

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 14:27:16

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 меди и никеля. Производство меди, никеля и сопутствующих элементов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

8 ЗЕТ

Часов по учебному плану

288

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

72

курсовой проект 1

самостоятельная работа

180

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	180	180	180	180
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

*к.т.н., ст.преп., Быстров С.В.*

Рабочая программа

**Металлургия меди и никеля. Производство меди, никеля и сопутствующих элементов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия, 22.04.02-ММТ-23-6.plx Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра цветных металлов и золота**

Протокол от 22.06.2021 г., №19

Руководитель подразделения Тарасов Вадим Петрович, д.т.н., профессор

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также подготовка специалиста к научно-технической и организационно-методической деятельности, ориентированной на производство меди, никеля и сопутствующих металлов из различных видов сырья
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.2.2	Моделирование и оптимизация технологических процессов	
2.2.3	Научно-исследовательская практика	
2.2.4	Информационные технологии	
2.2.5	Металлургия благородных металлов. Комплексное использование сырья и отходов благородных металлов	
2.2.6	Металлургия вторичных легких металлов. Производство легких сплавов	
2.2.7	Металлургия меди и никеля. Комплексное использование сырья и отходов меди и никеля	
2.2.8	Металлургия рассеянных редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов рассеянных редких металлов	
2.2.9	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Комплексное использование сырья и отходов редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.10	Металлургия свинца и цинка. Комплексное использование сырья и отходов свинца и цинка	
2.2.11	Металлургия тугоплавких редких металлов. Комплексное использование сырья и отходов тугоплавких редких металлов	
2.2.12	Научно-исследовательская работа	
2.2.13	Новые металлургические технологии, часть 2	
2.2.14	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.2.15	Производство глинозема. Комплексное использование сырья и отходов производства глинозема	
2.2.16	Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.17	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.18	Современные экономические проблемы цветной металлургии	
2.2.19	Управление проектами	
2.2.20	Электрометаллургия алюминия и магния. Комплексное использование сырья и отходов алюминия и магния	
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31	Научные и технологические проблемы производства меди и никеля.
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-5-31	Фундаментальные проблемы и направления развития металлургических технологий, обеспечивающих комплексность использования сырья.
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных, редких и благородных металлов
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких и благородных металлов</b>	

<b>Знать:</b>
ПК-4-31 Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Способы расчета затрат материальных и энергоресурсов на металлургическую переработку металлургического сырья с извлечением ценных сопутствующих элементов
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 Принципы написания научно-технических отчетов, обзоров, публикаций и рецензий
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Анализировать технико-экономические показатели металлургического производства с точки зрения эффективности использования энергетических и материальных ресурсов и разрабатывать технологические решения по снижению удельных затрат энергии и ресурсов
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 На основе профессиональных знаний разрабатывать предложения по новым технологическим решениям в производстве цветных металлов, обеспечивающих повышение их производительности, энерго- и ресурсосбережение.
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Выполнять металлургические расчеты процессов переработки медного и никелевого сырья с оценкой затрат материальных и энергетических ресурсов.
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области металлургии тяжелых цветных металлов используя фундаментальные знания
<b>ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 Оформлять научно-технические отчеты
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Находить, изучать, анализировать и обобщать данные научно-технических исследований и разработок по технологиям переработки сырья цветных металлов
<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Проводить анализ результатов исследований
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 Оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать выбор

оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в металлургической и смежных отраслях
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками типовых технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства меди, никеля и сопутствующих элементов
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Навыками и методами металлургических расчетов процессов переработки медного и никелевого сырья с оценкой затрат материальных и энергетических ресурсов.
<b>ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологий переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов цветных, редких и благородных металлов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Методами и навыками анализа и расчетов технологических процессов металлургического производства
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Методами поиска научно-технической информации и способами ее анализа, обработки и расчета технологических решений в области металлургии меди и никеля.

#### 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. Введение. Общие вопросы производства цветных металлов</b>							
1.1	Основные свойства металлов и их классификация. Металлургические процессы и их классификация. Основные продукты и полупродукты производства меди и никеля. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Э1			
1.2	Состав и свойства основных продуктов и полупродуктов производства меди и никеля /Пр/	1	2	ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.3 Л2.6 Э1 Э3			Р2
1.3	Сырьевые материалы и продукты пирометаллургической технологии получения меди и никеля /Лаб/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.6 Л2.8 Э1			Р5
1.4	Курсовой проект /Ср/	1	120	ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	Р1
	<b>Раздел 2. Производство меди</b>							

2.1	Технологические схемы, процессы, оборудование и основные показатели производства меди из сульфидного сырья. /Лек/	1	8	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1 Э2 Э4			
2.2	Окислительный обжиг сульфидных концентратов /Лаб/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.8 Э1 Э4			Р6
2.3	Плавка медных концентратов на штейн /Лаб/	1	4	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э1 Э4			Р7
2.4	Управление печью Ванюкова в динамическом режиме /Лаб/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.8 Э1 Э4			Р8
2.5	Конвертирование медных штейнов /Лаб/	1	3	ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-2-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э1 Э4			Р9
2.6	Расчеты в пирометаллургии медного сульфидного сырья Контрольная работа №1 /Пр/	1	18	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2 Э4		КМ1	Р3
2.7	Гидрометаллургические схемы и процессы для переработки медного сырья /Ср/	1	25	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
<b>Раздел 3. Производство никеля</b>								
3.1	Технологическая схема, процессы, оборудование и основные показатели производства огневого никеля из окисленных никелевых руд /Лек/	1	4	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.8 Э1 Э3 Э4			
3.2	Переработка окисленных никелевых руд на ферроникель. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э3 Э4			
3.3	Переработка медно-никелевого сульфидного сырья. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э3 Э4			
3.4	Восстановительно-сульфидирующая плавка окисленных никелевых руд на штейн /Лаб/	1	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.8 Э1 Э3			Р10

3.5	Расчеты технологических режимов и конструктивных размеров аппаратов для пирометаллургической переработки никелевого сырья. Контрольная работа 2 /Пр/	1	16	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.7 Э1 Э3			Р4
3.6	Гидрометаллургические технологии для переработки окисленных никелевых руд /Ср/	1	25	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.7	Подготовка к сдаче экзамена по основным темам разделов 1-3 /Ср/	1	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

КМ1	Контрольная работа №1	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-4-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31	<p>Вопросы к контрольной работе № 1 по разделам 1,2</p> <p>Укажите основные компоненты медного штейна и диапазон содержания в нем цветных металлов</p> <p>Что называется рудой? Что такое флюсы и для чего они используются в пирометаллургических процессах?</p> <p>Как классифицируются руды по минеральному составу, количеству присутствующих сульфидов и количеству ценных компонентов?</p> <p>Какими способами можно перерабатывать медное и никелевое сырье?</p> <p>Какие металлургические процессы включаются в технологию переработки медного и никелевого сырья?</p> <p>Что называется штейном и шлаком?</p> <p>Назначение и цели обжига.</p> <p>Какие химические реакции происходят при обжиге сульфидного сырья?</p> <p>Что называется десульфуризацией и степенью десульфуризации?</p> <p>Какие из перечисленных сульфидных минералов подвергаются термическому разложению (<math>Cu_2S</math>, <math>FeS_2</math>, <math>CuFeS_2</math>, <math>CuS</math>, <math>ZnS</math>)? Напишите реакции разложения сульфидов.</p> <p>Сравните технико-экономические показатели процесса Ванюкова и отражательной плавки, рудно-термической плавки, кислородно-факельной плавки.</p> <p>Почему удельная производительность процесса Ванюкова в несколько раз выше, чем процессов взвешенной, отражательной и электроплавки?</p> <p>Каким образом можно изменить состав штейна при автогенной плавке?</p> <p>Какие требования предъявляются к шихте для плавки в печи Ванюкова?</p> <p>Каким образом можно регулировать температуру в ПВ?</p> <p>Почему содержание меди в шлаках печи Ванюкова ниже, чем в шлаках других процессов?</p> <p>Конструктивные особенности печи Ванюкова.</p> <p>Какая зависимость существует между составом штейна и содержанием меди в шлаке?</p> <p>Куда направляют отходящие газы печи Ванюкова?</p> <p>Как осуществляют выпуск продуктов плавки из печи Ванюкова?</p> <p>Почему перед сливом конвертерного шлака рекомендуется залить порцию свежего штейна?</p> <p>Почему при заливке с включенными фурмами происходит выброс массы?</p> <p>Почему при сливе шлака рекомендуется выключать дутье?</p> <p>Конструктивные особенности горизонтального конвертера.</p> <p>Какое оборудование применяется при обжиге медных концентратов?</p> <p>Цели и задачи рафинирования черновых металлов.</p> <p>Где и для каких целей применяются электролитические процессы в металлургии меди и никеля?</p> <p>Почему черновую медь рафинируют в две стадии?</p> <p>Поведение примесей при электролизе меди и никеля.</p> <p>В чем принципиальные отличия в электролитическом рафинировании меди и никеля?</p>
-----	-----------------------	--	---

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-5-31;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-4-31	<p>Вопросы к контрольной работе №2 по разделу 3</p> <p>Цель и назначения восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд.</p> <p>Дайте краткую характеристику окисленных никелевых руд.</p> <p>Какие ценные компоненты содержатся в окисленной никелевой руде?</p> <p>В каких печах проводится плавка окисленных никелевых руд?</p> <p>Какими способами готовят шихту к шахтной плавке?</p> <p>Для чего в шихту плавки вводят сульфидизатор? Какие материалы используются в качестве сульфидизатора?</p> <p>Какая существует взаимосвязь между процессами сульфидирования и восстановления при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд на штейн?</p> <p>Какие реальные способы экономии кокса применимы при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд? Какие из них Вы считаете наиболее перспективными?</p> <p>Какой путь интенсификации работы шахтных печей восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд Вы считаете наиболее эффективным и почему?</p> <p>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>Содержание никеля в отвальном шлаке восстановительно-сульфидирующей шахтной плавки окисленных никелевых руд удалось снизить на 0,01 %. На сколько процентов возросло при этом извлечение никеля в штейн?</p> <p>Достоинства и недостатки применения в качестве сульфидизатора гипса по сравнению с пиритом при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд?</p> <p>Каковы основные отличия в организации технологий электролитического рафинирования меди и никеля и их показателях? Чем они обусловлены?</p> <p>От каких основных примесей проводят очистку никелевого электролита (анолита)? От чего зависит последовательность удаления примесей из анолита? Химизм процессов очистки.</p> <p>Как технически на практике предотвращается загрязнение катодного никеля присутствующими в анодном металле примесями?</p>
-----	-----------------------	---	--

КМЗ	Экзамен по курсу	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену:</p> <p>Продукты и полупродукты цветной металлургии: металлы, шлаки, штейны, отходящие газы, пыли. Из каких компонентов (соединений) состоят, место в технологической схеме, дальнейшая переработка, основные свойства.</p> <p>Шлаки медных плавок. Потери ценных металлов со шлаками (типы потерь, механизм образования разных типов потерь, факторы, влияющие на разные типы потерь).</p> <p>Медные штейны. Состав и основные свойства штейнов. Получение медных штейнов (основные процессы, в которых получают медные штейны).</p> <p>Основные свойства меди области ее потребления. Краткие сведения о рынке меди, областях ее потребления, мировому объему производства.</p> <p>Технологическая схема получения меди из сульфидного медного сырья.</p> <p>Отражательная плавка медных концентратов (ОП). Цели ОП, схема печи, основные физико-химические процессы в ОП при переработке медных сульфидных концентратов, механизм процесса плавки, топливо, основные характеристики получаемых продуктов.</p> <p>Автогенные плавки, их разновидности, Основное отличие от ОП и РП и основные преимущества автогенных процессов по сравнению с традиционными процессами плавки, т.е. ОП и РП)</p> <p>Взвешенная плавка медных концентратов – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки.</p> <p>Плавка Ванюкова медных концентратов – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки</p> <p>Конвертирование медных штейнов. Цели и задачи. Технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки.</p> <p>Электролитическое рафинирование меди. Цели и задачи. Физико-химические процессы, конструкция электролизных ванн, оптимальный состав электролита, характеристики продуктов.</p> <p>Особенности поведения (удаления) различных примесей (Fe, Co, Ni, As, Pb и др.). Поведение благородных металлов.</p> <p>При пирометаллургической переработке окисленных никелевых руд получают либо ферроникель, либо никелевый штейн. Сравните эти два направления переработки окисленных никелевых руд.</p> <p>Технологическая схема переработки окисленной никелевой руды на ферроникель. Основные задачи основных переделов. Каким образом регулируют температуру процесса, состав получаемого сплава в электропечи? Какие факторы влияют на извлечение никеля в сплав? Какие основные примеси в ферроникеле, и от чего зависит их содержание?</p> <p>Основные требования к подготовке окисленной никелевой к плавке в шахтных печах и в электропечах. Объясните причины различий в этих требованиях.</p> <p>Способы переработки медно-никелевого фанштейна. Требования к подготовке фанштейна к флотационному разделению, и какое они имеют значение для разделения никеля и меди? Основные характеристики продуктов разделения медно-никелевого фанштейна и способы их дальнейшей переработки.</p> <p>Любой процесс имеет как достоинства, так и недостатки.</p> <p>Проанализируйте достоинства и недостатки процессов периодического (в горизонтальных конвертерах) и непрерывного конвертирования в различных технологических вариантах (в печах Ванюкова, в реакторе Норанда, в печах взвешенной плавки, Мицубиси, Ausmelt). И почему пока процессы непрерывного конвертирования не так активно внедряются в производство?</p> <p>При проектировании завода по переработке флотационного медного концентрата, содержащего 20 % Cu и 30 % S, решался вопрос, какому из процессов: взвешенной плавке Оутокумпу, Аусмелт или процессу "Норанда" следует отдать предпочтение?</p>
-----	------------------	--	--

			<p>Сравните достоинства и недостатки этих процессов. Процессы непрерывного конвертирования медных штейнов. Обоснуйте изменение содержания меди в шлаке от содержания серы в черновой меди при непрерывном получении черновой меди из штейнов.</p> <p>Объясните, чем и почему отличается конвертирование никелевого штейна от медного? Основные способы переработки конвертерного шлака никелевого конвертирования и медного конвертирования. В какой последовательности и почему очищают анолит при электролитическом рафинировании никеля. Принципы очистки анолита от основных примесей.</p> <p>Какие требования предъявляются к подготовке никелевой шихты для различных видов их пирометаллургической переработки и почему?</p> <p>Шахтная плавка окисленных никелевых руд. Химизм, аппаратное оформление, достоинства и недостатки, пути совершенствования.</p>
КМ4	Защита курсового проекта	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-У1	<p>При плавке получают штейн с содержанием меди 30%, 40% и 50 %, состав и количество шлака во всех случаях постоянный. Будут ли меняться потери меди со шлаками или нет? Почему?</p> <p>Какие свойства шлака наиболее важны для пирометаллургических процессов?</p> <p>В каком диапазоне температур шлаки цветной металлургии становятся жидкотекучими?</p> <p>Каковы требования к основным свойствам шлаков (вязкость, плавкость, плотность)?</p> <p>Какая зависимость существует между составом штейна и содержанием меди в шлаке?</p> <p>Куда направляют отходящие газы печи Ванюкова?</p> <p>Как осуществляют выпуск продуктов плавки из печи Ванюкова?</p> <p>Чем принципиально различаются отражательная плавка и автогенные процессы?</p> <p>За счет чего происходит десульфуризация при плавке сырых и обожженных концентратов?</p> <p>Как изменится содержание растворенной меди в шлаке, если содержание FeO в нем увеличится?</p> <p>Каким образом целесообразно снизить температуру в конвертере при применении дутья, обогащенного по кислороду?</p> <p>При получении какого штейна в автогенном процессе потребуется больший расход кислорода (при постоянстве состава шихты и производительности процесса)?</p> <p>Сопоставьте между собой процесс "Аусмелт" и процесс Ванюкова применительно к переработке сульфидного медного сырья.</p> <p>Как изменится вязкость шлака, если содержание в нем кремнезема увеличится?</p> <p>Почему при плавке медных концентратов кремний переходит в шлак, а медь в штейн?</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	Курсовой проект	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-4-У1	<p>Темы курсового проекта: “Обосновать выбор и рассчитать технологию автогенной плавки медного сульфидного сырья на штейн и основные конструктивные размеры печи”</p> <p>Содержание КП: 1. Введение (необходимость грамотных технологических расчетов для управления технологическим процессом и прогноза технико-экономических показателей). 2. Описание (со схемами аппаратов) технологии, указанной для каждого варианта в исходных данных (Оутокумпу, Аусмелт, Процесс Ванюкова, Мицубиси). 3. Результаты расчетов технологических режимов и основных конструктивных размеров плавильных аппаратов с подробным описанием последовательности расчета с конкретными численными значениями для конкретного варианта. 4. Выводы.</p> <p>Примеры вариантов 1) Автогенный процесс – процесс Ванюкова (исходные данные по заданию преподавателя). 2) Автогенный процесс – процесс взвешенной плавки фирмы Оутокумпу (Оутотек) (исходные данные по заданию преподавателя). 3) Автогенный процесс – процесс Осмелт (Ausmelt) (исходные данные по заданию преподавателя).</p>
P2	Практическое занятие 1	ОПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	Состав и свойства основных продуктов и полупродуктов производства меди и никеля
P3	Практическое занятие 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчеты в пирометаллургии медного сульфидного сырья
P4	Практическое занятие 3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Расчеты технологических режимов и конструктивных размеров аппаратов для пирометаллургической переработки никелевого сырья
P5	Лабораторная работа 1	ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-4-У1	Сырьевые материалы и продукты пирометаллургической технологии получения меди и никеля
P6	Лабораторная работа 2	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-2-У1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-31	Окислительный обжиг сульфидных концентратов
P7	Лабораторная работа 3	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-2-В1;ПК-3-В1	Плавка медных концентратов на штейн
P8	Лабораторная работа 4	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-31	Управление печью Ванюкова в динамическом режиме
P9	Лабораторная работа 5	ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-4-31	Конвертирование медных штейнов
P10	Лабораторная работа 6	ОПК-5-У1;ОПК-4-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1	Восстановительно-сульфидирующая плавка окисленных никелевых руд на штейн

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

По курсу предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов - 2 теоретических и 1 с применением расчета. Билеты хранятся на кафедре.

Пример экзаменационного билета

1. Одновременно при финской (кислородно-взвешенной) плавке и процессе Ванюкова было увеличено содержание кислорода в дутье с 30 до 50 %. Скажется ли это изменение на составах получаемых в этих процессах штейнов и шлаков, если суммарный расход кислорода с дутьем не изменился? Какие изменения в работе печей при этом можно ожидать (температуре плавки, объеме отходящих газов, содержании сернистого ангидрида, величине пылевых выноса, расходе топлива и др.)?
2. При плавке окисленной никелевой руды в электропечах на ферроникель каким образом регулируют температуру процесса, состав получаемого сплава? Какие факторы влияют на извлечение никеля в сплав? Какие основные примеси в ферроникеле, и от чего зависит их содержание?
3. Главные задачи охраны окружающей среды в металлургии меди и наиболее эффективные пути их решения. Способы утилизации SO<sub>2</sub> отходящих газов при переработке сульфидного сырья. Достоинства и недостатки разных способов.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

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
Л1.2	Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.	Т.1: Металлургия меди	Библиотека МИСиС	, 1977
Л1.3	Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.	Т.2: Металлургия никеля и кобальта	Библиотека МИСиС	, 1977

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Гудима Н. В., Шеин Я. П.	Краткий справочник по металлургии цветных металлов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1975
Л2.2	Севрюков Н. Н., Кузьмин Б. А., Челищев Е. В.	Общая металлургия: Учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цветных металлов' и 'Литейное производство черных и цветных металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1976
Л2.3	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
Л2.4	Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В.	Плавка в жидкой ванне	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988
Л2.5	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
Л2.6	Федоров А. Н., Комков А. А., Быстров С. В.	Металлургия меди и никеля (N 3526): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л2.7	Федоров А. Н., Быстров С. В., Криволапова О. Н.	Технологические расчеты в металлургии меди (N 3466): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л2.8	Малевский А. А., Федоров А. Н., Сорокин М. Л.	Металлургия меди и никеля: Лаб. практикум для студ. спец. 110200	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1999

### 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	Государственная публичная научно-техническая библиотека	<a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>
Э3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
Э4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Therm_DZ
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams

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

И.1	База данных FactSage <a href="http://www.factsage.com">http://www.factsage.com</a>
И.2	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
И.3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
И.4	Государственная публичная научно-техническая библиотека <a href="http://www.gpntb.ru">www.gpntb.ru</a>
И.5	Реферативная база Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-541	Учебная аудитория	проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollix; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели
К-234	Лаборатория	4 рабочих места, оборудованных муфельными и шахтными печами, лабораторным оборудованием, столы.

К-233	Лаборатория	доска маркерная; дистиллятор GFL; печь муфельная - 2 шт.; весы лабораторные - 2 шт.
К-211	Аудитория для самостоятельной работы	14 рабочих мест, персональный ЭВМ, подключенных к корпоративной сети НИТУ «МИСиС», сетевой принтер, столы, стулья
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.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint с использованием мультимедийных средств в специализированной аудитории
  2. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, средств аудио- и видеосвязи и при личной явке.
  3. Текущий контроль проводится в часы практических и лекционных занятий.
- Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:
- индивидуального опроса студентов при проведении практических занятий (часть проводится в форме семинаров),
  - двух письменных контрольных работ.
- Контрольные работы проводятся в часы практических занятий.
- К экзамену студент допускается при условии выполнения учебного плана дисциплины, положительных оценок за контрольные работы. Проставление экзамена возможно на основе оценок за семестровые контрольные мероприятия, а также на основе активности студента при проведении семинарских занятий, выступлении с мультимедийными докладами.