

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.10.2023 14:47:43

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Металлы высоких технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

72

курсовой проект 2

самостоятельная работа

36

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	54	54	54	54
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., ст.преп., Быстров С.В.

Рабочая программа

Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.1

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 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-18.plx Металлы высоких технологий, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Металлы высоких технологий, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 14.03.2023 г., №11

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 тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов из различных видов сырья.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Инженерные расчеты	
2.1.2	Процессы и аппараты гидрометаллургического производства	
2.1.3	Процессы и аппараты пирометаллургического производства	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Автогенные процессы цветной металлургии	
2.2.2	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.2.3	Моделирование и оптимизация металлургических процессов	
2.2.4	Новые направления экстрактивной металлургии	
2.2.5	Получение особо чистых веществ	
2.2.6	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.2.7	Ресурсо- и энергосбережение в производстве легких редких металлов, ч.2	
2.2.8	Ресурсо- и энергосбережение в производстве редкоземельных металлов, ч.2	
2.2.9	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тугоплавких редких металлов, ч.2	
2.2.10	Ресурсо- и энергосбережение в производстве тяжелых цветных металлов и сопутствующих элементов, ч.2	
2.2.11	Управление проектами	
2.2.12	Цифровизация производства	
2.2.13	Экономика и организация производства	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика	
2.2.16	Экоаудит металлургических технологий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Знать:
ОПК-5-31 Фундаментальные проблемы и направления развития металлургических технологий, обеспечивающих комплексность использования сырья.
ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий
Знать:
ПК-4-31 Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
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
Знать:
ОПК-4-31 Основные правила поиска и сбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.
ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов
Знать:
ПК-3-31 Способы расчета эффективности использования материалов
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий

Знать:
ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных металлов
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Знать:
ПК-1-31 Методы проведения исследований и разработок
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
Знать:
ОПК-2-31 Принципы написания научно-технических отчетов, обзоров, публикаций и рецензий
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-31 Теоретические и технологические основы типовых процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Уметь:
ПК-1-У1 Применять методы анализа результатов исследований и разработок
ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов
Уметь:
ПК-3-У1 Проводить расчет эффективности использования материалов
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий
Уметь:
ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 Решать типовые профессиональные задачи в области металлургии тяжелых цветных металлов используя фундаментальные знания
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
Уметь:
ОПК-4-У1 Находить, изучать, анализировать и обобщать данные научно-технических исследований и разработок по технологиям переработки сырья цветных металлов
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
Уметь:
ОПК-2-У1 Оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии требованиями нормоконтроля при оформлении научно-технических отчетов.
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Уметь:
ОПК-5-У1 Оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в металлургической и смежных отраслях
ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий
Уметь:
ПК-4-У1 Проводить анализ процессов и/или технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования.

ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов
Владеть:
ПК-3-В1 Владеть навыком анализа эффективности использования материалов
ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве металлов высоких технологий
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками обоснованного выбора процесса и/или технологической схемы производства цветных металлов и их соединений с учетом экологических требований и экономической целесообразности
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
Владеть:
ОПК-4-В1 Методами поиска научно-технической информации и способами ее анализа, обработки и расчета технологических решений в области металлургии меди и никеля.
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
Владеть:
ОПК-2-В1 Приемами и методами приведения в соответствие требованиям и норм стандартов разработанную документацию, формирования и оформления отчетов, с соблюдением требованиям ГОСТ
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками типовых технологических расчетов для решения производственных и/или исследовательских задач в области производства меди, никеля и сопутствующих элементов
ПК-2: Способен применять профессиональные знания для создания гибких, многоцелевых и/или энергосберегающих прогрессивных металлургических процессов и технологических решений переработки первичных и/или вторичных сырьевых ресурсов металлов высоких технологий
Владеть:
ПК-2-В1 Навыками в формировании и аргументации собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства цветных металлов и их соединений
ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками в анализе результатов и наблюдений
ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
Владеть:
ОПК-5-В1 Навыками анализа материалов, процессов и технологий для обоснованной оценки результатов научно-технических разработок и исследований

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
	Раздел 1. Введение. Общие вопросы производства цветных металлов							
1.1	Основные свойства металлов и их классификация. Классификация металлургических процессов. Основные продукты и полупродукты в производстве тяжелых цветных металлов. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.9 Л2.12 Э1 Э4			

1.2	Курсовой проект /Ср/	2	20	ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	Р1
	Раздел 2. Производство меди							
2.1	Окислительный обжиг медных концентратов. Механизм и химизм процесса и аппараты для его осуществления. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.10 Э1 Э4			
2.2	Плавка медных концентратов на штейн в отражательной, шахтной и руднотермической печах. Автогенные процессы плавки сульфидных медных концентратов, примеры технологий плавки во взвешенном состоянии и в расплаве. /Лек/	2	8	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Конвертирование медных штейнов. Механизм, химизм и аппаратурное оформление процесса. Характеристика продуктов конвертирования. Основные технико-экономические показатели процесса и пути его совершенствования. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.10 Э1 Э2 Э3			
2.4	Огневое и электролитическое рафинирование меди. Химизм и аппаратурное оформление процессов. Особенности поведения примесей при рафинировании, технико-экономические показатели. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.5 Э1 Э3 Э4			
2.5	Технологические и аппаратурные решения, обеспечивающие рациональное использование сырья и энергетических ресурсов в производстве меди. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.6	Технологические расчеты в пирометаллургии медного сульфидного сырья Контрольная работа №1 /Пр/	2	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-В1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.12Л3.1 Э1 Э2 Э4		КМ1	Р2

2.7	Гидрометаллургические схемы и процессы для переработки медного сырья /Ср/	2	4	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-31 ОПК-1-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
Раздел 3. Производство никеля и кобальта								
3.1	Технологические схемы, процессы, оборудование и основные технико-экономические показатели производства огневого никеля из окисленных никелевых руд /Лек/	2	6	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э3 Э4			
3.2	Технология переработки окисленных никелевых руд на ферроникель. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-4-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.9 Э1 Э3 Э4			
3.3	Технология переработки сульфидных медно-никелевых руд и концентратов. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.9 Л2.10 Э1 Э3 Э4			
3.4	Расчеты технологических режимов и конструктивных размеров аппаратов для пирометаллургической переработки никелевого сырья. Контрольная работа 2 /Пр/	2	8	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	Р3
3.5	Основные источники и современные способы извлечения кобальта. Общая характеристика переработки различных типов кобальтсодержащего сырья. /Лек/	2	2	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.12 Э1 Э2 Э4			
3.6	Пиро- и гидрометаллургические технологии переработки кобальтовых руд, концентратов и полупродуктов. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э4			
3.7	Технологические и аппаратные решения, обеспечивающие рациональное использование сырья и энергетических ресурсов в производстве никеля. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.7 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.8	Гидрометаллургические технологии для переработки окисленных никелевых руд, сульфидных концентратов и полупродуктов. /Ср/	2	2	ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-31 ОПК-1-31 ОПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
Раздел 4. Извлечение сопутствующих элементов при производстве меди и никеля								

4.1	Попутное извлечение ценных сопутствующих элементов при переработке медного и никелевого сырья. /Лек/	2	4	ОПК-5-31 ОПК-4-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Подготовка к сдаче экзамена по курсу /Ср/	2	10	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12Л3.1 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;ОПК-1-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите основные компоненты медного штейна и диапазон содержания в нем цветных металлов 2. Как классифицируются руды по минеральному составу, количеству присутствующих сульфидов и количеству ценных компонентов? 3. Какими способами можно перерабатывать медное и никелевое сырье? 4. Какие металлургические процессы включаются в технологию переработки медного и никелевого сырья? 5. Что называется штейном и шлаком? 6. Какие химические реакции происходят при обжиге сульфидного сырья? 7. Что называется десульфуризацией и степенью десульфуризации? 8. Какие из перечисленных сульфидных минералов подвергаются термическому разложению (Cu_2S, FeS_2, $CuFeS_2$, CuS, ZnS)? 9. Сравните технико-экономические показатели процесса Ванюкова и отражательной плавки, рудно-термической плавки, кислородно-факельной плавки. 10. Почему удельная производительность процесса Ванюкова в несколько раз выше, чем процессов взвешенной, отражательной и электроплавки? 11. Каким образом можно изменить состав штейна при автогенной плавке? 12. Каким образом можно регулировать температуру в ПВ? 13. Почему содержание меди в шлаках печи Ванюкова ниже, чем в шлаках других процессов? 14. Конструктивные особенности печи Ванюкова. 15. Какая зависимость существует между составом штейна и содержанием меди в шлаке? 16. Куда направляют отходящие газы печи Ванюкова? 17. Как осуществляют выпуск продуктов плавки из печи Ванюкова? 18. Почему перед сливом конвертерного шлака рекомендуется залить порцию свежего штейна? 19. Почему при заливке с включенными фурмами в конвертере происходит выброс массы? 20. Почему при сливе шлака рекомендуется выключать дутье? 21. Конструктивные особенности горизонтального конвертера. 22. Цели и задачи рафинирования черновых металлов. 23. Где и для каких целей применяются электролитические процессы в металлургии меди и никеля? 24. Почему черновую медь рафинируют в две стадии? 25. Поведение примесей при электролизе меди и никеля.

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-5-31;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none">1. Цель и назначение восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд.2. Дайте краткую характеристику окисленных никелевых руд.3. Какие ценные компоненты содержатся в окисленной никелевой руде?4. В каких печах проводится плавка окисленных никелевых руд?5. Какими способами готовят шихту к шахтной плавке?6. Для чего в шихту плавки вводят сульфидизатор? Какие материалы используются в качестве сульфидизатора?7. Какая существует взаимосвязь между процессами сульфидирования и восстановления при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд на штейн?8. Какие реальные способы экономии кокса применимы при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд? Какие из них Вы считаете наиболее перспективными?9. Какой путь интенсификации работы шахтных печей восстановительно-сульфидирующей плавки окисленных никелевых руд Вы считаете наиболее эффективным и почему?10. Почему при обогащении дутья кислородом при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд в отходящих газах возрастает отношение CO_2/CO, в то время, как в кислородной зоне (в фокусе печи) это отношение падает?11. 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?12. Достоинства и недостатки применения в качестве сульфидизатора гипса по сравнению с пиритом при восстановительно-сульфидирующей шахтной плавке окисленных никелевых руд?13. Каковы основные отличия в организации технологий электролитического рафинирования меди и никеля и их показателях? Чем они обусловлены?14. От каких основных примесей проводят очистку никелевого электролита (анолита)? От чего зависит последовательность удаления примесей из анолита? Химизм процессов очистки.15. Как технически на практике предотвращается загрязнение катодного никеля присутствующими в анодном металле примесями?
-----	-----------------------	---	--

КМЗ	Экзамен по курсу	ОПК-5-31;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31;ПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шлаки медных плавок. Потери ценных металлов со шлаками (типы потерь, механизм образования разных типов потерь, факторы, влияющие на разные типы потерь). 2. Медные штейны. Состав и основные свойства штейнов. Получение медных штейнов (основные процессы, в которых получают медные штейны). 3. Основные свойства меди области ее потребления. Краткие сведения о рынке меди, областях ее потребления, мировому объему производства. 4. Технологическая схема получения меди из сульфидного медного сырья. 5. 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. 6. 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) 7. Взвешенная плавка медных концентратов – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки. 8. Плавка Ванюкова медных концентратов – технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки 9. Конвертирование медных штейнов. Цели и задачи. Технология, конструкция, физико-химические процессы, характеристики продуктов, технико-экономические показатели, достоинства и основные недостатки. 10. Электролитическое рафинирование меди. Цели и задачи. Физико-химические процессы, конструкция электролизных ванн, оптимальный состав электролита, характеристики продуктов. Особенности поведения (удаления) различных примесей (Fe, Co, Ni, As, Pb и др.). Поведение благородных металлов. 11. При пирометаллургической переработке окисленных никелевых руд получают либо ферроникель, либо никелевый штейн. Сравните эти два направления пе-реработки окисленных никелевых руд. 12. Технологическая схема переработки окисленной никелевой руды на ферроникель. Основные задачи основных переделов. 13. 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? 14. Основные требования к подготовке окисленной никелевой к плавке в шахтных печах и в электропечах. Объясните причины различий в этих требованиях. 15. Способы переработки медно-никелевого файнштейна. Требования к подготовке файнштейна к флотационному разделению, и какое они имеют значение для разделения никеля и меди? Основные характеристики продуктов разделения медно-никелевого файнштейна и способы их дальнейшей переработки. 16. Проанализируйте достоинства и недостатки процессов периодического (в горизонтальных конвертерах) и непрерывного конвертирования в различных технологических вариантах. 17. 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? Сравните достоинства и недостатки этих процессов. 18. Объясните, чем и почему отличается конвертирование никелевого штейна от медного? Основные способы переработки конвертерного шлака никелевого конвертирования и медного конвертирования. 19. В какой последовательности и почему очищают анолит при электролитическом рафинировании никеля. Принципы очистки анолита от основных примесей. 20. Какие требования предъявляются к подготовке никелевой
-----	------------------	--	---

			шихты для различных видов их пирометаллургической переработки и почему?
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;ОПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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? 2. Какие свойства шлака наиболее важны для пирометаллургических процессов? 3. В каком диапазоне температур шлаки цветной металлургии становятся жидкотекучими? 4. Каковы требования к основным свойствам шлаков (вязкость, плавкость, плотность)? 5. Какая зависимость существует между составом штейна и содержанием меди в шлаке? 6. Куда направляют отходящие газы печи Ванюкова? 7. Как осуществляют выпуск продуктов плавки из печи Ванюкова? 8. Чем принципиально различаются отражательная плавка и автогенные процессы? 9. За счет чего происходит десульфуризация при плавке сырых и обожженных концентратов? 10. Как изменится содержание растворенной меди в шлаке, если содержание FeO в нем увеличится? 11. Каким образом целесообразно снизить температуру в конвертере при применении дутья, обогащенного по кислороду? 12. При получении какого штейна в автогенном процессе потребуется больший расход кислорода (при постоянстве состава шихты и производительности процесса)? 13. Сопоставьте между собой процесс "Аусмелт" и процесс Ванюкова применительно к переработке сульфидного медного сырья. 14. Как изменится вязкость шлака, если содержание в нем кремнезема увеличится? 15. Почему при плавке медных концентратов кремний переходит в шлак, а медь в штейн?

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

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;ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ОПК-4-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31	<p>Тема курсового проекта: "Выбор и расчет технологии автогенной плавки медного сульфидного сырья на штейн"</p> <p>Структура курсового проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Введение (необходимость грамотных технологических расчетов для управления технологическим процессом и прогноза технико-экономических показателей). 2. Описание (со схемами аппаратов) автогенной технологии, указанной для каждого варианта в исходных данных. 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>Примеры вариантов технологий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Процесс Ванюкова. 2) Процесс взвешенной плавки фирмы Оутотек. 3) Процесс Осмелт (Ausmelt). 4) Процесс Мицубиси <p>Исходные данные для расчета выбираются из списка по каждому варианту.</p>
P2	Практическое занятие 1	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Овладение методиками технологических расчетов в пирометаллургии медного сульфидного сырья

P3	Практическое занятие 2	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-5-В1;ОПК-2-У1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Расчеты технологических режимов и конструктивных размеров аппаратов для пирометаллургической переработки никелевого сырья
----	------------------------	--	---

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.

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	Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., др.	Автогенные процессы в цветной металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1991
Л1.2	Ванюков А. В., Уткин Н. И.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	Челябинск: Металлургия, 1988
Л1.3	Тарасов А. В., Уткин Н. И.	Общая металлургия: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1997
Л1.4	Худяков И. Ф., Тихонов А. И., Деев В. И., Набойченко С. С.	Т.1: Металлургия меди	Библиотека МИСиС	, 1977
Л1.5	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., Шейн 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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Ванюков А. В., Быстров В. П., Васкевич А. Д., др., Ванюков А. В.	Плавка в жидкой ванне	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1988
Л2.4	Гальнбек А. А., Шалыгин Л. М., Шмонин Ю. Б.	Расчеты пиromеталлургических процессов и аппаратуры цветной металлургии: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов'	Библиотека МИСиС	Челябинск: Metallurgy, 1990
Л2.5	Козлов В. А., Набойченко С. С., Смирнов Б. Н.	Рафинирование меди	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1992
Л2.6	Гудима Н. В., Карасев Ю. А., Кистьяковский Б. Б., др., Гудима Н. В.	Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов: учеб. пособие для техникумов цв. металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1977
Л2.7	Худяков И. Ф., Дорошкевич А. П., Кляйн С. Э., др., Худяков И. Ф.	Технология вторичных цветных металлов: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1981
Л2.8	Федоров Александр Николаевич, Быстров Сергей Валентинович, Криволапова Ольга Николаевна	Технологические расчеты в металлургии меди (N 3466): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л2.9	Малевский Алексей Андреевич	Металлургия меди, никеля и проектирование цехов: Разд.: Анализ способов переработки никелевых руд: Учеб. пособие для студ. спец. 11.02	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1999
Л2.10	Федоров А. Н., Манцевич Н. М.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: Учеб. пособие для студ. спец. 0402	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.11	Федоров Александр Николаевич, Рогачев М. Б.	Производство меди, никеля и сопутствующих элементов и проектирование цехов (спецкурс): Разд.: Утилизация тепла отходящих газов и пылеулавливание: Учеб. пособие для дипломного проектирования студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996
Л2.12	Кириллин И. И., Цесарский В. С.	Производство меди, никеля и сопутствующих элементов и проектирование цехов: Учеб. пособие для дипломного проектирования студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Ванюков А. В., Уткин Н. И., Колосова Вера Сергеевна	Металлургия тяжелых цветных металлов: Вопросы для самопроверки и повторения: Ч.1. Металлургия меди и никеля	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1976

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека	http://www.gpntb.ru/
Э3	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн	http://biblioclub.ru
Э4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	Microsoft Excel
П.6	Microsoft PowerPoint

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.2	Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/
И.3	Государственная публичная научно-техническая библиотека www.gpntb.ru
И.4	Реферативная база Scopus https://www.scopus.com/
И.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://www.elibrary.ru/

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, 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 №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.
К-232	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оборудованных компьютерами (14 шт), рабочее место преподавателя с персональным компьютером, без доступа к ИТС «Интернет»
К-222	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 42 рабочих мест, проектор, экран, доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

- Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint с использованием мультимедийных средств в специализированной аудитории
 - Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, средств аудио- и видеосвязи и при личной явке.
 - 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.