Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 31.08.2023 14:27:20
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения

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 **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144
в том числе:
аудиторные занятия 57
самостоятельная работа 51
часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**3 (2.1)**		Итого	
Недель	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	57	57	57	57
Итого ауд.	57	57	57	57
Контактная работа	57	57	57	57
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, Киров Сергей Сергеевич

Рабочая программа

Современные методы и оборудование металлургии, машиностроения и материаловедения

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-23-6.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 Металлургия, 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 В.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Цели освоения дисциплины (модуля) - подготовка специалиста к научно-технической и организационно-методической деятельности, ориентированной на обоснование, расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования гидро–, пиро– и электрометаллургических процессов цветной металлургии.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.1.2	Моделирование и оптимизация технологических процессов
2.1.3	Научно-исследовательская практика
2.1.4	Инженерные расчеты в металлургии
2.1.5	Металлургия благородных металлов. Производство благородных металлов
2.1.6	Металлургия вторичных легких металлов. Первичная переработка лома и отходов цветных металлов
2.1.7	Металлургия меди и никеля. Производство меди, никеля и сопутствующих элементов
2.1.8	Металлургия рассеянных редких металлов. Производство рассеянных редких металлов
2.1.9	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Производство редкоземельных и радиоактивных металлов
2.1.10	Металлургия свинца и цинка. Производство цинка, свинца и сопутствующих элементов
2.1.11	Металлургия тугоплавких редких металлов.Производство тугоплавких редких металлов
2.1.12	Новые металлургические технологии, часть 1
2.1.13	Оказание первой помощи пострадавшим
2.1.14	Основы проектирования и строительное дело
2.1.15	Производство глинозема. Производство глинозема
2.1.16	Статистические методы управления качеством металлургической продукции
2.1.17	Теория и технология гидрометаллургических производств
2.1.18	Теория и технология пирометаллургических производств
2.1.19	Теория и технология электрометаллургических производств
2.1.20	Электрометаллургия алюминия и магния. Производство алюминия и магния
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-З1 Теоретические и технологические основы типовых 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-З1 Базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач
ОПК-4-З2 Основные правила поиска и сбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Знать:
УК-2-З1 Знать принципы, методы и средства решения нестандартных задач в условиях неопределенности, альтернативные решения с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов

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 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Уметь:
УК-2-У1 Решать нестандартные задачи профессиональной деятельности в условиях неопределенности, альтернативные решения с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
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 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
Владеть:
ОПК-4-В1 Приемы, связанные с анализом, синтезом, структурированием информации для использования в научной и практической деятельности
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 цветных металлов и их соединений
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Владеть:
УК-2-В1 Навыки решения нестандартных задач профессиональной деятельности в условиях неопределенности, альтернативные решения с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов

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							
1.1	Современное состояние материальной базы цветной металлургии /Пр/	3	4	ОПК-4-З2 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.7 Л1.11Л2.3 Л2.6 Л2.9 Э1 Э2 Э3			Р1
1.2	Аппаратурно-технологические схемы: оценка эффективности /Пр/	3	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.6 Л1.11Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3			Р2
	Раздел 2. Аппараты гидрометаллургических процессов							
2.1	Оборудование передела выщелачивания, как основного передела гидрометаллургии /Пр/	3	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.4 Л1.8 Л1.9 Л1.11Л2.1 Л2.3 Л2.9 Э1 Э5			

2.2	Технологические расчеты ионообменного оборудования /Пр/	3	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-У1	Л1.4 Л1.8 Л1.9 Л1.11Л2.1 Л2.3 Э1 Э4 Э5			
2.3	Расчет однокорпусного вакуумного аппарата и много корпусной выпарной установки /Пр/	3	6	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-У1	Л1.4 Л1.8 Л1.9 Л1.11Л2.1 Л2.3 Э2 Э3 Э5			
2.4	Домашнее задание 1. Расчет трехкорпусной выпарной установки /Ср/	3	17	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.8 Л1.9 Л1.11Л2.1 Л2.3 Э2 Э3 Э5 Э6			
2.5	Основы технологии разделения пульпы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование и промывка осадков /Пр/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.4 Л1.8 Л1.9 Л1.11Л2.1 Л2.3 Э2 Э3			Р6
	Раздел 3. Аппараты пирометаллургических процессов							
3.1	Физические параметры материалов, определение размеров и выбор сушилок. Контрольная работа №1 /Пр/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З2 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э5		КМ1	
3.2	Печь кальцинации в кипящем слое (КС) /Пр/	3	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.4 Л2.5 Э2 Э3 Э4 Э5			
3.3	Домашнее задание 2. Расчет печи КС /Ср/	3	17	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.4 Л2.5 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			
3.4	Технология твердофазного спекания во вращающейся барабанной печи /Пр/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.4 Л2.5 Э2 Э3 Э4 Э5			Р9
3.5	Расчет основных параметров индукционной тигельной печи (ИТП) /Пр/	3	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.4 Л2.5 Э2 Э3 Э4 Э5			Р10
	Раздел 4. Аппараты электрометаллургических процессов							
4.1	Энергетический и тепловой баланс как основа расчета электролизной ванны. Контрольная работа №2 /Пр/	3	6	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-З1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1Л2.6 Л2.8 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	

4.2	Расчет конструкционных элементов электролизера /Пр/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1Л2.6 Л2.8 Э2 Э3 Э5			Р12
4.3	Электрохимическое выщелачивание /Пр/	3	3	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.4 Л1.11Л2.3 Л2.9 Э1 Э4 Э5			Р13
4.4	Домашнее задание 3. Методы неразрушающего контроля и диагностики /Ср/	3	17	ОПК-1-З1 ОПК-4-З2 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 УК-2-З1 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.10Л2.2 Л2.7 Л2.10 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6			

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-4-З1;ОПК-4-З2;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-З1;УК-2-У1;УК-2-В1	1. Примерные вопросы: 1) Основные параметры сушильного агента в аппаратах КС для сушки материалов. 2) Основы расчета частоты источника питания ИТП. 3) Основы построения процесса сушки на «I–x» диаграмме влажного воздуха. 4) Основы определения основных геометрических размеров ИТП. 5) Основы расчета процесса обжига в установках КС. 2. Примерные задания: 1) Выведите формулу удельного расхода топлива для барабанной вращающейся печи из основного уравнения теплового баланса печи. Приведите расшифровку переменных. 2) Охарактеризуйте зависимость коэффициента заполнения муфельной вращающейся печи от длины хорды и дуги загруженного материала. 3) Использую справочные данные определить коэффициент теплопроводности дымовых газов, содержащих 15 % CO2 при температуре 1000 К. 4) Определите значения коэффициентов лучеиспускания с использованием индивидуальных нонограмм газов для углекислого газа (содержание 15 %) и паров воды (содержание 20 %) при температуре 1200 К. 3. Пример задач: Рассчитать длину, внешний диаметр, размеры дымовых каналов и мощности привода вращающейся муфельной печи и подобрать нормализованную печь по следующим исходным данным: – производительность печи по готовому продукту – 1,1 кг/ч; – время пребывания материала в печи – 2 ч; – температура материала на входе в печь – 50 °С, а на выходе из печи – 600 °С; – температура отходящих газов – 800 °С; – температура топлива на входе в печь – 400 °С; – температура воздуха, подаваемого на сжигание топлива – 50 °С; – насыпная плотность материала – 2400 кг/м3; – угол естественного откоса материала – 40°; – теплоемкость продукта – 1200 Дж/(кг.К); – начальное влагосодержание сырья – 0,2 кг/кг; – унос летучих компонентов из материала – 0,1 кг/кг; – плотность летучих компонентов – 1,15 кг/м3; – теплоемкость летучих компонентов – 1480 Дж/(кг.К); – температура испарения – 100 °С; – теплота парообразования – 2,26. 106 Дж/кг; – теплоемкость водяных паров – 1850 Дж/(кг.К); – теплоемкость топлива – 1600 Дж/(кг.К); – теплоемкость воды – 4200 Дж/(кг.К); – плотность водяных паров – 0,81 кг/м3; – толщина стенок фасонных кирпичей – 40 мм, футеровки печи – 120 мм, обечайки – 20 мм; – количество дымовых каналов – 10 шт.; – интенсивность движения материала по печи – 0,08; – коэффициент заполнения муфеля – 0,1; – уклон печи (не более) – 2,5 %; – КПД привода – 0,85; – вид топлива – каменный уголь, месторождение Букачачинское Тепловой реакцией при обжиге материала можно пренебречь.

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-4-З1;ОПК-4-З2;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-З1;УК-2-У1;УК-2-В1	1. Примерные вопросы: 1) Основы эксплуатации барабанного вакуумного фильтра. 2) Основы определения поверхности теплообмена в теплообменниках при прямоточном и противоточном режимах движения растворов. 3) Основы определения числа ступеней в экстракционной и промывной части каскада экстракторов. 4) Основы расчета вращающегося барабанного вакуумного фильтра. 5) Основы построения теплового баланса автоклавной установки. 2. Примеры заданий: 1) Сопоставьте эффективность применения способов прямотока и противотока при нагреве (охлаждении) растворов. Приведите формулы. 2) Приведите формулы и охарактеризуйте принцип определения вязкости пульпы при заданной температуре. 3) Сопоставьте эффективность промывки шламов промывной водой и промывным раствором. Когда и какой способ применяют? 4) Определить теплопроводность раствора, содержащего 30 % Al (NO3)3 при 353 К, если плотность раствора при 20 °С составляет р = 1280 кг/м3. 3. Примеры задач: 1) Рассчитать параметры барабанного вакуум-фильтра непрерывного действия (площадь поверхности фильтра и частоту его вращения), на который подается водная суспензия в количестве 2 м3/ч, содержащая 17 % твердой фазы. Конечная влажность осадка составляет 48 %. Создаваемый вакуум по нормативу эксплуатации составляет 615 мм рт. ст. В ходе опытных испытаний на лабораторном стенде при вакууме 535 мм рт. ст. было установлено, что необходимая влажность осадка достигается за 50 с работы зоны фильтрации. При этом константы фильтрования, отнесенные к 1 м2, составили: 10,1 дм6/(м4.с) и 3,6 дм3/м2, при плотности суспензии 1150 кг/м3 и плотности фильтрата – 1000 кг/м3. Отношение площади фильтрации к общей площади фильтра принять равной 0,35. 2) Определить поверхность охлаждения и основные размеры шнекового сборного кристаллизатора (длина одной секции 3 м при ширине корыта 1 м) и число секций для непрерывной кристаллизации 600 кг/ч водного раствора KCl, если температура исходного раствора 95 °С, а конечная – 20 °С. Концентрация KCl в исходном растворе 5 m. Вода поступает в охлаждающую рубашку с температурой 15 °С, а выходит с 25 °С. Охлаждение противоточное. Испарение воды составило 2,2 % от массы раствора. Коэффициент теплопередачи составляет 350 кДж/(м2.ч.°С). Потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

КМ3	Экзамен	ОПК-4-З1;ОПК-4-З2;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-З1;УК-2-У1;УК-2-В1	1. Примерные вопросы: 1) Приведите выражение теплового баланса для муфельной вращающейся печи и охарактеризуйте основные тепловые потоки. 2) Что понимается под явлением самоиспарения? Как он реализуется аппаратурно? 3) Как определяется температура кипения в выпарных аппаратах однокорпусной и многокорпусной выпарных установках? 4) Опишите устройство и принцип работы кожухотрубчаных теплообменников. 5) Опишите устройство и принцип работы печи кипящего слоя. 2. Примерные задания: 1) Приведите формулы и охарактеризуйте принцип выбора частоты источника питания индукционной тигельной печи. 2) Определить теплопроводность раствора, содержащего 22 % $CuSO_4$ при 335 К, если плотность раствора при 20 °С составляет р = 1190 кг/м3. 3) Приведите формулы и охарактеризуйте принцип определения напряжения на электролизной ванне при электролизе водных и растворов и расплавов. 4) Приведите формулы и охарактеризуйте принцип определения мощности двигателя муфельной вращающейся печи. От каких параметров работы печи и ее конструкционных элементов печи он зависит? 3. Примерные задачи: 1) Рассчитать длину, внешний диаметр, размеры дымовых каналов и мощности привода вращающейся муфельной печи и подобрать нормализованную печь по следующим исходным данным: – производительность печи по готовому продукту – 2,5 кг/ч; – время пребывания материала в печи – 5 ч; – температура материала на входе в печь – 10 °С, а на выходе из печи – 600 °С; – температура отходящих газов – 550 °С; – температура топлива на входе в печь – 40 °С; – температура воздуха, подаваемого на сжигание топлива – 50 °С; – насыпная плотность материала – 2600 кг/м3; – угол естественного откоса материала – 40°; – теплоемкость продукта – 1500 Дж/(кг.К); – начальное влагосодержание сырья – 0,45 кг/кг; – унос летучих компонентов из материала – 0,1 кг/кг; – плотность летучих компонентов – 1,3 кг/м3; – теплоемкость летучих компонентов – 1450 Дж/(кг.К); – температура испарения – 100 °С; – теплота парообразования – 2,26. 106 Дж/кг; – теплоемкость водяных паров – 1850 Дж/(кг.К); – теплоемкость топлива – 1650 Дж/(кг.К); – теплоемкость воды – 4200 Дж/(кг.К); – плотность водяных паров – 0,81 кг/м3; – толщина стенок фасонных кирпичей – 40 мм, футеровки печи – 120 мм, обечайки – 20 мм; – количество дымовых каналов – 14 шт.; – интенсивность движения материала по печи – 0,08; – коэффициент заполнения муфеля – 0,1; – уклон печи (не более) – 2,5 %; – КПД привода – 0,85; – вид топлива – газ (месторождение Бугурусланское) Тепловой реакцией при обжиге материала можно пренебречь. 2) Составить тепловой баланс автоклава, если объем перерабатываемой пульпы 66,3 м3/сут. Плотность пульпы 1,5 т/м3. Общий цикл выщелачивания составляет 6 ч. Рабочий цикл выщелачивания – 5,2 ч. Емкость автоклава 5,2 м3 при высоте 6,4 м и внутреннем диаметре 1 м. При этом толщина стенки автоклава и теплоизоляции равны соответственно 0,015 и 0,13 м. Рабочая температура в автоклаве 225 °С, температура поступающей пульпы 90 °С (теплоемкость пульпы 3 кДж/(кг.°С)). Коэффициент заполнения автоклава 0,6. Количество сконденсировавшегося пара составляет 15 от объема пульпы. Теплота испарения воды 1860 кДж/кг. Коэффициент теплоотдачи от пульпы к стенке автоклава 105 Вт/(м2.°С). Коэффициент теплопроводности стали и

			теплоизоляции (при температуре наружной стенки 40 °С) 46,5 и 0,185 Вт/(м2.°С), соответственно. При температуре в цехе 20 °С коэффициент теплоотдачи от наружной стенки к воздуху 16,9 Вт/(м2.°С). Энтальпия греющего и отходящего пара 3000 и 2800 кДж/кг, соответственно. Теплоемкость пульпы при 225 °С 3,5 кДж/(кг.° С). 3) Отношение Ж:Т в исходной пульпе равно 6, отношение Ж:Т в осадке – 2. Относительный объем слива сгустителя, приходящийся на единицу твердого в осадке – 5. Концентрация металла в маточном растворе исходной пульпы – 0,9 г/л. Общее число сгустителей – 4. Рассмотреть два случая промывки шлама: – промывной водой (концентрация металла в промывном растворе равна нулю); – промывка промывным раствором с концентрацией металла 0,02 г/л. Определить: а) концентрацию металла в жидкой фазе промывного осадка, б) концентрацию металла в сливе каждого сгустителя, в) эффективность отмывки для заданного числа сгустителей.

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
Р1	Современное состояние материальной базы цветной металлургии	ОПК-4-З2;ОПК-4-В1	Основные типы и виды оборудования пирометаллургических, гидрометаллургических и электрометаллургических процессов: устройство, принцип работы, назначение, характеристика и основные показатели работы
Р2	Аппаратурно-технологические схемы: оценка эффективности	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1	Понятие аппаратурно-технологическая схема. Аппаратурно-технологические схемы соединения оборудования различного типа (пирометаллургических, гидрометаллургических и электрометаллургических процессов): принципы, назначение, характеристика
Р3	Оборудование передела выщелачивания, как основного передела гидрометаллургии	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-З1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-З1;УК-2-У1;УК-2-В1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела выщелачивания. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) выщелачивания. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела выщелачивания. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела
Р4	Технологические расчеты ионообменного оборудования	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-У1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела ионного обмена (сорбция, экстракция). Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) ионного обмена (сорбция, экстракция). Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела
Р5	Расчет однокорпусного вакуумного аппарата и много корпусной выпарной установки	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-У1;ОПК-1-З1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела выпаривания технологических растворов. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) выпаривания технологических растворов. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) много корпусной выпарной установки
Р6	Основы технологии разделения пульпы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование и промывка осадков	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела разделения пульп. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) разделения пульпы. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) много корпусной установки отстаивания шлама противоточного типа
Р7	Физические параметры материалов, определение размеров и выбор сушилок	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-З2;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела сушки и прокаливания твердых сыпучих материалов. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) сушки и прокаливания. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела кальцинации

Р8	Печь кальцинации в кипящем слое (КС)	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-У1;УК-2-В1	Расчет основных конструкционных элементов печи кипящего слоя. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) кальцинации. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела кальцинации в кипящем слое
Р9	Технология твердофазного спекания во вращающейся барабанной печи	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-2-З1;УК-2-У1;УК-2-В1	Барабанные вращающиеся печи и печи муфельного типа. Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела спекания. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата). Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела спекания (кальцинации)
Р10	Расчет основных параметров индукционной тигельной печи (ИТП)	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет основных конструкционных элементов индукционной тигельной печи. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) плавки в индукционной тигельной печи. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела
Р11	Энергетический и тепловой баланс как основа расчета электролизной ванны	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-4-З1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1	Расчет энергетического и теплового балансов получения металлов методом расплавленных солей. Расчет основных электрических показателей процесса и потерь тепла в окружающую среду
Р12	Расчет конструкционных элементов электролизера	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет основных конструкционных элементов электролитической установки получения металла. Расчет основных технологических показателей аппарата. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела
Р13	Электрохимическое выщелачивание	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет основных конструкционных элементов аппаратов передела электрохимического выщелачивания. Расчет основных технологических показателей передела (аппарата) электрохимического выщелачивания. Определение необходимого количества основного (вспомогательного) оборудования передела электрохимического выщелачивания. Аппаратурно-технологическая реализация (схема) передела

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

По курсу предусмотрен экзамен.
Экзаменационный билет состоит из 3-х вопросов. Примерные вопросы приведены в разделе "Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену, а также устным и письменным опросам обучающихся".
Формируется из принципа проверки знаний по уровню Знать, Уметь, Владеть. Один вопрос на каждый уровень.

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	Баймаков Ю. В.	Электролиз в металлургии	Электронная библиотека	Ленинград, Москва: Металлургиздат НКЧМ СССР, 1939

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Вайнберг А. М.	Индукционные плавильные печи: учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1967
Л1.3	Кривандин В. А., Марков Б. Л., Кривандин В. А.	Металлургические печи: учеб. пособие для металлург. специальностей вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1977
Л1.4	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Богатырева Е. В., Стрижко В. С., Медведев А. С.	Оборудование гидрометаллургических процессов. Расчет аппаратов гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов спец. Металлургия цв. металлов	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.5	Диомидовский Д. А.	Печи цветной металлургии (конструкции, исследование, теория, расчет)	Библиотека МИСиС	М.: Металлургиздат, 1956
Л1.6	Романтеев Ю. П., Комков А. А., Федоров А. Н., др., Быстров В. П.	Расчеты в металлургии свинца, цинка и кадмия: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цв. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.7	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
Л1.8	Колчин Ю. О., Миклушевский В. В., Медведев А. С.	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (часть 1): Сб. дом. заданий для студ. спец. 110200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л1.9	Медведев А. С., Стрижко В. С., Коршунов Б. Г.	Теория и аппаратура гидрометаллургических процессов: Разд.: Аппараты для гидрометаллургических процессов: (Ч.1): учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	, 1995
Л1.10	Нестеренко П. А., Лактионов С. В., Полховская Т. М., Карпов Ю. А.	Управление качеством и сертификация продукции: Разд.:Методы неразрушающего контроля: лаб. практикум для студ. спец. 110400, 072000	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996
Л1.11	Медведев А. С., Александров П. В.	Современные методы и оборудование металлургии и материаловедения. Оборудование гидрометаллургических процессов (N 2929): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Фролов В. Ф.	Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии": учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Химиздат, 2020

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Карибский В. В., Пархоменко П. П., Согомонян Е. С., Касаткин А. С.	Техническая диагностика объектов контроля	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1967
Л2.3	Бородулин Д. М., Иванец В. Н., Шишкина Н. В.	Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2007
Л2.4	Миткалинный В. И., Кривандин В. А., Морозов В. А., др.	Металлургические печи: Атлас: Учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.5	Крапухин В. В.	Печи для цветных и редких металлов: Учебник для техникумов цветной металлургии	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1980
Л2.6	Баймаков Ю. В., Журин А. И.	Электролиз в гидрометаллургии: Учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1977
Л2.7	Агеева Г. Н., Барсуков А. Д., Портной В. К., Новиков И. И.	Металлография и физические свойства металлов: Лаб. практикум для студ.спец. 0408	Библиотека МИСиС	, 1983
Л2.8	Сорокин М. Л., Быстров В. П.	Металлургия меди, никеля и сопутствующих элементов и проектирование цехов: Разд.: Электролиз меди: Курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1991
Л2.9	Медведев А. С.	Выщелачивание и способы его интенсификации	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.10		Дефектоскопия: Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН	Библиотека МИСиС	Екатеринбург: УрО РАН,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Э2	Федеральный институт промышленной собственности	https://www.fips.ru/
Э3	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору	http://www.gosnadzor.ru/
Э4	Российская государственная библиотека им. В.И. Ленина	https://www.rsl.ru/
Э5	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э6	Учебно-методическая литература для студентов	https://www.studmed.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	Консультант Плюс
П.4	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА - eLIBRARY.RU - https://elibrary.ru/defaultx.asp?
И.2	Российская государственная библиотека им. В.И. Ленина - https://www.rsl.ru/
И.3	Государственная публичная научно-техническая библиотека России - http://www.gpntb.ru/
И.4	Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору - http://www.gosnadzor.ru/
И.5	Справочно-правовая система (СПС) «Консультант Плюс» - https://cons-plus.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
К-541	Учебная аудитория	проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная IKA, комплект учебной мебели
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 №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
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, ПКс 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. Практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint и мультимедийных средств.
2. Текущий контроль СР проводится с использованием e-mail, MS Teams и при личной явке.
3. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, MS Teams и при личной явке.