

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Металлургия тяжелых цветных металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **10 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 360

в том числе:

аудиторные занятия 136

самостоятельная работа 152

часов на контроль 72

Формы контроля в семестрах:

экзамен 7

курсовая работа 7

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	136	136	136	136
Контактная работа	136	136	136	136
Сам. работа	152	152	152	152
Часы на контроль	72	72	72	72
Итого	360	360	360	360

Программу составил(и):

*к.т.н., ст.преп., Быстров Сергей Валентинович*

Рабочая программа

**Металлургия тяжелых цветных металлов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра цветных металлов и золота**

Протокол от 16.05.2023 г., №14

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование у обучающегося компетенций в области основных технологических процессов производства меди, никеля, свинца и цинка на основе анализа физико-химических превращений, протекающих в металлургических агрегатах, с учетом комплексности извлечения компонентов сырья и охраны окружающей среды
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Металлургия алюминия и магния	
2.1.2	Производство стали в конвертерах	
2.1.3	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.1.4	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.5	Рециклинг металлов	
2.1.6	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.7	Технология литейного производства	
2.1.8	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов	
2.1.9	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.10	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.11	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.12	Органическая химия в металлургии	
2.1.13	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.14	Основы теории литейных процессов	
2.1.15	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.1.16	Процессы получения металлических порошков	
2.1.17	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.18	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации	
2.1.19	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.20	Технологические измерения и приборы	
2.1.21	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.1.22	ARTCAD	
2.1.23	Обогащение руд	
2.1.24	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.1.25	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	
2.1.26	Основы минералогии и петрографии	
2.1.27	Прикладная кристаллография	
2.1.28	Проектирование технологии изготовления отливок	
2.1.29	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.2.2	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.2.3	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.4	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.2.5	Логистика вторичных ресурсов	
2.2.6	Металловедение, часть 2	
2.2.7	Металлургия благородных металлов	
2.2.8	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.9	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.2.10	Модельное производство	
2.2.11	Огнеупоры металлургического производства	
2.2.12	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.2.13	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.	

2.2.14	Производственная практика
2.2.15	Производственная практика
2.2.16	Производственная практика
2.2.17	Производственная практика
2.2.18	Производственная практика
2.2.19	Производственная практика
2.2.20	Производственная практика
2.2.21	Производство отливок из стали и чугуна
2.2.22	Производство тяжелых цветных металлов
2.2.23	Производство ферросплавов
2.2.24	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.25	Технологические линии и комплексы ОМД
2.2.26	Физико-механические свойства металлов
2.2.27	Химия окружающей среды
2.2.28	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.29	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.30	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.31	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.32	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.33	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.34	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.35	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.36	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.37	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.38	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.39	Оборудование литейных цехов
2.2.40	Основы аддитивных технологий
2.2.41	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.42	Охрана труда и промышленная безопасность
2.2.43	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.44	Производство благородных металлов
2.2.45	Производство легких металлов
2.2.46	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.47	Производство редких металлов
2.2.48	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.49	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.50	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.51	Специальные способы литья
2.2.52	Теория металлургических процессов
2.2.53	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.54	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.55	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.56	Технология композиционных материалов
2.2.57	Экология металлургического производства
2.2.58	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.59	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.60	Дизайн литого изделия
2.2.61	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.62	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.63	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.64	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.65	Моделирование технологических процессов
2.2.66	Мониторинг работы металлургического предприятия

2.2.67	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.68	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.69	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.70	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.71	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.72	Производство прямовосстановленного железа
2.2.73	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.74	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.75	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.76	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.77	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.78	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.79	Современные производственные технологии
2.2.80	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.81	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.82	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.83	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.84	Экология литейного производства
2.2.85	Автоматизация процессов экстракции
2.2.86	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.87	Аффинаж благородных металлов
2.2.88	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.89	Инженерия биоповерхностей
2.2.90	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.91	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.92	Материалы на основе углерода
2.2.93	Металловедение, часть 3
2.2.94	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.95	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.96	Моделирование литейных процессов
2.2.97	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.98	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.99	Обращение со шлаками и шламами
2.2.100	Планирование эксперимента
2.2.101	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.102	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.103	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.104	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.105	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.106	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.107	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.108	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.109	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.110	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.111	Технология производства твердых сплавов
2.2.112	Экологическая экспертиза
2.2.113	Научно-исследовательская работа
2.2.114	Научно-исследовательская работа
2.2.115	Научно-исследовательская работа
2.2.116	Научно-исследовательская работа
2.2.117	Научно-исследовательская работа
2.2.118	Научно-исследовательская работа
2.2.119	Научно-исследовательская работа

2.2.120	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.121	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.122	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.123	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.124	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.125	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.126	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.127	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 Природу и основные закономерности протекания химических и физико-химических реакций, осуществляемых в процессах в металлургической и металлообрабатывающих областях; принципы работы, конструкции, характеристики основных типов оборудования этих отраслей.	
<b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 правила оформления заявок на объекты промышленной собственности (изобретения, полезные модели, промышленные образцы и др.); основы авторского и смежных прав; понятие и содержание авторского договора и его виды.	
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 методы исследования	
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 Выполнять технологические расчеты; рассчитывать количество единиц оборудования, достаточное для выполнения данной технологической задачи; определять основные размеры и характеристики основного и вспомогательного оборудования.	
<b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У1 практически использовать полученные знания в сфере создания и защиты интеллектуальной собственности, оформления заявочной документации на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ и базы данных к ним, а также на другие объекты промышленной собственности.	
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 выбирать методы исследования; планировать и проводить необходимые эксперименты; интерпретировать результаты и делать выводы	
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-4-В1 Знаниями основных принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды; правилами управления и проведения анализа технологических процессов металлургического производства, знаниями типов и характеристик оборудования, выпускаемого серийно специализированными заводами, уникального оборудования, существующего на современных отечественных и зарубежных предприятиях, направлений совершенствования конструкции и методов расчёта металлургического оборудования	
<b>ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-3-В1 навыками практически использовать полученные знания в сфере создания и защиты интеллектуальной собственности, оформления заявочной документации на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, компьютерные программы и базы данных к ним, а также на другие объекты промышленной собственности	
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 правами и обязанностями в период обучения; навыками самостоятельной работы; навыками ведения поиска необходимых знаний по литературным и другим источникам	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Металлургия меди и никеля</b>							
1.1	Вводная информация. Принципы и методы получения меди и никеля из рудного сырья /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.2 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			
1.2	Шихтоподготовка и специальные подготовительные операции /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.5 Л1.6Л2.6 Л2.7			
1.3	Традиционные виды плавки медных (и медно-никелевых) сульфидных концентратов на штейн /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.2 Л2.6 Э1			
1.4	Современные методы плавки на штейн медных и медно-никелевых концентратов и руд /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.2 Л2.7 Э1 Э2			
1.5	Конвертирование медных штейнов в горизонтальных конвертерах /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.2 Л2.6 Э1			
1.6	Рафинирование черновой меди /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.6 Л2.9 Э1			
1.7	Переработка окисленных никелевых руд плавкой на штейн и ферроникель /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.6Л2.1 Л2.6 Э1			
1.8	Особенности плавки сульфидных медно-никелевых руд и концентратов и конвертирования медно-никелевых штейнов /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.6Л2.1 Л2.6 Э1 Э2			
1.9	Разделение медно-никелевого фэйнштейна, переработка богатого медного и никелевого концентратов. Электролиз никеля /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.6Л2.1 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2			
1.10	Технологические расчеты в металлургии меди и никеля. Контрольная работа 1 /Пр/	7	10	ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3			Р3
1.11	Домашнее задание 1. Расчет технологических параметров процесса плавки сульфидного сырья заданного состава /Ср/	7	36	ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3			
1.12	Структуры технологических схем, принципы составления и анализ соответствия современным требованиям. Контрольная работа 2 /Пр/	7	7	ПК-1-У1 ПК-3-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.6 Э3			Р4

1.13	Подготовка к лабораторным работам, контрольным работам, практическим занятиям, к защите лабораторных работ. /Ср/	7	40	ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1Л2.6 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3			
1.14	Сырьевые материалы, полупродукты и продукты медного и никелевого производств /Лаб/	7	2	ПК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.5Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1			Р7
1.15	Окислительный обжиг сульфидного медного концентрата /Лаб/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.2 Л2.6 Л2.11 Э1			Р8
1.16	Плавка медного концентрата на штейн /Лаб/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.6 Л2.11 Э1			Р9
1.17	Управление печью Ванюкова в динамическом режиме (работа на тренажере) /Лаб/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.6 Л2.7 Л2.11 Э1			Р10
1.18	Конвертирование медного штейна (работа на тренажере) /Лаб/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.2 Л2.6 Л2.11 Э1			Р11
1.19	Электролитическое рафинирование меди /Лаб/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.5Л2.6 Л2.11 Л2.12 Э1			Р12
<b>Раздел 2. Металлургия свинца и цинка</b>								
2.1	Вводная информация. Принципы и методы получения свинца и цинка из рудного сырья. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1			
2.2	Традиционная схема переработки свинцовых сульфидных концентратов: агломерирующий обжиг - восстановительная шахтная плавка /Лек/	7	6	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1			
2.3	Прямые (автогенные) способы переработки свинцовых концентратов на черновой свинец. Теоретические основы автогенных процессов. /Лек/	7	8	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1			
2.4	Прямые (автогенные) способы переработки свинцовых концентратов на черновой свинец. Теоретические основы автогенных процессов. /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1			
2.5	Технологические расчеты по металлургии свинца. Контрольная работа 3 /Пр/	7	9	ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.8 Л2.10 Э1 Э3		КМ3	Р5
2.6	Технологические схемы получения цинка из сульфидных концентратов пирометаллургическим и гидрометаллургическим способами /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.3 Л1.4Л2.5 Л2.6 Э1			



2.7	Окислительный обжиг цинковых концентратов в пиро- и гидрометаллургической схемах /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.3 Л1.4Л2.5 Л2.6 Э1			
2.8	Промышленные способы получения черного цинка дистилляцией /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.3 Л1.4Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1			
2.9	Гидрометаллургическая переработка обожженных цинковых концентратов /Лек/	7	4	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.3 Л1.4Л2.5 Л2.6 Э1			
2.10	Переработка промпродуктов цинкового производства /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.3 Л1.4Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1			
2.11	Технологические расчеты по металлургии цинка. Контрольная работа 4 /Пр/	7	8	ПК-1-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.5 Л2.8 Э1 Э3		КМ4	Р6
2.12	Сырьевые материалы, полупродукты и продуктов свинцового и цинкового производств /Лаб/	7	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1			Р13
2.13	Восстановительная плавка обожженных свинцовых концентратов /Лаб/	7	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1			Р14
2.14	Реакционная плавка богатого свинцового концентрата /Лаб/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			Р15
2.15	Обжиг цинковых концентратов /Лаб/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			Р16
2.16	Выщелачивание обожженного цинкового концентрата /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			Р17
2.17	Электролитическое осаждение цинка из сернокислых растворов /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			Р18
2.18	Домашнее задание 2. Расчет технологических параметров агломерации и восстановительной шахтной плавки свинцового агломерата /Ср/	7	38	ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.8 Э1 Э2 Э3			Р2
2.19	Подготовка к лабораторным работам, контрольным работам, практическим занятиям. /Ср/	7	20	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.10 Э1 Э2 Э3			
2.20	Подготовка к экзамену по курсу /Ср/	7	18	ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.9 Э1 Э2		КМ5	

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
<b>Код КМ</b>	<b>Контрольное мероприятие</b>	<b>Проверяемые индикаторы компетенций</b>	<b>Вопросы для подготовки</b>
КМ1	Контрольная работа 1	ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>Пример варианта вопросов контрольной работы 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расположите процессы в порядке возрастания концентрации меди в получаемом продукте.</li> <li>2. Для снижения температуры процесса окислительного обжига целесообразно: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) снизить количество подаваемого воздуха</li> <li>2) разбавить концентрат флюсами</li> <li>3) использовать водоохлаждаемые элементы</li> <li>4) увеличить расход шихты</li> <li>5) разбавить концентрат оборотными пылями обжига или огарком</li> </ol> </li> <li>3. Смесь пирита и халькозина нагревается до температуры 1300 °С. Масса серы в пирите составляет 50 % общей серы в смеси, масса серы в халькозине – 50 % общей серы в смеси. Степень десульфуризации при нагреве смеси сульфидов составит ... %</li> <li>4. В каком случае будет происходить быстрее процесс отстаивания штейна? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) плотность шлака – 3,5 г/см<sup>3</sup>, плотность штейна – 5,5 г/см<sup>3</sup></li> <li>2) плотность шлака – 3,0 г/см<sup>3</sup>, плотность штейна – 4,5 г/см<sup>3</sup></li> <li>3) плотность шлака – 3,0 г/см<sup>3</sup>, плотность штейна – 5,5 г/см<sup>3</sup></li> <li>4) плотность шлака – 2,5 г/см<sup>3</sup>, плотность штейна – 4,5 г/см<sup>3</sup></li> </ol> </li> <li>5. Удельная производительность отражательных печей составляет ... т/м<sup>2</sup>□ сутки <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 50 - 100</li> <li>2) 3 - 8</li> <li>3) 1 - 3</li> <li>4) 500 - 1000</li> <li>5) 10 - 15</li> </ol> </li> <li>6. Основное(ые) преимущество(ва) электроплавки перед отражательной плавкой: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. меньше объем топочных газов</li> <li>2. проще конструкция печи</li> <li>3. можно регулировать состав штейна</li> <li>4. можно плавить шихту с тугоплавкой пустой породой</li> <li>5. получают шлаки с содержанием меди в пять раз меньше, чем при отражательной плавке</li> </ol> </li> <li>7. На рисунке представлена схема: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. печи взвешенной плавки фирмы Оутокумпу</li> <li>2. конвертера</li> <li>3. руднотермической печи</li> <li>4. печи Ванюкова</li> <li>5. шахтной печи</li> <li>6. отражательной печи</li> </ol> </li> <li>8. На медеплавильном заводе конвертерные шлаки были выведены на самостоятельную переработку и не стали поступать в отражательные печи. Какие изменения в показателях плавки это может вызвать?</li> <li>9. Как изменится вязкость и плотность шлака при увеличении содержания кремнезема с 25 до 32 %? <ol style="list-style-type: none"> <li>1) вязкость шлака и плотность увеличатся;</li> <li>2) вязкость шлака и плотность уменьшатся;</li> <li>3) вязкость шлака уменьшится, плотность увеличатся;</li> <li>4) вязкость шлака увеличится, плотность уменьшится.</li> </ol> </li> <li>10. Какие основные соединения входят в состав штейна?</li> </ol>

КМ2	Контрольная работа 2	ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-У1;ПК-4-31	<p>Пример варианта вопросов контрольной работы 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В черновой меди, поступающей на огневое рафинирование, в значительных концентрациях присутствуют мышьяк и сурьма. В каких случаях будет происходить более эффективное удаление этих примесей из черновой меди?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) При чередовании процессов окисления и восстановления с переводом мышьяка и сурьмы в оксиды (III), обладающие высокой упругостью пара в условиях ведения плавки.</li> <li>2) При ведении стадии окисления меди с использованием в качестве флюсующей добавки кальцинирующей соды.</li> <li>3) При добавке кварцевого флюса.</li> <li>4) При добавке флюсов, содержащих <math>Fe_2O_3</math>.</li> <li>5) При добавке известкового флюса</li> </ol> </li> <li>2. На каком принципе основано разделение примесей при огневом рафинировании меди?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) на основе технической классификации металлов</li> <li>2) в зависимости от положения металлов в электрохимическом ряду напряжений</li> <li>3) в зависимости от сродства металлов к кислороду</li> <li>4) в зависимости от электропроводности металла</li> <li>5) нет правильного ответа</li> </ol> </li> <li>3. Экономическая плотность тока при электролизе меди это:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) плотность тока, при которой быстрее растворяется анод</li> <li>2) плотность тока, при которой больше меди выделяется на аноде</li> <li>3) плотность тока, при которой вместе с медью будет осаждаться на катоде золото</li> <li>4) плотность тока, при которой самая низкая себестоимость меди</li> <li>5) нет правильного ответа</li> </ol> </li> <li>4. Выход по току это:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. количество электроэнергии, затраченной на процесс электролиза</li> <li>2. сила тока в процессе электролиза</li> <li>3. отношение практически выделившейся меди при электролизе к теоретическому количеству</li> <li>4. отношение теоретического количества выделяющейся меди при электролизе к практическому</li> <li>5. От каких факторов зависит величина падения напряжения на ванне при электролитическом рафинировании меди?           <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От состава и температуры электролита, межэлектродного расстояния, скорости циркуляции электролита, состояния токоподводящих контактов, состава катодного металла и качества поверхности электродов.</li> <li>2. Величина падения напряжения на ванне складывается из разности потенциалов анода и катода, э.д.с. концентрационной поляризации, падения напряжения в электролите и в токоподводящей системе.</li> <li>3. Падение напряжения на ванне представляет собой сумму падений напряжения в электролите и в токоподводящей системе и э.д.с. концентрационной поляризации.</li> <li>4. От геометрических размеров анода и катода, конструкции катодных ушек и штанг, а также от тщательности и своевременности обслуживания всех электрических контактов.</li> <li>5. От состава электролита, геометрических размеров электродов, их масс, э.д.с. концентрационной поляризации и электрического сопротивления в токоподводящей системе: электрод-штанга-шина.</li> <li>6. Какие процессы не используются в традиционной технологической схеме переработки окисленной никелевой руды на огневой никель               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) агломерация</li> <li>2) плавка на штейн закиси никеля</li> <li>3) конвертирование штейнов</li> <li>4) окислительный обжиг в печах КС</li> <li>5) сульфат-хлорирующий обжиг</li> <li>6) окислительный обжиг в трубчатых печах</li> <li>7) электродуговая плавка закиси никеля</li> </ol> </li> <li>7. Извлечение никеля в целевой продукт при восстановительно-сульфидирующей плавке окисленных никелевых руд составляет:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) менее 50 %</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>
-----	----------------------	---------------------------------	---

		<p>2) около 50-55 %  3) около 65-80  4) ~93-95  5) около 98 %</p> <p>8. Характерные реакции, протекающие при шахтной плавке окисленных никелевых руд (в качестве сульфидизатора – пирит):</p> <p>1) <math>Ni_3S_2 + 2O_2 = 3Ni + 2SO_2</math>  2) <math>FeS_2 = FeS + \frac{1}{2} S_2</math>  3) <math>FeO + \frac{1}{2} S_2 = FeS + SO_2</math>  4) <math>6NiO + 7/2 S_2 = 2Ni_3S_2 + 3SO_2</math>  5) <math>NiO + CO = Ni + CO_2</math>  6) <math>FeO + CO = Fe + CO_2</math>  7) <math>SO_2 + CO = S_2 + CO_2</math>  8) <math>FeS + 3/2 O_2 = FeO + SO_2</math></p> <p>9. При обжиге Ni-го фэйнштейна используют двухстадийный окислительный обжиг потому, что</p> <p>1) технология обжига “намертво” не позволяет провести его в печах КС в одну стадию  2) при проведении обжига в КС в одну стадию материал чрезмерно перегревается  3) при одностадийном обжиге получится черновой никель с более высоким содержанием примесей  4) двухстадийный обжиг более экономичен  5) при обжиге Ni-го фэйнштейна используют одностадийный обжиг в печах КС</p> <p>10. Каким образом на практике предотвращается загрязнение катодного никеля присутствующими в анодном металле примесями?</p> <p>1. Проведением глубокой химической очистки всего объема циркулирующего в процессе электролита.  2. Разделением слабофильтрующей диафрагмой прикатодного и прианодного пространств в электролизной ванне.  3. Проведением процесса электролиза при высоком напряжении и повышенных плотностях тока.  4. Малым временем наращивания катодов (2-3 суток) при длительном периоде растворения анодов (21-30 суток).  5. Изготовлением катодных основ с использованием катодного никеля, индивидуальной подачей электролита в прикатодное пространство и тщательным обслуживанием электролизных ванн.</p>
--	--	---

КМЗ	Контрольная работа 3	ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>Пример варианта вопросов контрольной работы 3:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Классической технологической схеме переработки свинцового сульфидного сырья соответствует последовательность технологических процессов:       <ol style="list-style-type: none"> <li>автогенная плавка – обжиг – рафинирование – дистилляция – электролиз</li> <li>обжиг – плавка – окислительное рафинирование – конвертирование штейнов – электролиз</li> <li>обжиг с агломерацией – шахтная плавка – рафинирование</li> <li>обжиг – плавка – конвертирование – купеляция</li> <li>плавка – конвертирование – рафинирование – электролиз</li> </ol> </li> <li>Степень десульфуризации (при обжиге) это:       <ol style="list-style-type: none"> <li>содержание серы в отходящих газах в %</li> <li>количество оставшейся в огарке серы в %</li> <li>отношение количества удаленной серы к ее количеству в исходном сырье, выраженное в процентах</li> <li>отношение количества оставшейся серы в огарке к ее количеству в исходном сырье, выраженное в процентах</li> <li>содержание сульфатной серы в огарке</li> </ol> </li> <li>На рисунке представлена схема:       <ol style="list-style-type: none"> <li>отражательной печи</li> <li>шахтной печи</li> <li>печи Ванюкова</li> <li>конвертера</li> <li>печи кипящего слоя</li> <li>агломерационной машины</li> </ol> </li> <li>Как можно увеличить концентрацию SO<sub>2</sub> в отходящих газах агломашин, работающих с прососом воздуха?       <ol style="list-style-type: none"> <li>Ввести рециркуляцию газов.</li> <li>Снизить количество просасываемого воздуха.</li> <li>Обогатить воздух кислородом.</li> <li>Ввести принудительное перемешивание шихты.</li> <li>Поднять температуру на аглоленте за счет добавки в шихту коксика.</li> <li>Работать с меньшей скоростью движения аглоленты.</li> </ol> </li> <li>Каким свойствам должен отвечать шлак шахтной плавки?       <ol style="list-style-type: none"> <li>высокая температура плавления, низкая плотность, невысокая вязкость</li> <li>невысокая температура плавления, большая плотность, невысокая вязкость</li> <li>невысокая температура плавления, низкая плотность, высокая вязкость</li> <li>невысокая температура плавления, низкая плотность, невысокая вязкость</li> <li>Восстановительная способность шахтной печи определяется отношением CO/CO<sub>2</sub> равным:           <ol style="list-style-type: none"> <li>~ 0,5</li> <li>~ 1,5</li> <li>~ 1</li> <li>~ 2</li> <li>~ 2,5</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>Требования к шихте печей Болиден-Кальдо:       <ol style="list-style-type: none"> <li>все компоненты шихты должны быть измельченными</li> <li>шихта должна быть тщательно высушена (содержание влаги менее 0,2 %)</li> <li>все компоненты шихты должны быть измельченными и шихта должна быть тщательно высушена (содержание влаги менее 0,2 %)</li> <li>глубокая сушка не требуется (содержание влаги до 6-8 %) и тонкого измельчения не требуется (крупность до 50 мм)</li> </ol> </li> <li>С какими продуктами выводится цинк при восстановительной плавке свинцовых концентратов?       <ol style="list-style-type: none"> <li>Со штейном.</li> <li>Со шлаком.</li> <li>Со свинцом.</li> <li>С газами.</li> </ol> </li> <li>От каких основных примесей производят очистку чернового свинца?       <ol style="list-style-type: none"> <li>Со штейном.</li> <li>Со шлаком.</li> <li>Со свинцом.</li> <li>С газами.</li> </ol> </li> </ol>
-----	----------------------	---------------------------------	---

			<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cu, Te, Sb, As, Sn, Bi, Ag, Au</li><li>2. Cu, As, Te, Sb, Fe, Ag, Au</li><li>3. Ag, Au, Cu, Ti, As, Sn, Bi, Sb</li><li>4. Te, Cu, Al, Sn, Bi, Ag, Au</li><li>5. Cu, Ni, Ti, Sb, Ag, Au, Bi</li></ol> <p>10. Чем футеруются стальные рафинировочные котлы?</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Хромомагнетитовым кирпичом.</li><li>2. Динасовым кирпичом.</li><li>3. Шамотным кирпичом.</li><li>4. Ничем.</li><li>5. Графитовыми плитками.</li><li>6. Асбоцементными листами.</li></ol>
--	--	--	--

КМ4	Контрольная работа 4	ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>Пример варианта вопросов контрольной работы 4:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для металлического цинка характерны свойства:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокая пластичность и высокая температура плавления (выше ~2000 °С)</li> <li>2. хрупкость и низкая температура плавления (менее ~600 °С)</li> <li>3. низкая химическая активность (встречается в природе в самородном виде)</li> <li>4. высокая теплопроводность (идет на изготовления охлаждающих элементов)</li> <li>5. высокая электропроводность (используется для изготовления электропроводов)</li> </ol> </li> <li>2. Какие примеси удаляются во время агломерирующего обжига?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. мышьяк, сурьма, медь</li> <li>2. сурьма, кадмий, железо</li> <li>3. железо, хлор, марганец</li> <li>4. медь, мышьяк, железо</li> <li>5. мышьяк, свинец, кадмий</li> <li>6. нет правильного ответа</li> </ol> </li> <li>3. Продукт обжига при гидрометаллургическом способе производства должен отвечать следующим требованиям:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. содержание сульфидной серы 0,1 – 0,3 %</li> <li>2. крупность материала 4 - 12 мм</li> <li>3. содержание сульфатной серы 1 – 3 %</li> <li>4. крупность материала 0,15 мм</li> <li>5. содержание сульфатной серы 2 – 4 %</li> <li>6. высокое содержание ферритов и силикатов цинка</li> </ol> </li> <li>4. Куда поступает раствор после стадии кислого выщелачивания?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. на утилизацию</li> <li>2. возврат на стадию кислого выщелачивания</li> <li>3. к раствору после стадии нейтрального выщелачивания для очистки от примесей меди и кадмия</li> <li>4. к раствору после стадии нейтрального выщелачивания для очистки от примесей свинца, сурьмы и мышьяка</li> <li>5. на стадию нейтрального выщелачивания</li> </ol> </li> <li>5. Силикат цинка хорошо растворим в растворах серной кислоты, однако присутствие его в огарке считается нежелательным, почему?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. затрудняется отстаивание пульпы</li> <li>2. H<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> оказывает неблагоприятное воздействие на показатели электролиза цинка</li> <li>3. возникают трудности с очисткой растворов от примесей</li> <li>4. ухудшается фильтрация пульпы</li> <li>5. сильно возрастает плотность раствора</li> </ol> </li> <li>6. Цементация это:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. выпаривание раствора до остаточного содержания влаги 27–30 %</li> <li>2. вытеснение менее благородных металлов более благородными</li> <li>3. вытеснение более благородных металлов менее благородными</li> <li>4. добавление в раствор извести для осаждения соединений железа</li> <li>5. добавление в раствор извести для осаждения соединений меди</li> </ol> </li> <li>7. При электролизе цинковых растворов на аноде выделяется:       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. цинк</li> <li>2. кислород</li> <li>3. водород</li> <li>4. цинк и кислород</li> <li>5. цинк и водород</li> <li>6. кислород и водород</li> </ol> </li> <li>8. Какова оптимальная величина концентрации серной кислоты при электролизе?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 40 – 60 г/л</li> <li>2. 80 – 100 г/л</li> <li>3. 120 - 170 г/л</li> <li>4. 150 - 200 г/л</li> <li>5. 200 - 250 г/л</li> </ol> </li> <li>9. Как ведут себя соединения свинца при дистилляции цинка?       <ol style="list-style-type: none"> <li>1. восстанавливается до металлического свинца и улетучивается</li> <li>2. окисляется и переходит в шлак</li> </ol> </li> </ol>
-----	----------------------	---------------------------------	--

			<p>3. восстанавливается до металлического свинца и отчасти испаряется</p> <p>4. вступает в реакцию с содержащейся в шихте серой и образует штейн</p> <p>5. вступает в реакцию с углеродом восстановителя, образуя нелетучие карбонаты</p> <p>6. нет правильного ответа</p> <p>10. Какой чистоты может быть получен цинк после рафинирования ректификацией?</p> <p>1. до 99,8 %</p> <p>2. до 99,9 %</p> <p>3. до 99,95 %</p> <p>4. до 99,99 %</p> <p>5. до 99,998 %</p>
--	--	--	--



КМ5	Экзамен	ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Примерный перечень вопросов для самостоятельной подготовки к экзамену:</p> <p>Раздел 1. "Металлургия меди и никеля"</p> <p>1 Механизм плавения сульфидной шихты в рудно-термических печах. Достоинства и недостатки процессов плавения в электрических печах по сравнению с отражательными.</p> <p>2 При эксплуатации руднотермических печей бывают случаи обрыва самообжигающихся электродов. Каковы причины обрывов электродов, к каким последствиям это может привести и каковы пути выхода из этой серьезной аварийной ситуации?</p> <p>3 Рудно-термическая печь была рассчитана на работу со шлаками, содержащими, %: 45 SiO<sub>2</sub> и 20 FeO. Вследствие изменения состава перерабатываемого сырья содержание FeO в шлаках возросло до 40 %. Какие изменения в работе печи можно ожидать?</p> <p>4 На заводе, перерабатывающем необоженную сульфидную шихту (состав концентрата, %: 16 Cu, 37 Fe, 32 S, 9 SiO<sub>2</sub>, 3 CaO, 3 прочие), конвертерные шлаки были выведены на самостоятельную переработку и не стали поступать в отражательные печи. Какие изменения в показателях отражательной плавки это может вызвать?</p> <p>5 Какой состав шлака Вы рекомендовали бы при плавке в отражательной печи сырого концентрата с возвратом в нее конвертерного шлака, если исходный концентрат имеет следующий состав, %: 30 Cu, 25 FeO, 20 S, 25 SiO<sub>2</sub>?</p> <p>6 Как и почему должно отличаться содержание магнетита и меди в отвальных шлаках при плавке на штейн в рудно-термических и отражательных печах необоженного сульфидного сырья одного и того же химического состава?</p> <p>7 Чем определяется верхний предел обогащения дутья кислородом при использовании го-ризоньальных конвертеров для переработки медных штейнов на черновую медь?</p> <p>8 Какие реальные технические возможности имеются для дополнительной переработки в горизонтальных конвертерах (при конвертировании медных штейнов) кремнистых руд, золотосодержащего кварца и рудных сульфидных концентратов? Какого из перечисленных материалов конвертер может дополнительно переработать в большем количестве?</p> <p>9 Технология и аппаратное оформление процесса конвертирования медных штейнов в горизонтальных аппаратах Пирса-Смита. Основные показатели процесса.</p> <p>10 Сопоставьте между собой процесс «Айзасмелт» и процесс Ванюкова применительно к переработке сульфидного медного сырья. Отличия в механизмах протекания плавок, конструктивном оформлении процессов и ожидаемых показателях при переработке сырья одного и того же состава.</p> <p>11 Какие изменения в работе печи Ванюкова может вызвать увеличение уровня установки фурм над подиной (в период реконструкции печи) и изменение (увеличение или уменьшение во время ее эксплуатации) расстояния от «поверхности» штейна в горне печи до свода переточного канала из горна в шлаковый сифон? Ответ поясните эскизами.</p> <p>12 Основные стадии процесса огневого рафинирования черновой меди, их назначение и технологическая длительность.</p> <p>13 Почему при совместном присутствии мышьяка, сурьмы и никеля их удаление при огневом рафинировании черновой меди становится затруднительным? Какие технологические приемы (способы) Вы можете предложить для более полного удаления из меди этих примесей?</p> <p>14 По каким внешним признакам можно определить окончание стадии окисления при огневом рафинировании черновой меди и почему?</p> <p>15 Какая существует взаимосвязь между процессами сульфидирования и восстановления при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд на штейн?</p> <p>16 Какие реальные способы экономии кокса применимы при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд? Какие из них Вы считаете наиболее перспективными?</p>
-----	---------	---	---

			<p>17 Какой путь интенсификации работы шахтных печей восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд Вы считаете наиболее эффективным и почему?</p> <p>18 Почему при обогащении дутья кислородом при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд в отходящих газах возрастает отношение <math>CO_2/CO</math>, в то время, как в кислородной зоне (в фокусе печи) это отношение падает?</p> <p>19 Каковы основные отличия в организации технологий электролитического рафинирования меди и никеля и их показателях? Чем они обусловлены?</p> <p>20 От каких основных примесей проводят очистку никелевого электролита (анолита)? От чего зависит последовательность удаления примесей из анолита? Химизм процессов очистки.</p> <p>Раздел 2. "Металлургия свинца и цинка"</p> <p>1. Полиметаллические руды и концентраты, основные минералы свинца, химические составы свинцовых концентратов.</p> <p>2. Классическая (традиционная) схема производства товарного свинца из сульфидных концентратов.</p> <p>3. Теоретические основы агломерирующего обжига свинцовых сульфидных концентратов.</p> <p>4. Кинетика и механизм процессов, протекающих при агломерирующем обжиге свинцовых концентратов.</p> <p>5. Технологические схемы организации агломерирующего обжига сульфидных свинцовых концентратов.</p> <p>6. Технология агломерирующего обжига сульфидных свинцовых концентратов.</p> <p>7. Аппаратурное оформление агломерирующего обжига сульфидных свинцовых концентратов.</p> <p>8. Плавка сульфидных свинцовых концентратов на черновой металл по способу Ванюкова.</p> <p>9. Принципиальная технологическая схема рафинирования черного свинца огневым способом.</p> <p>10. Методы переработки цинксодержащих промпродуктов свинцового производства.</p> <p>11. Полиметаллические руды и концентраты, основные минералы цинка, химические составы цинковых концентратов.</p> <p>12. Принципиальная технологическая схема получения цинка пирометаллургическим способом.</p> <p>13. Основные стадии пирометаллургической схемы переработки сульфидных цинковых концентратов на чушковой металл.</p> <p>14. Обжиг цинковых концентратов перед пирометаллургической переработкой.</p> <p>15. Промышленные способы дистилляции цинка из агломератов.</p> <p>16. Рафинирование черного цинка.</p> <p>17. Принципиальная технологическая схема получения цинка гидromеталлургическим способом.</p> <p>18. Технология очистки сульфатных цинковых растворов методом цементации.</p> <p>19. Методы очистки сульфатных цинковых растворов от кобальта.</p> <p>20. Электролиз цинка, анодный и катодный процессы, влияние основных параметров процесса на технико-экономические показатели</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Домашнее задание 1	ПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Пример варианта домашнего задания 1:</p> <p>1. Рассчитать рациональный состав концентрата, содержащего: Cu – 18 %, Fe – 33,9 %, Zn – 1,7 %, S – 44,5 %, SiO<sub>2</sub> – 0,8 %, CaO – 0,2 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,2 %, прочие (в т. ч. CO<sub>2</sub>) – 0,7 %.</p> <p>В концентрате присутствуют следующие минералы: халькопирит, халькозин, ковеллин, сфалерит, пирит, известняк, 1/4 часть меди присутствует в форме халькопирита, а остальная медь распределена между ковеллином и халькозином.</p> <p>2. Рассчитать количество и состав штейна и отвального шлака и расход флюсов (на 100 кг сухой массы концентрата) при плавке концентрата заданного состава с конвертерным шлаком в ПВ (печи Ванюкова) при следующих данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расход конвертерного шлака – 10 кг на 100 кг концентрата;</li> <li>- состав конвертерного шлака, %: Cu – 3,5; Fe – 52, SiO<sub>2</sub> – 22, концентрация магнетита в конвертерном шлаке равна 23 %;</li> <li>- извлечение меди в штейн из концентрата – 97 %, меди из конвертерного шлака – 85 %, цинка в штейн – 30 %, а цинка в шлак – 45 %;</li> <li>- требуемое содержание меди в штейне 50 %;</li> <li>- содержание в отвальном шлаке SiO<sub>2</sub> – 32 %, CaO – 8 %;</li> <li>- отношение FeO к Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в отвальном шлаке 10:1;</li> <li>- химический состав флюсов: кварца: SiO<sub>2</sub> – 85 %, CaO – 3 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4 %, остальное - прочие (в т.ч. CO<sub>2</sub>); известняка: CaO – 48 %, SiO<sub>2</sub> – 5 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,2 %, остальное - прочие (в т.ч. CO<sub>2</sub>).</li> </ul> <p>3. Рассчитать количество и состав отходящих газов при плавке концентрата на обогащенном до 70 % (об.) O<sub>2</sub> дутье, необходимое количество воздуха и технического кислорода на плавку при условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 % серы в газах связано в SO<sub>3</sub>, а 90 % серы в SO<sub>2</sub>;</li> <li>- коэффициент использования кислорода в расплаве – 98 %;</li> <li>- содержание кислорода в техническом кислороде – 94 % (об.);</li> <li>- влажность концентрата – 6 %, флюсов – 5 %;</li> <li>- подсосы воздуха в печь составляют 50 % от объема дутья.</li> </ul> <p>4. Составить материальный баланс процесса плавки медного концентрата на обогащенном дутье.</p>
----	-----------------------	---------------------------------	---

P2	Домашнее задание 2	ПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Пример варианта домашнего задания 2:</p> <p>1. Рассчитать состав шихты агломерирующего обжига для концентрата, содержащего: Pb – 48,6 %, Zn – 6,5 %, Cu – 3,5 %, Fe – 10,8 %, S – 17,7 %, SiO<sub>2</sub> – 4,5 %, CaO – 1,5 %, прочих – 6,9 %, исходя из следующих условий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- извлечение меди в штейн – 80 %, содержание меди в штейне принять – 22 %;</li> <li>- состав образующегося при плавке штейна: Pb – 10 %, Zn – 7 %, S – 23%;</li> <li>- расход кокса на плавку – 9 %, (состав: C – 85 %, H<sub>2</sub>O – 4 %, зола – 11 %);</li> <li>- химический состав флюсов и золы кокса (в %): кварца: SiO<sub>2</sub> – 90, CaO – 2, FeO – 4, пр.+ CO<sub>2</sub> – 4; известняка: SiO<sub>2</sub> – 2, CaO – 50, FeO – 1, пр.+ CO<sub>2</sub> – 47; железной руды: SiO<sub>2</sub> – 3, CaO – 4, FeO – 80, пр.+ CO<sub>2</sub> – 13; золы: SiO<sub>2</sub> – 65, CaO – 15, FeO – 10, пр. – 10;</li> <li>- состав шлака: ZnO – 18 %, SiO<sub>2</sub> – 22 %, CaO – 12 %, FeO – 42 %;</li> <li>- содержание серы в шихте – 7 %, в оборотном агломерате – 1,5 %.</li> </ul> <p>2. Рассчитать рациональный состав свинцового агломерата и составить материальный баланс процесса агломерации при условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- степень десульфуризации обжига – 85 %;</li> <li>- влажность шихты – 8 %;</li> <li>- расход воздуха от теоретически необходимого – 8-кратный.</li> </ul> <p>3. Рассчитать выход и состав продуктов восстановительной шахтной плавки агломерата состава, рассчитанного в п.2, а также количество дутья и состав отходящих газов при условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выход пыли (% от агломерата) – 1,0;</li> <li>- степень десульфуризации при плавке – 20 %;</li> <li>- переход цинка в шлак – 80 %;</li> <li>- соотношение CO<sub>2</sub>/CO при сгорании углерода кокса – 65/35;</li> <li>- содержание кислорода в дутье – 26 % об.</li> </ul> <p>4. Составить развернутый материальный баланс процесса шахтной плавки.</p>
P3	Практическое занятие 1	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Технологические расчеты в металлургии меди и никеля.
P4	Практическое занятие 2	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Структуры технологических схем, принципы составления и анализ соответствия современным требованиям.
P5	Практическое занятие 3	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Технологические расчеты по металлургии свинца
P6	Практическое занятие 4	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1	Технологические расчеты по металлургии цинка
P7	Лабораторная работа 1	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Сырьевые материалы, полупродукты и продукты медного и никелевого производств
P8	Лабораторная работа 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Окислительный обжиг сульфидного медного концентрата
P9	Лабораторная работа 3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31	Плавка медного концентрата на штейн
P10	Лабораторная работа 4	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Управление печью Ванюкова в динамическом режиме (работа на тренажере)
P11	Лабораторная работа 5	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Конвертирование медного штейна (работа на тренажере)
P12	Лабораторная работа 6	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Электролитическое рафинирование меди

P13	Лабораторная работа 7	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Сырьевые материалы, полупродукты и продуктов свинцового и цинкового производств
P14	Лабораторная работа 8	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Восстановительная плавка обожженных свинцовых концентратов
P15	Лабораторная работа 9	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Реакционная плавка богатого свинцового концентрата
P16	Лабораторная работа 10	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31	Обжиг цинковых концентратов
P17	Лабораторная работа 11	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Выщелачивание обожженного цинкового концентрата
P18	Лабораторная работа 12	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-4-В1;ПК-4-31	Электролитическое осаждение цинка из сернокислых растворов

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

По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 4-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

Пример экзаменационного билета:

1. При проектировании завода по переработке медного флотационного концентрата, содержащего 20 % Cu и 30 % S, какому из процессов: автогенной шахтной плавке (по пиритному способу с использованием кислородно-воздушного дутья) или процессу «Айзасмелт» следует отдать предпочтение? Сравните достоинства и недостатки этих процессов.
2. От каких основных примесей проводят очистку никелевого электролита (анолита)? От чего зависит последовательность удаления примесей из анолита? Химизм процессов очистки.
3. Теоретические основы агломерирующего обжига свинцовых сульфидных концентратов перед восстановительной шахтной плавкой.
4. Принципиальная технологическая схема получения цинка из сульфидных концентратов пирометаллургическим способом.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ванюков А. В., Уткин Н. И.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	Челябинск: Металлургия, 1988

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Романтеев Юрий Павлович, Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Комков Алексей Александрович, Быстров Валентин Петрович	Металлургия свинца: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.3	Романтеев Ю. П., Быстров В. П.	Металлургия тяжелых цветных металлов. Свинец. Цинк. Кадмий	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.4	Романтеев Юрий Павлович, Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Быстров Валентин Петрович	Металлургия цинка и кадмия: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цветных металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.5	Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.	Т.1: Metallургия меди	Библиотека МИСиС	, 1977
Л1.6	Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.	Т.2: Metallургия никеля и кобальта	Библиотека МИСиС	, 1977
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лоскутов Ф. М., Цейдлер А. А.	Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1963
Л2.2	Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., др.	Автогенные процессы в цветной металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1991
Л2.3	Лоскутов Ф. М.	Металлургия свинца: Учеб. пособие для металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1965
Л2.4	Романтеев Юрий Павлович, Быстров Сергей Валентинович, Быстров Валентин Петрович	Металлургия свинца и цинка: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.5	Зайцев В. Я., Маргулис Е. В.	Металлургия свинца и цинка: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цветных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1985
Л2.6	Тарасов А. В., Уткин Н. И.	Общая металлургия: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1997

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.7	Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В.	Плавка в жидкой ванне	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988
Л2.8	Романтеев Юрий Павлович, Комков Алексей Александрович, Федоров Александр Николаевич, др., Быстров Валентин Петрович	Расчеты в металлургии свинца, цинка и кадмия: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.9	Козлов В. А., Набойченко С. С., Смирнов Б. Н.	Рафинирование меди	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992
Л2.10	Гудима Н. В., Карасев Ю. А., Кистяковский Б. Б., др., Гудима Н. В.	Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов: учеб. пособие для техникумов цв. металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1977
Л2.11	Федоров Александр Николаевич, Комков Алексей Александрович, Быстров Сергей Валентинович	Металлургия меди и никеля (N 3526): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л2.12	Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Криволапова Ольга Николаевна	Технологические расчеты в металлургии меди (N 3466): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
Э2	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ИВТАН ТЕРМО
П.3	Therm_DZ
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>
И.2	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
К-211	Аудитория для самостоятельной работы	14 рабочих мест, персональный ЭВМ, подключенных к корпоративной сети НИТУ «МИСиС», сетевой принтер, столы, стулья
К-233	Лаборатория	доска маркерная; дистиллятор GFL; печь муфельная - 2 шт.; весы лабораторные - 2 шт.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Лекции и семинарские занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.
2. Практические занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий.
3. Текущий контроль знаний проводится на основе использования специальных компьютерных программ тестирования знаний навыков и умений студентов.
4. Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты используют специальные базы данных (электронные учебники) в среде МИСИС-СИТИ.
5. Консультации по дисциплине проводятся с использованием e-mail, средств МИСИС-СИТИ и при личной явке.
6. Текущий контроль проводится в часы практических занятий.