургического производства. Организация проектирования. Генеральные исполнители. Состав проектной документации: общая пояснительная записка проекта, технологические решения, строительные решения и организация строительства, охрана окружающей среды, жилищно-гражданское строительство и сметная документация. /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
7.2	Сущность и требования, предъявляемые к проекту. Связь технических, организационных, социальных, экономических, природоохранных функций металлургического производства. Организация проектирования. Генеральные исполнители. Состав проектной документации: общая пояснительная записка проекта, технологические решения, строительные решения и организация строительства, охрана окружающей среды, жилищно-гражданское строительство и сметная документация. /Ср/	7	8	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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. Пути снижения энергопотребления							
8.1	Структура тепловых балансов пирометаллургических процессов в металлургии меди. Характеристика энергозатрат по основным операциям металлургического производства. Особенности водяного и пароиспарительного охлаждения наиболее теплонпряженных узлов печей. Утилизация тепла отходящих газов. Котлы-утилизаторы. Основные источники образования вторичных энергоресурсов и пути их рационального использования. /Лек/	7	4	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
8.2	Структура тепловых балансов пирометаллургических процессов в металлургии меди. Характеристика энергозатрат по основным операциям металлургического производства. Особенности водяного и пароиспарительного охлаждения наиболее теплонпряженных узлов печей. Утилизация тепла отходящих газов. Котлы-утилизаторы. Основные источники образования вторичных энергоресурсов и пути их рационального использования. /Ср/	7	7	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	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 9. Принципы порошковой металлургии							

9.1	Свойства порошков и способы изготовления из них изделий Способы получения порошков. Механическое измельчение. Распыление расплава. Твердофазное восстановление, электролиз. /Лек/	7	6	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
9.2	Свойства порошков и способы изготовления из них изделий Способы получения порошков. Механическое измельчение. Распыление расплава. Твердофазное восстановление, электролиз. /Ср/	7	8	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-10 ПК-11	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

Командная работа

Проектная работа

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	Коршунов В. В., Шибеев Е. А., Павлов В. П.	Расчет шихты для плавки металлов: учебное пособие	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493338

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	Добронизский А. В.	Руководство к металлургии	Санкт-Петербург: Типография Маркова и К°, 1865	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220648
Л2.3	Костюк Ю. Н.	Минералы и горные породы: учебное пособие	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2019	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577841

6.3.1 Перечень программного обеспечения

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

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
--------	------------	-----------

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.
-----	--	--

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 металлургия меди и сопутствующих элементов 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 металлургия меди и сопутствующих элементов и представлены в УМК дисциплины.

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

Задания и методические указания к выполнению курсовой работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины металлургия меди и сопутствующих элементов.

Курсовая работа структурно являются заключительным этапом изучения дисциплины, а организационно проверкой знаний студентов их умения решать практические инженерные задачи. При подготовке работы систематизируются, закрепляются и углубляются навыки лабораторных работ, поиска и анализа технической информации в специальной литературе.

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.