

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 14:27:22

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)

# ЭлектрOMETаллургия алюминия и магния. Комплексное использование сырья и отходов алюминия и магния

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 3

аудиторные занятия

76

курсовой проект 3

самостоятельная работа

176

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	38	38	38	38
Практические	38	38	38	38
Итого ауд.	76	76	76	76
Контактная работа	76	76	76	76
Сам. работа	176	176	176	176
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	288	288	288	288

Программу составил(и):

*к.тн, профессор, Лысенко Андрей Павлович; ассистент, Васильева Елена Сергеевна*

Рабочая программа

**Электromеталлургия алюминия и магния. Комплексное использование сырья и отходов алюминия и магния**

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 В.П.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели освоения дисциплины - подготовка специалиста к научно-технической и организационно-методической деятельности, ориентированной на комплексное использование сырья и отходов алюминия и магния, а также в области маркетинга; использование научного подхода при переработке сырья и отходов алюминия и магния; выбор технологических схем, позволяющих комплексно использовать сырье и получать конечные продукты требуемого качества с учетом экологических требований и экономической целесообразности; выбор новых способов и необходимого оборудования для утилизации фторсодержащих отходов алюминия и магния; проведение технологического, экологического и экономического анализа существующих схем для комплексного использования сырья и отходов алюминия и магния; адаптация в области дальнейшей практической деятельности; преодоление трудностей, проявление самостоятельности и способности грамотно выражать свои мысли.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Защита интеллектуальной собственности и патентование	
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 I	
2.1.13	Основы проектирования и строительное дело	
2.1.14	Производство глинозема. Производство глинозема	
2.1.15	Статистические методы управления качеством металлургической продукции	
2.1.16	Теория и технология гидрометаллургических производств	
2.1.17	Теория и технология пирометаллургических производств	
2.1.18	Теория и технология электрометаллургических производств	
2.1.19	Электрометаллургия алюминия и магния. Производство алюминия и магния	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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**

<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 Фундаментальные проблемы цветной металлургии
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 Теоретические и технологические основы процессов и технологий производства цветных металлов и их соединений
<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>Знать:</b>
ОПК-4-31 Базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных

задач
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Способы расчета эффективности использования материалов (и наноматериалов)
<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-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 Методы проведения исследований и разработок
<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-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Анализ технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Проводить расчет эффективности использования материалов (и наноматериалов)
<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 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач
<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 цветных металлов используя фундаментальные знания
<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 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности
<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 Разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии с нормативами
<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 Обобщать достижения в отрасли металлургии и смежных областях
<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 Анализ технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования
<b>ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Анализ эффективности использования материалов
<b>ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Навык обоснованного выбора процесса и/или технологической схемы производства цветных металлов и их соединений с учетом экологических требований и экономической целесообразности
<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 Термодинамические расчеты систем с использованием современного программного обеспечения
<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>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 Грамматическими, пунктуационными, лексическими нормами языка, на котором производится разработка документации или оформление научной работы.
<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 цветных металлов и их соединений
<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 Формирование и аргументация собственных суждений и научной позиции в области разработки и исследований процессов производства цветных металлов и их соединений
<b>ПК-1: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по тематике организации</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Организация сбора и изучения научно-технической документации по теме
<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>Владеть:</b>
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. Раздел 1. Электрометаллургия алюминия							

1.1	Общие сведения по получению алюминия. Конструкция алюминиевых электролизеров.  /Лек/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э8		КМ1	
1.2	Технико-экономические показатели электролиза. Электролитическое рафинирование алюминия. Материальные балансы и извлечение металлов. /Пр/	3	8	ОПК-1-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9			Р1
1.3	Перераспределение затрат при комплексном использовании сырья и отходов легких металлов /Лек/	3	4	ОПК-1-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
<b>Раздел 2. Раздел 2. Образование фторсодержащих отходов алюминиевого производства.</b>								
2.1	Классификация отходов алюминиевого производства /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.2	Источники загрязнения окружающей среды /Лек/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.3	Производство регенерационного криолита /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э8 Э9		КМ1	
2.4	Способы утилизации фторсодержащих отходов алюминиевого производства. /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
2.5	Способы очистки газообразных выделений при электролизе алюминия /Лек/	3	2	ОПК-5-31 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7		КМ1	

2.6	Образование газообразных выделений при электролизе алюминия. Способы утилизации фторсодержащих отходов алюминиевого производства. Состав белых и черных шлаков. Флюсовая плавка в роторных и отражательных печах. Комплексная переработка солевых алюмосодержащих шлаков вторичного сырья. Полигоны для хранения производственных отходов. Опытнo–промышленные испытания технологии разделения отходов на солевую и оксидную часть. Технологические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов. Экономические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов. Экологические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов. /Пр/	3	24	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			Р2
2.7	Сухая очистка газов для алюминиевых электролизеров /Лек/	3	2	ПК-1-У1 ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.8	Мокрая двухступенчатая газоочистка для алюминиевых электролизеров /Лек/	3	2	ОПК-2-В1 ОПК-4-31	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.9	Производство вторичного криолита /Лек/	3	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.10	Производство регенерационного криолита из растворов газоочистки /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э7 Э8 Э9		КМ1	
2.11	Производство флотационного криолита при переработке угольной пены /Лек/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э8 Э9		КМ1	
2.12	Металлургия вторичного алюминиевого сырья. Классификация печей. Практика плавки алюминиевых отходов и лома. Захоронение /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э8 Э9		КМ1	
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Электрометаллургия магния.</b>							

3.1	Общие сведения по получению магния. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э7 Э8 Э9		КМ1	
3.2	Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э7 Э8 Э9		КМ1	
3.3	Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера. Конструкция магневых электролизеров. Техно-экономические показатели электролиза. Комплексное использование шлама и отработанного электролита магневых электролизеров для получения флюсов. Технология электролиза с пониженным шламообразованием. Поведение примесей в электролите магневых ванн. Образование шлама в электролите. Основные факторы, влияющие на шлакообразование в магневых электролизерах. Удаление шлама и отработанного электролита. /Пр/	3	6	ОПК-1-31 ОПК-4-В1 ОПК-5-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р3
3.4	Курсовой проект /Ср/	3	176	ОПК-1-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9		КМ2	

## 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	Экзамен	ОПК-5-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-3-В1;ПК-4-В1	Перечень вопросов: Электрометаллургия Al 1.История создания технологии производства алюминия и конструкций электролизёров. 2.Основные технико-экономические показатели электролиза. Их характеристика. 3.Электронная конфигурация атома алюминия. Химические свойства алюминия и его соединений. 4.Физические свойства алюминия и области его применения. 5.Себестоимость алюминия сырца.

		<p>6. Электролизёры с самообжигающимся анодом и верхним токоподводом. Распространённость данного типа электролизёра. Достоинства и недостатки конструкции. Техничко-экономические показатели его работы.</p> <p>7. Электролизёры с самообжигающимся анодом и боковым токоподводом. Распространённость данного типа электролизёра. Достоинства и недостатки конструкции. Техничко-экономические показатели его работы.</p> <p>8. Электролизёры с обожжёнными анодами. Распространённость данного типа электролизёра. Достоинства и недостатки конструкции. Техничко-экономические показатели его работы.</p> <p>9. Электролизёры с инертными анодами и смачиваемым катодом. Основной принцип работы. Конструкции электролизёров. Техничко-экономические показатели.</p> <p>10. Технология ТАС. Конструкция электролизёров. Техничко-экономические показатели.</p> <p>11. Законы термодинамики применительно к работе алюминиевого электролизёра. Теплота и работа. Уравнение энергетического баланса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.</p> <p>12. Равновесная ЭДС. Уравнение Нернста. Влияние концентрации глинозёма на равновесную ЭДС.</p> <p>13. Катодный процесс. Катодные реакции. Стадии катодного процесса. Катодное перенапряжение.</p> <p>14. Совместный разряд ионов на катоде.</p> <p>15. Границы раздела: алюминий – электролит; настыль – электролит – металл; алюминий – электролит – угольный катод, анод – электролит.</p> <p>16. Анодные реакции. Стадии анодного процесса. Анодное перенапряжение.</p> <p>17. Состав электролита. Основные функции электролита.</p> <p>18. Диаграммы плавкости. Двойные системы NaF-AlF<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Тройная система Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-AlF<sub>3</sub>.</p> <p>19. Способы выражения концентрации электролита. Криолитовое отношение.</p> <p>20. Структура электролита. Основные ионы.</p> <p>21. Введение добавок в электролит. Критерии выбора добавок. Влияние добавок на процесс электролиза.</p> <p>22. Влияние состава электролита на температуру ликвидуса и плотность, электропроводность, растворимость глинозёма и упругость пара.</p> <p>23. Поверхностные явления в алюминиевом электролизёре.</p> <p>24. Растворимость алюминия в электролите. Растворимость карбида алюминия.</p> <p>25. Вязкость и теплопроводность электролита.</p> <p>26. Оптимальный состав электролита. Критерии оптимизации.</p> <p>27. Основные функции глинозёма в ванне. Физико-химические свойства глинозёма и их влияние на технологию электролиза.</p> <p>28. Скорость и механизм растворения глинозёма в электролите. Влияние различных факторов на скорость растворения.</p> <p>29. Криолито-глинозёмные корки. Функции и свойства корок. Механизм их образования.</p> <p>30. Вторичный глинозём. Свойства и поведение в ванне.</p> <p>31. Коржи и осадки. Механизм их образования. Свойства. Их влияние на процесс электролиза.</p> <p>32. Способы питания ванн глинозёмом. Расходные коэффициенты глинозёма.</p> <p>33. Зависимость напряжения на ванне от концентрации глинозёма. Псевдосопротивление. Основы регулирования работы АПГ.</p> <p>34. АПГ. Принцип работы. Конструкции.</p> <p>35. Свойства фторсолей и их поведение в ванне, основные статьи расхода и прихода фторсолей.</p> <p>36. Контроль и поддержание концентрации фторида алюминия в ванне.</p> <p>37. Гарниссаж и настыль. Состав и роль в работе электролизёра.</p> <p>38. Выход по току. Механизмы потерь металла.</p> <p>39. Выход по току. Влияние карбида алюминия и примесей электролита на выход по току.</p> <p>40. Влияние состава электролита, примесей, температуры,</p>
--	--	---

		<p>плотности тока и межполюсного расстояния на выход по току.</p> <p>41. Удельный расход электроэнергии. Составляющие напряжения на электролизной ванне.</p> <p>42. Самообжигающийся анод. Сырьё и технология приготовления анодной массы.</p> <p>43. Процессы, протекающие при коксовании анодной массы.</p> <p>44. Технология сухой анодной массы.</p> <p>45. Технология обслуживания анода Содерберга.</p> <p>46. Технологические нарушения при работе анода Содерберга.</p> <p>47. Расход анодной массы.</p> <p>48. Обожжённый анод. Сырьё и технология получения.</p> <p>Конструкция и монтаж анода.</p> <p>49. Основные статьи расхода анода.</p> <p>50. Основные свойства обожжённого анода. Их влияние на работу анода.</p> <p>51. Установка обожжённого анода в ванну. Защита обожжённого анода от окисления и коррозии.</p> <p>52. Термическая устойчивость обожжённого анода .</p> <p>53. Технологические нарушения, связанные с работой обожжённого анода.</p> <p>54. Анодный эффект. Механизм возникновения. Признаки АЭ. Гашение АЭ.</p> <p>55. Основные функции катода. Конструкция катодного устройства.</p> <p>56. Катодные блоки. Типы и устройство катодных блоков.</p> <p>57. Угольная подина и боковая футеровка. Материалы и устройство.</p> <p>58. Теплоизоляционная футеровка. Её назначение. Материалы.</p> <p>59. Огнеупорная футеровка. Её назначение. Материалы.</p> <p>60. Типы катодных кожухов. Конструкции.</p> <p>61. Основные причины разрушения катода. Срок службы электролизёра.</p> <p>62. Обжиг электролизёра. Цели обжига. Виды обжига.</p> <p>63. Пуск электролизёра. Особенности ухода за ванной.</p> <p>64. Послепусковой период. Вывод электролизёра на нормальный технологический режим.</p> <p>65. Технология обслуживания электролизёра. Контролируемые параметры.</p> <p>66. Ошиновка алюминиевого электролизёра. Её назначение и конструкция.</p> <p>67. Качество первичного алюминия. Марки алюминия.</p> <p>68. Взаимодействие металла с электролитом и подиной электролизёра.</p> <p>69. Магнитное поле в электролизёре.</p> <p>70. Общая характеристика анодных газов. Состав. Экологическая оценка.</p> <p>71. Мокрая газоочистка. Аппараты мокрой газоочистки.</p> <p>72. Производство криолита из растворов газоочистки</p> <p>73. Схема сухой газоочистки. Принцип работы. Составные части модуля.</p> <p>74. Типы реакторов сухой газоочистки.</p> <p>75. Сравнительные характеристики работы сухой и мокрой газоочистки.</p> <p>76. Извлечение криолита из угольной пены</p> <p>77. Переработка катодной футеровки</p> <p>78. Серия электролиза. Количество установленных ванн в серии. Производительность серии. Работа серии при увеличении силы тока.</p> <p>79. Конструкции корпусов электролиза. Размещение ванн в корпусе.</p> <p>80. Электроснабжение серий электролизеров</p> <p>81. Алюминий-сырец и способы его рафинирования.</p> <p>82. Теоретические основы электролитического рафинирования.</p> <p>83. Технология электролитического рафинирования.</p> <p>84. Обслуживание электролизёров для электролитического рафинирования.</p> <p>85. Нарушения нормального хода электролиза.</p> <p>86. Характеристика сырья для производства электродов</p> <p>87. Нефтяной и пековый кокс. Установка замедленного коксования.</p> <p>88. Прокаливание нефтяного кокса.</p> <p>89. Каменноугольный пек. Технологическая схема дистилляции</p>
--	--	---

		<p>каменноугольной смолы.  90.Технологическая схема производства анодной массы  91.Технологическая схема производства обожжённых анодов  92.Графитирование электродов.  93.Схема изготовления катодных блоков.</p> <p>Электрометаллургия Mg.  1.Свойства магния и его применение.  2.Основные области применения магния.  3.История развития и мировое производство магния.  4.Магниевое сырьё.  5.Карналлитовая схема получения магния.  6.Получение магния из рассольного сырья.  7.Получение магния из морской воды и доломита.  8.Получение магния из озёрной рапы.  9.Получение хлорида магния из хлормagneиных щёлоков.  10.Технологическая схема процесса «Magnola».  11.Получение магния хлорированием магнезита.  12.Схема получение магния с использованием возвратного хлорида магния титанового производства.  13.Смешанные схемы получение магния.  14.Теоретические основы обезвоживания бишофита.  15.Технология обезвоживания бишофита.  16.Теоретические основы хлорирования магнезита.  17.Технология хлорирования магнезита.  18.Теоретические основы обезвоживания карналлита.  19.Технология обезвоживания карналлита (первая стадия обезвоживания).  20.Технология обезвоживания карналлита (вторая стадия обезвоживания).  21.Основные типы электролитов магниевое производства.  22.Плавкость расплавов систем <math>MgCl_2 - KCl</math>, <math>MgCl_2 - NaCl</math> и <math>MgCl_2 - NaCl - KCl</math>.  23.Плотность электролитов магниевое производства.  24.Вязкость электролитов магниевое производства.  25.Давление паров электролитов магниевое производства.  26.Поверхностное натяжение электролитов магниевое производства.  27.Электропроводность и числа переноса электролитов магниевое производства.  28.Строение расплавов хлоридов.  29.Напряжение разложения <math>MgCl_2</math> в расплавленных хлоридах.  30.Электродные реакции в магниевом электролизёре.  31.Образование шлама.  32.Склонность электролитов к гидролизу.  33.Хлорируемость оксидов в электролитах различного состава.  34.Растворимость оксидов в хлоридных электролитах.  35.Растворимость магния в расплавах хлоридов.  36.Растворимость хлора в расплавах хлоридов.  37.Конструкции диафрагменных электролизёров.  38.Конструкции бездиафрагменных электролизёры.  39.Конструкции магниевых электролизеров и технология электролиза за рубежом.  40.Влияние состава и физико-химических свойств электролита на электролиз.  41.Влияние циркуляции электролита на показатели электролиза.  42.Влияние геометрических параметров электролизёра и плотности тока на показатели электролиза.  43.Пуск магниевых электролизёров.  44.Обслуживание магниевых электролизёров.  45.Цех электролитического получения магния.  46.Отсос газов от электролизёров и их очистка.  47.Технологические нарушения при электролитическом производстве магния.  48.Техника безопасности и охрана окружающей среды при электролитическом производстве магния.  49.Энергетический и материальный балансы магниевое электролизёра.</p>
--	--	---

			<p>50.Марки магния, наличие примесей.</p> <p>51.Очистка магния флюсами и отстаиванием.</p> <p>52.Рафинирование магния титановой губкой.</p> <p>53.Рафинирование магния возгонкой и зонной плавкой.</p> <p>54.Электролитическое рафинирование магния.</p> <p>55.Магниевого сплавы. Характеристика сплавов. Технология приготовления.</p> <p>56.Переработка лома и отходов магниевых сплавов.</p> <p>57.Разливка магния и его сплавов. Защита от коррозии.</p>
КМ2	Защита курсового проекта	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Проект электролизера с обожженными анодами для получения алюминия на силу тока 500 кА и выходом по току не менее 94 %. Конструкционный, энергетический и электрический расчеты.

### 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	Практические занятия по разделу 1	ОПК-1-31	Технико-экономические показатели электролиза. Электролитическое рафинирование алюминия. Материальные балансы и извлечение металлов.
P2	Практические занятия по разделу 2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера. Образование газообразных выделений при электролизе алюминия. Способы утилизации фторсодержащих отходов алюминиевого производства. Состав белых и черных шлаков. Флюсовая плавка в роторных и отражательных печах. Комплексная переработка солевых алюмосодержащих шлаков вторичного сырья. Полигоны для хранения производственных отходов. Опытнo–промышленные испытания технологии разделения отходов на солевую и оксидную часть. Технологические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов. Экономические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов. Экологические аспекты при комплексной переработке сырья и отходов легких металлов.
P3	Практические занятия по разделу 3	ОПК-5-31;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ПК-4-У1	Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера. Конструкция магниевых электролизеров. Технико-экономические показатели электролиза. Комплексное использование шлама и отработанного электролита магниевых электролизеров для получения флюсов. Технология электролиза с пониженным шламообразованием. Поведение примесей в электролите магниевых ванн. Образование шлама в электролите. Основные факторы, влияющие на шлакообразование в магниевых электролизерах. Удаление шлама и отработанного электролита.

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

Экзаменационный билет №1

1. Что такое безводный карналит и способы его получения?
2. Комплексная переработка красных шламов?
3. Сухой способ очистки газов от фтористых соединений

Экзаменационный билет №2

1. Производство регенерационного криолита?
2. Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера..
3. Металлургия вторичного алюминиевого сырья. Классификация печей. Практика плавки алюминиевых отходов и лома. Захоронение ?

**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	Кулифеев В. К., Тарасов В. П., Кропачев А. Н., Миклушевский В. В.	Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов: курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л1.2	Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Интернет инжиниринг, 2005
Л1.3	Николаев И. В., Москвитин В. И., Фомин Б. А.	Металлургия легких металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цвет. металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1997
Л1.4	Костюков А. А., Киль И. Г., Никифоров В. П., др., Баймаков Ю. В., Конторович Я. Е.	Справочник металлурга по цветным металлам. Производство алюминия	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1971
Л1.5	Болотников Л. Е.	Основы проектирования и строительного дела: Общие вопросы организации проектирования: курс лекций для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1992
Л1.6	Гульдин И. Т., Сидорин Г. Н.	Металлургия легких металлов: Учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Зайков Ю. П., и др.	Электрохимия расплавленных солей: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л2.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П.	Электрохимия и химическая кинетика: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014

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

Э1	Сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»	www.fips.ru		
----	--	-------------	--	--

Э2	Esp@cenet (Европейская патентная организация)	<a href="https://worldwide.espacenet.com/">https://worldwide.espacenet.com/</a>
Э3	Базы данных Всемирной организации интеллектуальной собственности	<a href="https://www.wipo.int/portal/en/index.html">https://www.wipo.int/portal/en/index.html</a>
Э4	База данных патентов США (Ведомство по патентам и товарным знакам США)	<a href="https://www.uspto.gov/">https://www.uspto.gov/</a>
Э5	Наукометрическая база данных Web of Science	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>
Э6	Наукометрическая база данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э7	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Э8	Российская Государственная Библиотека	<a href="https://www.rsl.ru/">https://www.rsl.ru/</a>
Э9	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	<a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office

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

И.1	<a href="https://www.fips.ru/">https://www.fips.ru/</a>
И.2	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>

## 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 ИКА, комплект учебной мебели
К-541	Учебная аудитория	проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели
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.
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
К-541	Учебная аудитория	проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели
М-102	Учебная аудитория	Комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, ноутбуки с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекции и часть практических занятий проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail, и при личной явке.

Текущий контроль проводится в часы практических занятий.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.