

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Металлургия вторичных легких металлов. Первичная переработка лома и отходов цветных металлов

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

8 ЗЕТ

Часов по учебному плану

288

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

72

курсовой проект 1

самостоятельная работа

180

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

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

Программу составил(и):

ктн, профессор, Лысенко Андрей Павлович; ассистент, Васильева Елена Сергеевна

Рабочая программа

Металлургия вторичных легких металлов. Первичная переработка лома и отходов цветных металлов

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-22-6.plx Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Технологический менеджмент в производстве цветных металлов и золота, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 22.06.2021 г., №19

Руководитель подразделения В.П. Тарасов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|--|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины: подготовка специалиста к научно-технической и организационно-методической деятельности, ориентированной на производство сплавов легких металлов (алюминия и магния) из вторичного сырья, а также в области маркетинга. |
|-----|--|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

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 цветной металлургии |
| ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов |
| 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 Базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач |
| ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов |

| |
|--|
| Знать: |
| ПК-3-31 Способы расчета эффективности использования материалов (и наноматериалов) |
| 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 |
| Знать: |
| ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных, редких и благородных 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, а также основы технического проектирования для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, требования стандартов на составление и оформление научно-технических отчетов, обзоров, публикаций, 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 Анализ технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования |
| ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов |
| Уметь: |
| ПК-3-У1 Проводить расчет эффективности использования материалов (и наноматериалов) |
| 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 |
| 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 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 Применять базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности |
| 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 Разрабатывать и оформлять научно-техническую, проектную и служебную документацию обзоры, публикации, рецензии, в соответствии с нормативами |
| ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в отрасли металлургии и смежных областях |
| Уметь: |

| |
|--|
| ОПК-5-У1 Оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков, 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 цветных, редких благородных металлов |
| Уметь: |
| ПК-4-У1 Анализ технологических схем получения цветных металлов и их соединений для выбора направления их совершенствования |
| ПК-3: Способен осуществлять менеджмент ресурсов |
| Владеть: |
| ПК-3-В1 Анализ эффективности использования материалов |
| ПК-4: Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов в производстве цветных, редких благородных металлов |
| Владеть: |
| ПК-4-В1 Навык 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 Термодинамические расчеты систем с использованием современного программного обеспечения |
| 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 Приемы и методы приведения в соответствие требованиям и норм стандартов разработанную документацию, формированием и оформлением 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 цветных металлов и их соединений |
| 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 |
| Владеть: |
| ПК-2-В1 Формирование и аргументация 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 Организация сбора и изучения научно-технической документации по теме |
| 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. Производство сплавов легких металлов из вторичного сырья | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|---|--|-----|----|
| 1.1 | Классификация и характеристика алюминиевых сплавов /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 1.2 | Технологические аспекты производства сплавов легких металлов из вторичного сырья /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 1.3 | Экологические аспекты производства сплавов легких металлов из вторичного сырья /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 1.4 | Экономические аспекты производства сплавов легких металлов из вторичного сырья /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-3-31 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 1.5 | Основные технологии плавания и рафинирования алюминиевых сплавов, получаемых из вторичного сырья /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК-2-31 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 1.6 | Технологические основы плавки вторичного алюминиевого сырья. Извлечение металла при плавке. Типы флюсов. /Пр/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э5 Э6 | | | Р6 |
| 1.7 | Плавка вторичного алюминиевого сырья в отражательных печах. Однокамерные и двухкамерные печи. Технология плавки в отражательной печи. /Пр/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э4 Э5 Э6 | | | Р7 |
| 1.8 | Расчет и составление материального баланса плавки вторичного сырья в отражательной печи. Выбор и расчет основного оборудования. /Пр/ | 1 | 4 | ОПК-1-31 ОПК-1-У1 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | | | Р8 |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|----|---|---|--|-----|-----|
| 1.9 | <p>Печи с выносной камерой . Типы печей и технология плавки. Барабанные печи. Основные типы печей. Роторные наклоняющиеся печи. Технология плавки в роторной наклоняющейся печи. Шахтно-ванновые печи Типы печей и технология плавления вторичного сырья. Плавка вторичного алюминиевого сырья в электрических печах. Индукционные электрические печи. Индукционные тигельные печи. Технология плавки в индукционных тигельных печах. /Пр/</p> | 1 | 8 | <p>ОПК-1-31 ОПК-1-У1</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э6</p> | | | P9 |
| 1.10 | <p>Рафинирование алюминиевых сплавов. Виды примесей в алюминиевых сплавах. Твердые неметаллические включения и газовые примеси. Рафинирование расплавов от неметаллических включений фильтрацией. Виды фильтров. Рафинирование расплавов от неметаллических включений флюсами. Рафинирование расплавов от водорода. Дегазация расплавов газами. Рафинирование алюминиевых сплавов от металлических примесей. Рафинирование газами. Рафинирование флюсами. Рафинирование алюминиевых сплавов от металлических примесей вакуумной дистилляцией. Теория и технология процесса. /Пр/</p> | 1 | 10 | <p>ОПК-5-У1</p> | <p>Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э6</p> | | | P10 |
| 1.11 | <p>Контрольная работа /Пр/</p> | 1 | 2 | <p>ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-5-31</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6</p> | | КМ1 | |
| 1.12 | <p>Коррозионная стойкость магния и его сплавов /Лаб/</p> | 1 | 4 | <p>ОПК-5-У1</p> | <p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э6</p> | | | P1 |
| 1.13 | <p>ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА С АЛЮМИНИЕВЫМ АНОДОМ /Лаб/</p> | 1 | 4 | <p>ОПК-5-У1</p> | <p>Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э6</p> | | | P2 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|--|-----|-----|
| 1.14 | экспериментальное определение молекулярного состава криолита. /Лаб/ | 1 | 4 | ОПК-5-У1 | Л1.1 Л2.4 Л2.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э6 | | | Р3 |
| 1.15 | Рафинирование алюминиевых сплавов от магния /Лаб/ | 1 | 2 | ОПК-1-У1 ОПК-2-У1 | Л1.1 Л1.3 Л2.9Л2.1 Л2.3 Э5 | | | Р4 |
| 1.16 | Электролитическое рафинирование алюминия по трехслойному способу /Лаб/ | 1 | 4 | ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.9Л2.3 Л2.5 Э5 | | | Р5 |
| Раздел 2. Производство магния из вторичного сырья | | | | | | | | |
| 2.1 | Особенности производства магниевых сплавов из вторичного сырья /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-5-У1 ПК -1-31 ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-4- 31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 2.2 | Классификация и характеристика магниевых сплавов. Литейные и деформируемые сплавы. /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 ПК- 1-31 ПК-2-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 2.3 | Контрольная работа /Пр/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 | Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | | КМ2 | |
| 2.4 | Плавка и рафинирование магниевых сплавов. /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК- 1-31 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 2.5 | Образование, извлечение и комплексное использование шлама магниевого электролизера. /Лек/ | 1 | 2 | ОПК-1-31 ПК- 2-31 ПК-4-31 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Э5 Э6 | | КМ3 | |
| 2.6 | Поведение примесей в электролите магниевых ванн. Образование шлама в электролите. Основные факторы, влияющие на шлакообразование в магниевых электролизерах. Удаление шлама и отработанного электролита. Конструкция магниевых электролизеров. Техно-экономические показатели электролиза. Комплексное использование шлама и отработанного электролита магниевых электролизеров для получения флюсов. Технология электролиза с пониженным шлакообразованием. /Пр/ | 1 | 6 | ОПК-1-31 ОПК-5-31 | Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э5 Э6 | | | Р11 |

| | | | | | | | | |
|-----|----------------------|---|-----|--|--|--|-----|--|
| 2.7 | Курсовой проект /Ср/ | 1 | 180 | ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ОПК-5-У1 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 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 | | КМ4 | |
|-----|----------------------|---|-----|--|--|--|-----|--|

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 по разделу 1 | ОПК-1-31;ОПК-2-31;ОПК-5-31 | <p>Экзаменационные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему легкие металлы нельзя получить электролизом водных растворов? 2. Перечислите основные вредности, выделяющиеся при производстве алюминия и П.Д.К. на них? 3. Каковы нормы газоотсоса из электролизеров и способы газоочистки? <p>Зачем и как на производстве корректируют состав электролита?</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Назовите марки первичного и вторичного алюминия? 7. Почему переплавка алюминиевых отходов и лома на стандартные сплавы дает большой экономический эффект? 8. При каких условиях удастся произвести безокислительную сушку стружки? 9. Каковы источники и процессы газонасыщения алюминиевых сплавов? 10. Почему примесь железа нежелательна в составе алюминиевых сплавов? |
| КМ2 | Контрольная работа по разделу 2 | ОПК-5-31;ОПК-4-31;ОПК-2-31;ОПК-1-31 | <p>Экзаменационные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какой основной принцип термических методов получения магния? 2. Как влияет поверхностное натяжение электролита на потери магния при электролизе? 3. Почему при хлорировании оксида магния в шихту вводят углерод? 4. Какие реакции идут при обезвоживании бишофита? 5. Как влияет примесь сульфатов магния в электролите на потери магния? 6. Почему при работе бездиафрагменного электролизера потери магния больше? 7. Какое свойство компонентов карналита используют при обогащении карналитовой породы? 8. Почему недопустимо одновременное опускание анода и катода в шлам? 9. Вследствие каких процессов магний может оказаться в шламе? 10. Каковы основные источники загрязнения магниевых сплавов? |

| | | | |
|-----|---------|--|---|
| КМЗ | Экзамен | ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите преимущества вторичной переработки сырья, содержащего цветные металлы, по сравнению с первичной. 2. Дайте определение лома и отходов цветных металлов. 3. Перечислите основные классы вторичного сырья с указанием того, что они в себя включают. 4. В чем отличие лома и отходов первого и второго сорта? 5. Что указывается в паспорте, сопровождающем партию лома и отходов? 6. Какое оборудование используется для сортировки лома и отходов? Кратко опишите это оборудование. 7. Что такое грохочение? Какие виды грохочения применяют при подготовке отходов цветных металлов к дальнейшей переработке? 8. Дайте определение шкалы классификации и фракции. 9. Нарисуйте схему барабанного грохота и опишите принцип его работы. 10. Нарисуйте схему плоского качающегося грохота и опишите принцип его работы. 11. Нарисуйте схему инерционного грохота и опишите принцип его работы. 12. Сравните огневую резку лома и отходов и механическую. 13. Что такое степень дробления? Как она оценивается в промышленности? 14. Как рассчитывается эффективность работы дробилок? 15. Нарисуйте схему молотковой дробилки. 16. Нарисуйте схему одновалковой ножевой дробилки. 17. Опишите работу конусной инерционной дробилки. 18. Нарисуйте схему барабанной мельницы. 19. Опишите переработку лома и отходов с применением криогенной обработки. 20. Дайте определение пакетирования и брикетирования. 21. Перечислите методы сухой сепарации лома и отходов. 22. Нарисуйте схему барабанного сепаратора. 23. Нарисуйте схему электродинамического однороторного сепаратора. 24. Нарисуйте схему электродинамического сепаратора ленточного типа. 25. Опишите метод электродинамической сепарации. 26. Нарисуйте схему барабанного электрического сепаратора. 27. Опишите метод пневматической сепарации. 28. Опишите сепарацию в тяжелых суспензиях. 29. Нарисуйте технологическую схему подготовки стружки к плавке. 30. Опишите работу установки безокислительной сушки стружки (Intal). 31. Перечислите методы сепарации в жидкости. Что в них общего и чем они отличаются? 32. Опишите метод магнитогидростатической сепарации. 33. Охарактеризуйте алюминийсодержащее вторичное сырье. 34. Что необходимо делать для того, чтобы алюминиевый лом и отходы переплавлялись с минимальным окислением, а полученный состав по химическому составу возможно ближе соответствовал сплаву, в результате обработки которого образовались отходы? 35. Какие основные свойства алюминия необходимо учитывать при переработке алюминиевых сплавов? 36. Зачем и в каких количествах используют флюсы при плавке алюминиевых отходов и лома? 37. Перечислите требования к флюсам, используемым при плавке алюминиевых отходов и лома. 38. Как проводится загрузка шихты при плавке лома и отходов алюминия и его сплавов? 39. Опишите плавку лома и отходов алюминия в индукционных тигельных и канальных печах. 40. Охарактеризуйте медьсодержащее вторичное сырье. 41. Какова цель плавки вторичного медного сырья в шахтных печах? На какие зоны можно разделить шахтную печь для плавки вторичных медьсодержащих материалов? 42. Каковы характерные особенности шахтной плавки вторичных медьсодержащих материалов? |
|-----|---------|--|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>43. Какова цель конвертирования черной меди? Какие физико-химические процессы протекают при конвертировании? Опишите технологию процесса.</p> <p>44. Перечислите особенности огневого рафинирования вторичной черновой меди.</p> <p>45. Нарисуйте гидрометаллургическую схему переработки полиметаллического медного вторсырья.</p> <p>46. Расшифруйте марки сплавов: Бр.ОЦС6-4-3, ЛАЖ60-1-1Л, Бр.АМц9-2.</p> <p>47. Дайте определение латуней. В чем их выплавляют? Дайте определение бронз. В каких печах плавят бронзы?</p> <p>48. Как получают лигатуру медь-железо?</p> <p>49. Для чего используют флюс при плавке вторичных медных сплавов? Что используют в качестве флюса?</p> <p>50. В чем отличия сбора и переработки отработанных свинцовых аккумуляторов в России и за рубежом?</p> <p>51. Как проводится десульфуризация пасты, получаемой при разделке аккумуляторных батарей? Какие при этом идут реакции?</p> <p>52. Как может быть использован электролит после отделения свинецсодержащего шлама (технология переработки отработанных аккумуляторных батарей)?</p> <p>53. Кратко опишите восстановительную плавку свинецсодержащих продуктов разделки аккумуляторных батарей.</p> <p>54. Опишите технологию переработки свинцовых аккумуляторов в шахтных печах (без предварительной разделки).</p> <p>55. Запишите основные реакции, протекающие при переработке свинцовых аккумуляторов в шахтных печах (без предварительной разделки).</p> <p>56. Перечислите основные особенности конструкции печи Ausmelt.</p> <p>57. Что такое баббиты? Как получают кальциевые баббиты?</p> <p>58. Охарактеризуйте вторичное оловосодержащее сырье. Как его готовят к переработке?</p> <p>59. Опишите хлорный способ обезлуживания белой жести.</p> <p>60. Опишите гидрометаллургическое обезлуживание жести.</p> <p>61. Охарактеризуйте вторичное никельсодержащее сырье.</p> <p>62. Нарисуйте схему процесса выделения тяжелых металлов из отработанного никелевого катализатора. Нарисуйте схему процесса извлечения никеля из катализаторов с одновременным производством никеля.</p> <p>63. Запишите основные реакции, протекающие при производстве ферроникеля из вторичного сырья в электропечах.</p> <p>64. Запишите основные реакции, протекающие при совместной переработке первичного и вторичного никелевого сырья в шахтных печах.</p> <p>65. Охарактеризуйте вторичное цинксодержащее сырье.</p> <p>66. Нарисуйте схему рециклинга оцинкованной стали.</p> <p>67. Нарисуйте схему процесса хлорирования оцинкованного стального скрапа.</p> <p>68. Опишите технологию извлечения цинка из цинксодержащих шламов и пылей.</p> <p>69. На каких реакциях основаны процессы извлечения цинка из шлаков цветной металлургии?</p> <p>70. Охарактеризуйте вторичное золото- и серебросодержащее сырье.</p> <p>71. Как осуществляют опробование сыпучих неметаллических отходов?</p> <p>72. Как осуществляют опробование металлических отходов?</p> <p>73. Запишите основные реакции, протекающие при переработке вторичных золотосодержащих сплавов.</p> <p>74. Нарисуйте технологическую схему переработки шлифпорошков.</p> <p>75. От чего зависит выбор флюса для переработки серебросодержащего сырья? Запишите реакции с часто используемыми флюсами.</p> <p>76. Нарисуйте схему переработки лома электронной техники.</p> |
|--|--|--|--|

| КМ4 | Защита курсового проекта | ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-В1;ПК-4-У1 | Обоснование, выбор и расчет плавильного агрегата для переработки магниевых шлаков |
|---|---|---|--|
| 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 | Лабораторная работа 1 Коррозионная стойкость магния и его сплавов | ОПК-5-У1 | Научиться анализировать коррозионные свойства магния и магниевых сплавов |
| P2 | Лабораторная работа 2 ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА С АЛЮМИНИЕВЫМ АНОДОМ | ОПК-5-У1 | Освоить электрохимический метод с применением расходного анода |
| P3 | Лабораторная работа 3 экспериментальное определение молекулярного состава криолита. | ОПК-5-У1 | Научиться распознавать и воспроизводить молекулярный состав криолита с различным криолитовым отношением |
| P4 | Лабораторная работа 4 Рафинирование алюминиевых сплавов от магния | ОПК-1-У1;ОПК-2-У1 | Закрепить знания по технологии рафинирования алюминиевых сплавов от магния |
| P5 | Лабораторная работа 5 Электролитическое рафинирование алюминия по трехслойному способу | ПК-4-В1 | Практически освоить способ рафинирования алюминия по трехслойному методу и определения выхода металла по току и энергии. |
| P6 | Практическое занятие 1 | ОПК-5-31;ОПК-1-31;ОПК-4-У1;ОПК-5-У1 | Технологические основы плавки вторичного алюминиевого сырья. Извлечение металла при плавке. Типы флюсов. |
| P7 | Практическое занятие 2 | ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-1-31 | Плавка вторичного алюминиевого сырья в отражательных печах. Однокамерные и двухкамерные печи. Технология плавки в отражательной печи. |
| P8 | Практическое занятие 3 | ОПК-1-31;ОПК-1-У1 | Расчет и составление материального баланса плавки вторичного сырья в отражательной печи. Выбор и расчет основного оборудования. |
| P9 | Практические занятия 4 | ОПК-1-31;ОПК-1-У1 | Печи с выносной камерой . Типы печей и технология плавки. Барабанные печи. Основные типы печей. Роторные наклоняющиеся печи. Технология плавки в роторной наклоняющейся печи. Шахтно-ванновые печи Типы печей и технология плавления вторичного сырья. Плавка вторичного алюминиевого сырья в электрических печах. Индукционные электрические печи. Индукционные тигельные печи. Технология плавки в индукционных тигельных печах. |

| | | | |
|-----|------------------------|---|--|
| P10 | Практические занятия 4 | ОПК-5-У1 | Рафинирование алюминиевых сплавов. Виды примесей в алюминиевых сплавах. Твердые неметаллические включения и газовые примеси. Рафинирование расплавов от неметаллических включений фильтрацией. Виды фильтров. Рафинирование расплавов от неметаллических включений флюсами. Рафинирование расплавов от водорода. Дегазация расплавов газами. Рафинирование алюминиевых сплавов от металлических примесей. Рафинирование газами. Рафинирование флюсами. Рафинирование алюминиевых сплавов от металлических примесей вакуумной дистилляцией. Теория и технология процесса. |
| P11 | Практические занятия 5 | ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1 | Поведение примесей в электролите магниевых ванн. Образование шлама в электролите. Основные факторы, влияющие на шлакообразование в магниевых электролизерах. Удаление шлама и отработанного электролита. Конструкция магниевых электролизеров. Технично-экономические показатели электролиза. Комплексное использование шлама и отработанного электролита магниевых электролизеров для получения флюсов. Технология электролиза с пониженным шлакообразованием. |

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

Экзаменационный билет №1

1. В чем заключается отличие конструкции поточной линии магниевых электролизеров от стандартной цеховой компоновки? Как эта новизна может отразиться на технико-экономических показателях работы электролизера?
2. Освоение низкотемпературной технологии электролиза хлорида магния на мощных бездиафрагменных магниевых электролизерах на силу тока 165 кА позволило повысить выход по току до 82%. Напряжение на ванне 5,7 В. Содержание чистого металла в магнии-сырце 99,5%.

Определить:

Сколько магнии-сырца и хлора может быть получено за год с такого электролизера при его непрерывной работе?

3. С целью повышения выхода алюминия по току и снижения удельного расхода электроэнергии в электролит добавляют фторид лития. Серия из $n = 150$ непрерывно работающих алюминиевых электролизеров на силу тока $I = 145 \text{ кА}$ выдала за месяц ($\tau = 30$ суток) работы M_e факт. = 4700 т металла, содержащего $C(\text{Al}) = 99,55 \text{ Al}$. Среднее напряжение на серии (с учетом периодических «анодных всплесков») составило $U = 695 \text{ В}$.

Определить:

Выход по току и удельный расход электроэнергии для полученного алюминия (в расчете на 100% металл).

Экзаменационный билет №2

1. Чем занимается металлургия техногенных и вторичных ресурсов?
2. В цехе электролиза магния годовая производительность составляет 40000 тонн рафинированного магния. Электролизеры с силой тока 150 кА. Среднее напряжение на ванне 5,5 В. Катодный выход по току (Mg) 80%. Угар Mg при рафинировании 1%. Машинное время работы электролизеров 0,95. Потери напряжения главных и соединительных шинпроводов 3% от суммы всех работающих ванн цеха.

Определить:

Сколько магниевых электролизеров необходимо установить в цехе? Напряжение на электролизной серии, если все электролизеры цеха и резервные будут соединены последовательно.

3. Анодные газы алюминиевого электролизера с обожженным анодом содержат 50% CO_2 и 50% CO . Температура 960С. При использовании инертного анода выделяется кислород.

Определить:

Рассчитать увеличение напряжения на ванне при замене графитового анода на инертный. При вычислении использовать приближенный метод.

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 | Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А. | Металлургия легких металлов: учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Интермет инжиниринг, 2005 |
| Л1.2 | 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.: Metallurgia, 1997 |
| Л1.3 | 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 | Перегудов Ю. С., Козадерова О. А., Нифталиев С. И. | Комплексное использование сырья и утилизация отходов: учебное пособие | Электронная библиотека | Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018 |
| Л2.2 | 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 |
| Л2.3 | Колосова В. С., Сыромятникова А. С., Сорокин М. Л. | Металлургия цветных металлов: лаб. практикум для студ. спец. 09.03, 11.03, 11.08, 07.02, 21.03 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1990 |
| Л2.4 | Фомин Б. А., Москвитин В. И., Николаев И. В., Овчинников В. А., Гульдин И. Т. | Металлургия легких металлов: лаб. практикум для студ. спец. 0402 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1987 |
| Л2.5 | МИЦМиЗ | Металлургия цветных металлов: Сборник науч. трудов | Библиотека МИСиС | М.; Л.: Metallurgizdat, 1952 |
| Л2.6 | МИЦМиЗ | Металлургия цветных металлов: Сборник науч. трудов | Библиотека МИСиС | М.; Л.: Metallurgizdat, 1954 |
| Л2.7 | МИЦМиЗ, Бочвар А. А. | Металлургия цветных металлов | Библиотека МИСиС | М.; Л.: Metallurgizdat, 1957 |
| Л2.8 | МИЦМиЗ, Бочвар А. А. | Металлургия цветных металлов | Библиотека МИСиС | М.; Л.: Metallurgizdat, 1958 |
| Л2.9 | Гульдин И. Т. | Металлургия легких металлов: лаб. практикум | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1977 |

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) | https://worldwide.espacenet.com/ |
| Э3 | Базы данных Всемирной организации интеллектуальной собственности | https://www.wipo.int/portal/en/index.html |

| | | |
|----|--|---|
| Э4 | База данных патентов США (Ведомство по патентам и товарным знакам США) | https://www.uspto.gov/ |
| Э5 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | https://elibrary.ru/ |
| Э6 | Российская Государственная Библиотека | https://www.rsl.ru/ |

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 | Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/ |
| И.2 | Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/ |
| И.3 | База данных FactSage http://www.factsage.com |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|-------|--|---|
| К-541 | Учебная аудитория/Лабораторная: | 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/Лабораторная: | 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/Лабораторная: | 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/Лабораторная: | 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/Лабораторная: | проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели |
| М-102 | Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования: | Комплект учебной мебели на 12 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.