

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 04.06.01. Химические науки

Направленность (специальность) 02.00.05 Электрохимия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Методы исследования структурных характеристик дисперсных элементов
электрохимических устройств»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.3.1

Всего: 72 часа

Семестр 5, в том числе

6 часов - контактная работа,
48 часов - самостоятельная работа,
18 часов - контроль.

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01. Химические науки, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. №_869 и паспорта специальности 02.00.05 Электрохимия, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение физико-химических методов исследования электродных материалов электрохимических устройств, таких как топливные элементы, электролизер разложения вод, аккумуляторы для последующего использования при разработке технологии их производства и улучшении параметров.

Задачами дисциплины являются

- познакомить обучающихся с классическими и современными методами исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств;
- познакомить обучающихся с закономерностями процессов с использованием дисперсных элементов в электрохимических устройствах;
- познакомить обучающихся с основами конструкции и технологии аналитического оборудования для исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств с использованием последних достижений;
- научить создавать адаптированные методики исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных физико-химических методов исследования электродных материалов

электрохимических устройств, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3)

- владеть информацией о новейших достижениях электрохимической и водородной энергетики (ПК-1)

- владеть современными методами физико-химических исследований (ПК-2);

- владеть технологиями создания электродных материалов и электролитов (ПК-5)

-знать наноматериалы, применяемые в технологиях создания электрохимических устройств, их назначение и характеристики (ПК-6)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- информацию о новейших достижениях в области физико-химических методов исследования электродных материалов электро-химических устройств (ПК-1)
- современные и перспективные пути решения проблем усовершенствования существующих физико-химических методов исследования электродных материалов электрохимических устройств (ПК-2);
- наноматериалы, применяемые в технологиях создания современных электродных материалов электрохимических устройств, их назначение и характеристики (ПК-6)

уметь:

- проводить электрохимические исследования и осуществлять анализ характеристик электродов, электролитов и топливных элементов (ПК-2)
- разрабатывать и исследовать электродные материалы электрохимических устройств нового поколения (ПК-5)

владеть:

- способностью к критическому анализу и оценке современных физико-химических методов исследования электродных материалов электрохимических устройств, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3)
- владеть технологиями создания электродных материалов, электролитов и мембранно-электродных блоков электрохимических устройств (ПК-5)

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**1. *Классификация физико-химических методов получения дисперсных материалов и систем***

Диспергационные методы. Мельницы: шаровые, вибрационные, коллоидные. Ультразвуковое диспергирование. Метод Бредига. Способ Сведберга. Эффект Ребиндера. Конденсационные методы. Восстановление. Окисление. Гидролиз. Реакции обмена. Теория Веймарна. Метод Реннея. Скелетные катализаторы. Методы распыления: воздушное, вакуумное. Плазматроны, магнетроны.

2. *Нанотехнологии и наноматериалы*

Определения и терминология. Наночастицы. Проблема образования агломератов Наноматериалы. Углеродные наноматериалы: нанотрубки,

нановолокна, фуллерены, графен, нанокристаллы. Методы получения наноматериалов. Электроспиннинг. Применение нанотехнологий при создании электрохимических устройств.

3. Электрохимические методы исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств

Методы и средства для исследования электрохимических процессов. Потенциостаты. Основные возможности современных потенциостатов для исследования характеристик электродов электрохимических устройств.

Вольтамерометрия. Общие положения, аппаратура и классификация методов вольтамерометрии. Определение активной поверхности электродов-катализаторов электрохимическими адсорбционными методами.

Кондуктометрия. Измерение электропроводности: ячейки и аппаратура. Исследование полимерных мембран и диафрагм. Определение контактных сопротивлений. электрохимическая импедансная спектроскопия. Эквивалентная схема электрохимического элемента. Разделение составляющих поляризации электрода. Определение лимитирующей стадии. Расшифровка годографа импеданса электрохимических устройств.

4. Вращающийся дисковый электрод.

Основные положения теории и методы реализации. Уравнение Левича. Определение кинетических и диффузионных параметров электродов электрохимических устройств.

5. Физико-химические методы исследования дисперсных элементов и наноматериалов в электрохимических устройствах

Микроскопия. Основные вид микроскопии и диапазоны применимости. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая микроскопия. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия. Электрохимическая туннельная микроскопия и спектроскопия. Спектральные методы. Атомно-адсорбционная

спектрометрия. Оптические методы. Термогравитометрия.

Энергодисперсный микроанализ. Люминесцентный метод анализа.

Рентгеновская дифрактометрия.

6. Методы исследования структуры дисперсных элементов и наноматериалов.

Основные характеристики пористых материалов и методы их исследования.

Методы порометрии. Классификация и диапазон. Метод ртутной порометрии. Метод эталонной контактной порометрии. Методы низкотемпературной адсорбции (метод БЭТ). Метод капиллярной конденсации.

Метод электронной микроскопии. Разделение гидрофобных и гидрофильных пор электродов электрохимических устройств. Экспресс методы определения характеристик пористых электродов.

7. Методы исследования характеристик дисперсных элементов непосредственно в электрохимических устройствах

Основные положения термодинамики и кинетики электрохимических систем. Виды поляризации. Анализ работы топливного элемента и электролизной ячейки по вольтамперной характеристике. Измерение потенциалов и омических потерь в мембрано-электродных блоках. Измерение импеданса электрохимической ячейки. Определение составляющих напряжения электролизной ячейки и топливного элемента. Влияние лимитирующих стадий на годограф импеданса.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета:

1. Назовите основные возможности для исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств.

2. Дайте характеристику дисперсным системам применительно к электрохимическим устройствам. Какую роль они играют и какими свойствами должны обладать?
3. Дайте характеристику основных элементов измерительного комплекса для проведения электрохимических исследований электродных материалов.
4. Назначение потенциостата и возможности для проведения электрохимического эксперимента для определения активной электрохимической поверхности электродов..
5. Каковы основные токообразующие процессы, протекающие на электродах в водородно-кислородном топливном элементе и электролизере разложения воды?
 4. Как выглядит циклическая вольтамперограмма платинового электрода? Покажите характерные области потенциалов для адсорбции водорода и кислорода, также области потенциалов и ветви токов при протекании электрохимических процессов в топливном элементе и электролизере.
 5. Напишите уравнение Левича. Для каких условий оно выполняется. Покажите, как оно может быть использовано для изучения процессов на электродах электрохимических устройств?
 6. Дайте определение нанодиапазону дисперсных систем? Приведите примеры катализаторов электрохимических устройств и дайте характеристику их структуре.
 7. Что такое катализатор, его функции. Назовите основные катализаторы для проведения электрохимических процессов на кислородном и водородном электроде в кислых средах.
 8. Что такое ток обмена? Как он связан с величиной реальной и доступной поверхностью электрода? Как его экспериментально определить?

9. Как выглядит годограф импеданса для электрохимической ячейки с лимитирующей стадией подвода реагентов. Как будет изменяться данный годограф при увеличении температуры?

10. Как выглядит программа газодиффузионного электрода топливного элемента. Покажите порогамму гидрофильных пор. Каким методом она может быть получена?

11. Классификация объектов и методов исследования структурных характеристик дисперсных элементов электрохимических устройств применительно к электрохимической энергетике.

12. Определение активной поверхности каталитических композиций электрохимическими методами и методами порометрии.

13. Метод рентгеновской дифрактометрии. Определение параметров наноструктуры дисперсных материалов?

14. Метод электрохимической спектроскопии. Эквивалентная схема электрохимической ячейки. Практическое применение.

15. Дисперсная система. Основные виды дисперсных систем

16. Методы получения дисперсных систем применительно к электрохимическим устройствам. Их роль в процессах массопереноса и электрокатализа.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Нефедкин С.И. Физико-химические методы исследований в технологиях водородной энергетики. Курс лекций: учебное пособие. Издательский дом МЭИ, 2008 - 207 с.
2. Нефедкин С.И. Лабораторный практикум по курсу Физико-химические методы исследования (часть 1). М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 79 с.

3.Физико-химические методы исследований в технологиях водородной и электрохимической энергетики. Лабораторный практикум: учебное пособие (лабораторные работы №7-11) М.: Издательский дом МЭИ, 2010 - 60 с.

Дополнительная литература:

4.Коровин Н.В. Топливные элементы и электрохимические энергоустановки. Москва, МЭИ, 2005, 278 с.