



Негосударственное частное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Технический университет УГМК»



Директор  
И.А. Лапин

15.07.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Металлургия тяжелых цветных металлов

Закреплена за кафедрой	<b>металлургии</b>	
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Профиль подготовки "Metallurgy of non-ferrous metals"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	180	Виды контроля на курсах: экзамены 3
в том числе:		
аудиторные занятия	18	
самостоятельная работа	153	
часов на контроль	9	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		3		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4	8	8
Лабораторные	4	4	6	6	10	10
Итого ауд.	8	8	10	10	18	18
Контактная работа	8	8	10	10	18	18
Сам. работа	28	28	125	125	153	153
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	36	36	144	144	180	180

Разработчик программы:

*д-р техн. наук, проф. кафедры, Жуков Владимир Петрович; ст. преподаватель, Холод Сергей Иванович; канд. техн. наук, доц. кафедры, Беляев Вячеслав Васильевич; канд. хим. наук, Загребин Сергей Анатольевич \_\_\_\_\_*

Рабочая программа дисциплины

**Металлургия тяжелых цветных металлов**

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

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
-изучение физико-химических особенностей, технологии, основного оборудования металлургических операций, применяемых на современных предприятиях цветной металлургии;	
-изучение комплексного использования сырья, безотходных условий деятельности производства, минимизация энергетических затрат, охраны окружающей среды.	
<b>1.1 Задачи</b>	
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 среды;	
-способность использовать процессный подход;	
-готовность проводить расчёты и делать выводы при решении инженерных задач;	
-способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке.	
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика
2.1.2	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Металлургия благородных металлов
2.2.2	Металлургия золота и серебра
2.2.3	Металлургия цинка и сопутствующих элементов
2.2.4	Обработка металлов давлением
2.2.5	Основы проектирования и строительное дело
2.2.6	Проектирование металлургических предприятий
2.2.7	Термообработка
2.2.8	Технологическая практика
2.2.9	Государственная итоговая аттестация
2.2.10	Преддипломная практика
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.12	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-4: готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
Принципы действия оборудования, используемого в технологических процессах.	
<b>Уметь:</b>	
Выбирать методы анализа технико-экономических показателей процессов цветной металлургии, влияющих на качество продукции.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками контроля технологических процессов и принимать обоснованные решения.	
<b>ОПК-5: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</b>	
<b>Знать:</b>	
Теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки первичного сырья тяжелых цветных металлов.	
<b>Уметь:</b>	
Использовать методологию технологических расчетов для выбора основного и вспомогательного оборудования с учетом энерго-и ресурсосбережения и охраны окружающей среды.	
<b>Владеть:</b>	
Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих IT-технологий.	
<b>ПК-7: способность использовать процессный подход</b>	
<b>Знать:</b>	

Методологические основы процессного подхода.								
<b>Уметь:</b>								
Формулировать задачи процессного подхода при переработке руд цветных металлов.								
<b>Владеть:</b>								
Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения цветных металлов.								
<b>ПК-9: готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач</b>								
<b>Знать:</b>								
Основные методы расчета при решении инженерных задач.								
<b>Уметь:</b>								
Формулировать инженерные задачи.								
<b>Владеть:</b>								
Навыками расчёта и интерпретации их результатов.								
<b>ПК-10: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>								
<b>Знать:</b>								
Принципы и направлений автоматизации технологических процессов.								
<b>Уметь:</b>								
Выбирать необходимый математический аппарат для оценки степени контроля параметров оборудования.								
<b>Владеть:</b>								
Навыками выбора необходимого математического аппарата для оценки степени контроля параметров оборудования.								
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>								
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>							
3.1.1	1. Принципы действия оборудования, используемого в технологических процессах.							
3.1.2	2. Теоретические положения металлургических процессов, используемых для комплексной переработки первичного сырья тяжелых цветных металлов.							
3.1.3	3. Методологические основы процессного подхода.							
3.1.4	4. Основные методы расчета при решении инженерных задач.							
3.1.5	5. Принципы и направлений автоматизации технологических процессов.							
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>							
3.2.1	1. Выбирать методы анализа технико-экономических показателей процессов цветной металлургии, влияющих на качество продукции.							
3.2.2	2. Использовать методологию технологических расчетов для выбора основного и вспомогательного оборудования с учетом энерго-и ресурсосбережения и охраны окружающей среды.							
3.2.3	3. Формулировать задачи процессного подхода при переработке руд цветных металлов.							
3.2.4	4. Формулировать инженерные задачи.							
3.2.5	5. Выбирать необходимый математический аппарат для оценки степени контроля параметров оборудования.							
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>							
3.3.1	1. Навыками контроля технологических процессов и принимать обоснованные решения.							
3.3.2	2. Навыками выполнять технологические расчеты по выбору основного оборудования с использованием существующих IT-технологий.							
3.3.3	3. Навыками реализовывать задачи процессного подхода получения цветных металлов.							
3.3.4	4. Навыками расчёта и интерпретации их результатов.							
3.3.5	5. Навыками выбора необходимого математического аппарата для оценки степени контроля параметров оборудования.							
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Металлургия меди							

1.1	<p>История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля. Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи. Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки. Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков. Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Технико-экономические показатели по стадиям производства меди. /Лек/</p>	2	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	---	--

1.2	<p>История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля. Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы. Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов. Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов. Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи. Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки. Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков. Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Технико-экономические показатели по стадиям производства меди. /Лаб/</p>	2	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	---	--

1.3	<p>История развития отечественной металлургии меди. Роль меди в экономике государства. Районы производства меди. Уровень производства и структура потребления меди. Роль ученых страны и Урала в металлургии меди и никеля.</p> <p>Комплексная переработка медного сырья. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Способы приготовления шихты. Окускование шихтовых материалов. Физико-химические принципы металлургии меди. Штейны и шлаки. Снижение потерь металлов со шлаками. Обжиг медных концентратов. Виды обжига и их физико-химические принципы.</p> <p>Поведение сульфидных минералов, редких элементов и компонентов пустой породы. Практика обжига, конструкция печей, тепловой режим. Основные показатели обжига медьсодержащих концентратов.</p> <p>Повышение комплексности использования сырья, схемы очистки и утилизации отходящих газов.</p> <p>Переработка сырья в отражательных, шахтных, электротермических печах, печах автогенной плавки. Штейно-шлакообразование. Общая конструкция печей. Поведение и влияние составляющих шихты на процесс плавки. Конструкция печи.</p> <p>Применение подогретого дутья, обогащенного кислородом. Утилизация тепла отходящих газов и повышение теплового КПД печи. Влияние железа (III) на показатели плавки.</p> <p>Конвертирование. Теория и практика конвертирования. Конструкция конвертеров. Рациональные способы переработки конвертерных шлаков.</p> <p>Анодное рафинирование. Конструкция и показатели работы печей анодного рафинирования. Очистка газов от пыли, утилизация диоксида серы и ВЭР. Электролитическое рафинирование. Теория, практика и показатели электролитического рафинирования. Техно-экономические показатели по стадиям производства меди. /Ср/</p>	2	14	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 2. Металлургия никеля</b>							

2.1	<p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окускования и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Лек/</p>	2	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--	---	--



2.2	<p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окускования и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Лаб/</p>	2	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

2.3	<p>Химико-металлургические свойства никеля и его соединений. Сырьевая база. Окускование оксидных никелевых и сульфидных медно-никелевых руд, и концентратов. Плавка оксидных никелевых руд на штейн. Характеристика руд, основные минералы и месторождения. Подготовка руд к плавке: брикетирование, агломерация, окатывание. Физико-химические основы и аппаратурное оформление процессов. Техничко-экономические показатели методов окускования и направления их усовершенствования. Восстановительно-сульфидирующая плавка, ее физико-химические основы. Механизм штейно- и шлакообразования. Роль кокса при шахтной плавке. Шлаки шахтной плавки. Никелевые штейны и их особенности. Практика процесса. Особенности конструкции шахтной печи, отстойного горна. Конвертирование никелевых штейнов, обжиг файнштейна, электроплавка на огневой никель. Поведение никеля, кобальта, меди и железа. Особенности конвертирования штейнов. Состав и свойства файнштейна, конверторных шлаков. Техничко-экономические показатели процесса. Пути повышения стойкости футеровки конвертеров. Электроплавка на огневой никель. Физико-химические основы операции обжига файнштейна. Аппаратурное оформление и показатели окислительного и сульфато-хлорирующего обжига. Электроплавка оксида никеля на металл. Химизм основных стадий. Практика и аппаратурное оформление процесса. Техничко-экономические показатели восстановительной электроплавки. Электролитическое рафинирование никеля. Поведение примесей, анодный и катодный процессы. Очистка анолита от примесей меди, железа, кобальта и цинка. Новые направления в пирометаллургии оксидных никелевых руд. Перспективы использования барботажных и автоклавных процессов. Интенсификация технологий за счет кислорода, высокотемпературного дутья. Автогенные процессы. Техничко-экономические показатели процессов при производстве никеля. Пути снижения затрат топливно-энергетических ресурсов.</p> <p>/Ср/</p>	2	14	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>

	<b>Раздел 3. Metallургия сульфидных медно-никелевых руд</b>							
3.1	<p>Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавок медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки файнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техничко-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Применяемое оборудование и показатели его работы. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в металлургии медно-никелевых руд и концентратов. Вопросы снижения энергозатрат, защиты окружающей среды. Техничко-экономические показатели при переработке медно-никелевого сырья.</p> <p>/Лек/</p>	3	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

3.2	<p>Плавка руд и концентратов на штейн. Особенности сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. Подготовка сырья к плавке. Разновидности плавок медно-никелевого сырья на штейн. Плавка в электрических печах. Особенности физико-химических процессов при электроплавке. Характеристика электропечей. Техничко-экономические показатели и пути совершенствования электроплавки. Конвертирование штейнов. Особенности химизма, практика и оборудование при конвертировании медно-никелевых штейнов. Анализ способов переработки файнштейна. Основы его разделения флотацией. Параметры процесса, состав получаемых концентратов, распределение элементов. Карбонильный процесс, его теоретические основы. Применяемая аппаратура. Техничко-экономические показатели. Обжиг и электроплавка на аноды. Особенности окислительного обжига никелевого концентрата. Предварительное восстановление огарка. Показатели процессов. Утилизация серы и тепла отходящих газов. Получение никелевого порошка в печах КС. Электроплавка огарка на аноды. Применяемое оборудование и показатели его работы. Пути совершенствования технологий в переработке сульфидного медно-никелевого сырья. Автогенные, барботажные и автоклавные процессы в металлургии медно-никелевых руд и концентратов. Вопросы снижения энергозатрат, защиты окружающей среды. Техничко-экономические показатели при переработке медно-никелевого сырья.</p> <p>/Ср/</p>	3	30	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 4. Гидрометаллургия никеля</b>							
4.1	<p>Общая характеристика гидрометаллургического способа переработки медных и никелевых руд. Серноокислотное и аммиачное выщелачивание. Методы выделения металлов из растворов. Аппаратура в гидрометаллургии меди и никеля. Перспективы гидрометаллургии меди и никеля /Лек/</p>	3	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
4.2	<p>Общая характеристика гидрометаллургического способа переработки медных и никелевых руд. Серноокислотное и аммиачное выщелачивание. Методы выделения металлов из растворов. Аппаратура в гидрометаллургии меди и никеля. Перспективы гидрометаллургии меди и никеля /Ср/</p>	3	31	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	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
	<b>Раздел 5. Металлургия свинца</b>							
5.1	<p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-барабанных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратурное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебристой пены. Купеляция серебристого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съемов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Лек/</p>	3	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

5.2	<p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-баранных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебристой пены. Купеляция серебристого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съемов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Лаб/</p>	3	3	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	--	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	---	--

5.3	<p>Технологические схемы производства свинца и их сущность. Назначение и цели обжига. Состав шихты агломерации. Поведение компонентов шихты при обжиге. Устройство и работа агломерационных машин. Состав продуктов агломерации. Утилизация серы из аглогазов. Теоретические основы восстановительной плавки свинцового агломерата. Шихта плавки и поведение ее компонентов при плавке. Продукты плавки, их состав. Распределение металлов по продуктам плавки. Особенности устройства шахтных печей для плавки свинцового агломерата. Технология получения свинца из сульфатных и карбонатных свинцовых кеков. Устройство коротко-баранных печей, состав шихты, продуктов плавки. Характеристика технологической схемы пирометаллургического рафинирования черного свинца. Обезмеживание свинца. Сущность процессов грубого и тонкого обезмеживания. Теоретические основы процесса: диаграмма состояния системы «медь-свинец». Состав и выход продуктов обезмеживания. Переработка медных шликеров и медно-свинцового штейна. Окислительное рафинирование свинца. Физико-химические основы рафинирования от мышьяка, сурьмы и олова. Практика процесса и аппаратное оформление. Переработка щелочных плавов. Обессеребрение свинца. Сущность способов разделения свинца и благородных металлов. Диаграммы состояния систем «цинк-свинец», «цинк-серебро», «цинк-золото», «цинк-медь». Практика проведения операций. Способы переработки серебристой пены. Купеляция серебристого свинца. Щелочное обесцинкование свинца: химизм, практика процесса, состав плавов и их переработка. Вакуумное обесцинкование. Теоретические основы способа. Конструктивное оформление процесса. Практика рафинирования и показатели. Обезвисмучивание свинца. Диаграммы состояния систем «висмут-кальций», «висмут-магний». Практика обезвисмучивания. Выход, состав висмутистых съемов и их переработка. Показатели операций обезвисмучивания. Качественное рафинирование свинца /Ср/</p>	3	31	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Ресурсы</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 6. Metallургия цинка</b>							

6.1	<p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пирометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пирометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техно-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Лек/</p>	3	1	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--	---	--



6.2	<p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пирро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пирро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техничко-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Лаб/</p>	3	3	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	---	---	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

6.3	<p>Технологические схемы переработки цинковых концентратов пиро- и гидрометаллургическими способами, их сущность. Сульфатный баланс. Особенности окислительно-сульфатизирующего обжига концентратов для пиро- и гидрометаллургической переработки огарка. Поведение компонентов огарка при обжиге. Требования, предъявляемые к огарку. Разновидности аппаратного оформления обжига. Практика обжига. Состав продуктов обжига и показатели процесса. Краткая характеристика основных процессов, протекающих при выщелачивании огарка. Разновидности технологических схем и способов выщелачивания. Классификация огарка. Состав продуктов выщелачивания и показатели процесса. Классификация примесей цинкового электролита, их влияние на результаты электролиза раствора сульфата цинка и характеристика способов очистки растворов (гидролитическая, цементационная, химическая очистка). Основные сведения о теории электроосаждения цинка из сульфатных растворов. Особенности электродных процессов. Перенапряжение выделения водорода на катоде и его зависимость от параметров электролиза. Циркуляция электролита. Способы охлаждения электролита. Влияние состава электролита и условий электролиза на показатели процесса. Конструктивное оформление процесса. Характеристика цинковых кеков. Способы и основные показатели их переработки вельцеванием и гидрометаллургическим методом. Переработка медно-кадмиевых кеков. Характеристика способов переработки. Физико-химическая сущность. Технологическая схема, аппаратное оформление и практика работы основных переделов. Краткая характеристика углетермического способа получения цинка и пирометаллургического способа рафинирования цинка. Разновидности способа и его аппаратное оформление. Новые процессы получения цинка. Автоклавные способы переработки цинксодержащего сырья. Решение экологических проблем в металлургии цинка. Техничко-экономические показатели процессов при производстве цинка. /Ср/</p>	3	33	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7 ПК-9 ПК-10	Л1.1 Л1.2Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
-----	--	---	----	-----------------------------------	--------------------------------------	--	---	--

**4.1 Образовательные технологии**

Лекция-диалог

**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	<a href="https://e.lanbook.com/book/90165">https://e.lanbook.com/book/90165</a>
Л1.2	Смирягин А. П.	Промышленные цветные металлы и сплавы: практическое пособие	Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1956	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228183">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228183</a>

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Чантурия В. А., Шадрунова И. В.	Технология обогащения медных и медно-цинковых руд Урала: монография	Москва: Наука, 2016	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469018">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469018</a>
Л2.2	Богданович К. И.	Серебро, свинец и цинк: монография	Петроград: б.и., 1919	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469180</a>
Л2.3	Амирасланов А. А.	Основные типы месторождений свинца и цинка: монография	Москва: Госгеолтехиздат, 1957	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=479554">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=479554</a>

**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	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Ауд. №	Назначение	Оснащение
107		Столы с компьютерами с выходом в интернет, стулья, книжные шкафы и стеллажи.
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.

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, трибунка, 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 сушики 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.

### 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 прохождения 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 тяжелых цветных металлов 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 тяжелых цветных металлов и представлены в УМК дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала 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.