

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Современные материалы для электрохимической энергетики

Код модуля
1153997

Модуль
Химические преобразователи энергии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|---|
| 1 | Никитина Евгения Валерьевна | кандидат химических наук, доцент | Доцент | технологии электрохимических производств |
| 2 | Останина Татьяна Николаевна | доктор химических наук, профессор | Профессор | технологии электрохимических производств |
| 3 | Ткачева Ольга Юрьевна | доктор химических наук, доцент | Преподаватель | Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН |

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- Никитина Евгения Валерьевна, Доцент, технологии электрохимических производств
- Останина Татьяна Николаевна, Профессор, технологии электрохимических производств
- Ткачева Ольга Юрьевна, Преподаватель, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Современные материалы для электрохимической энергетики**

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 6 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Домашняя работа | 2 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Современные материалы для электрохимической энергетики**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений | Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений | Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> | |
| <p>ПК-4 -Способность осуществлять выбор электродных материалов для химических источников тока на основе экспериментальных данных, проводить</p> | <p>З-1 - Описывать современные электродные материалы для ХИТ, их свойства и методы получения</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт планирования, организации и проведения испытаний электродных материалов ХИТ для оценки их свойств</p> | <p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |

| | | |
|---|--|--|
| испытания электродных материалов, делать оценку их свойств | У-1 - Анализировать результаты исследований и обосновывать выбор новых электродных материалов для химических источников тока | |
|---|--|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>домашняя работа</i> | 3,18 | 30 |
| <i>домашняя работа</i> | 3,18 | 30 |
| <i>Опрос по теме лекций</i> | 3,18 | 20 |
| <i>Опрос по теме лекций</i> | 3,18 | 20 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.30 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа</i> | 3,18 | 70 |
| <i>Опрос по теме практических занятий</i> | 3,18 | 15 |
| <i>Опрос по теме практических занятий</i> | 3,18 | 15 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.30 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Отчеты по лабораторным работам</i> | 3,18 | 40 |
| <i>Выполнение лабораторных работ</i> | 3,18 | 40 |

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| <i>Опрос по лабораторным работам</i> | 3,18 | 20 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|----------------------------|---|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |

| | |
|-------------------|---|
| Другие результаты | <p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p> |
|-------------------|---|

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|--|--|--|------------|------------------------------------|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные элементы электрохимической системы, их характеристики и требования к ним в современном электрохимическом материаловедении
 2. Электрохимическая терминология, используемая в расчетах
 3. Основные сведения об экспериментальном определении структуры кристаллов. Атомные и ионные радиусы. Процессы реального кристаллообразования
 4. Определение стехиометрической формулы вещества
 5. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Физические свойства минералов
 6. Твердые электролиты в современной электрохимии
 7. Электрохимические устройства с твердыми оксидными электролитами
 8. Способы расчета показателей коррозии
 9. Особенности коррозии в высокотемпературных средах
 10. Электрохимическая диагностика высокотемпературных систем
 11. Способы защиты от коррозии в высокотемпературной газовой атмосфере
 12. Способы защиты от коррозии в расплавах
 13. Влияние физико-химических свойств расплавленного электролита на процессы электролиза и коррозии. Совместимость материалов
 14. Синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(бестоковые процессы)
 15. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(катодные процессы)
 16. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(анодные процессы)
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение весового и глубинного показателей скорости коррозии металлических материалов в различных типах расплавов
 2. Определение потенциала коррозии в расплавленных солях
 3. Электрохимическая диагностика коррозионных процессов. Определение тока коррозии
 4. Анализ продуктов коррозии(с использованием данных микрорентгеноспектрального и рентгенофазового анализа)
 5. Исследование процессов реального кристаллообразования
 6. Анализ физико-химических свойств материалов с помощью современных методов
 7. Получение кремния электролизом расплавленных сред
 8. Синтез допированного оксида циркония
 9. Синтез металлических пен методом DHBТ
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Устойчивость материалов в высокотемпературных средах

Примерные задания

Выполнить задания:

1. Серебряную и цинковую пластины опустили в расплав хлорида натрия. Составьте уравнения реакций, происходящих на этих пластинах. Какие процессы будут проходить на пластинах, если наружные концы их соединить проводником?

2. В расплав NaCl поместили цинковую пластину и цинковую пластину, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Ответ мотивируйте, составив уравнения соответствующих процессов.

3. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в расплаве хлорида калия. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Совместимость материалов в агрессивных средах

Примерные задания

Выполнить задания:

1. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при температуре 400 0С. Образец цинка с поверхностью, равной 30 см², до испытаний имел массу 21,4261 г. После 180-часового окисления на воздухе при температуре 400С его масса возросла до 21,4279 г.

2. Вычислить массовый процент Cr в сплаве Fe-Cr, соответствующем 6-ой границе устойчивости, т.е. содержащем 6/8 атомных долей Cr.

3. Железная пластина окисляется при высокой температуре в кислородсодержащем расплаве с образованием Fe₂O₃. За три часа масса пластины 1 м² увеличилась на 10 граммов. Рассчитать весовой показатель коррозии.

4. Скорость коррозии никеля составляет 4 г/м² час. Рассчитать глубинный показатель коррозии.

5. Железная пластина на воздухе при высокой температуре окисляется с образованием на ее поверхности оксида Fe₂O₃. За 3 часа масса пластины площадью 1 м² увеличилась на 10 г. Рассчитать среднюю скорость коррозии. Чтобы произошло бы с пластиной, если бы она была помещена в соляную кислоту?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Свойства пористых электродов для ХИТ и конденсаторов

Примерные задания

Дать характеристику электролитического метода синтеза металлических пен никеля. Рассчитать основные закономерности формирования осадков и их свойств (плотность, пористость) при гальваностатическом электролизе. В качестве исходных данных заданы коэффициенты эмпирических уравнений изменения толщины осадков, выхода по току металла, количества и диаметра крупных пор во времени.

Параметры эмпирического уравнения изменения толщины пористого осадка во времени:

| | | | |
|-------------------|------------|--------------|--|
| Тип осадка никеля | y_0 , см | τ , min | $\frac{dy}{dt}_{t \rightarrow 0}$, см/мин |
| Ni на Ni-подложке | 0,043 | 65,7 | $0,6 \cdot 10^{-3}$ |

Выход по току никеля и водорода:

| Тип осадка никеля | Гравиметрический метод | | Валюмометрический метод | Доля водорода, включенного в осадок |
|-------------------|------------------------|------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | Ce_{Ni} | Ce_{H_2} | Ce_{H_2} | |
| Ni на Ni-подложке | 0,657 | 0,343 | 0,268 | 0,22 |

Значения коэффициентов в уравнениях (3) и (4) и коэффициенты детерминации

| Осадок | Значения коэффициентов и R^2 для зависимостей | | | | | |
|-------------------|---|------------|---------|---------------|------------|---------|
| | $\theta_{macro} - h_{dep}$ | | | $N - h_{dep}$ | | |
| | a | σ_1 | μ_1 | b | σ_2 | μ_2 |
| Ni на Ni-подложке | 72,24 | 0,81 | 5,50 | 26420,80 | 0,74 | 4,99 |

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные элементы электрохимической системы Электроды. Диафрагмы.

Электролиты. Растворители. Их характеристики и требования к ним в современном электрохимическом материаловедении

2. Свойства и особенности строения металлов, бинарных и тройных соединений.

Общие сведения о координации.

3. Ковалентные структуры. Структурная химия s- и p-элементов. Ионные и ионно-ковалентные структуры. Структурная химия d-элементов в ионных и ионно-ковалентных структурах.

4. Плотнейшие упаковки (ПУ) одинаковых сфер. Металлические структуры
.Важнейшие неорганические структурные типы

5. Кристаллографические аспекты электрохимического материаловедения

6. Физические свойства кристаллов. Рост кристаллов. Реальные формы роста кристаллов. Дефекты в кристаллах и их влияние на свойства

7. Минералогические аспекты электрохимического материаловедения. Основные направления в современной минералогии.

8. Понятие о минерале и минеральном виде. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Физические свойства минералов.
9. Типы химической связи в минералах (ионная, ковалентная, металлическая, межмолекулярная).
10. Химический состав минералов. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Расчет химических формул минералов
11. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения
12. Теоретические основы электролиза расплавленных сред Строение расплавленных солей.
13. Электропроводность расплавленных солей. Электродное равновесие в расплавах.
14. Выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов. Влияние физико-химических свойств электролита на процесс электролиза
15. Производство алюминия, бериллия и щелочных металлов – материаловедческие аспекты
16. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях. Возможности и преимущества высокотемпературного электрохимического синтеза.
17. Получение кремниевых осадков. Подбор оптимальных параметров процесса электролиза
18. Механизм процесса электрокристаллизации в расплавленных солях. Факторы, определяющие характер образования и роста кристаллов (влияние на структуру и свойства) в процессе электроосаждения металлов
19. Бестоковые высокотемпературные покрытия (алитирование, бериллирование, силицирование, титанирование, борирование и др.). Особенности получения, структура и свойства.. Материалы, получаемые в расплавленных солях в результате вторичных химических реакций
20. Деграция керамических материалов. Методы изучения в расплавленных солях
21. Особенности высокотемпературной коррозии в расплавленных солях, используемых в современной электрохимической энергетике(галогенидах, карбонатах, нитратах щелочных металлов). Специфика высокотемпературной химической коррозии. Способы расчета показателей коррозии
22. Электрохимические методы исследования высокотемпературной коррозии и деграции
23. Способы защиты от высокотемпературной коррозии. Металлические и неорганические покрытия
24. Твердые электролиты в современной электрохимии. Основные понятия. Свойства твердых электролитов. Классификация твердых электролитов
25. Процессы переноса в ионных кристаллах. Процессы токообразования, обусловленные поверхностной диффузией электрохимически активных частиц
26. Высокотемпературные химические источники тока. Выбор материалов и их совместимость
27. Электрохимические устройства с твердыми оксидными электролитами. Топливные элементы

28. Электродаталитические реакторы с твердым оксидным электролитом. Датчики с твердыми электродами. Материаловедческие проблемы

29. Расплав-карбонатный топливный элемент. Принцип работы. Материаловедческие проблемы

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.