

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

«Технологии электрохимических производств»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.2

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 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 формирование современных знаний о теории процессов электрохимических технологий, обучение практическим навыкам разработки и управления технологическими процессами и способам применения полученных знаний при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании процессов электрохимических технологий, раскрытие сущности реальных процессов, происходящих в электрохимических объектах.

Задачами дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с физико-химическими основами электрохимической технологии и с областями их практического применения;
- познакомить обучающихся с классификацией различных покрытий, их назначением и физико-химическими принципами их формирования;
- познакомить обучающихся с закономерностями электроосаждения металлов и с технологическими особенностями нанесения гальванических покрытий;
- научить разрабатывать и создавать новые электрохимические системы с повышенной энергетической эффективностью;
- научить составлять схемы отдельных мембранно-электродных блоков и производить расчет химических преобразователей энергии.

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

- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4)

- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6)

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)

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

- владеть современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-4)

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

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 химических преобразователей энергии (ПК-1);
- современные технологии создания электродных материалов и электролитов (ПК-5)

уметь:

-самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)

- использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4)

владеть:

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6)

- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-4);

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

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основы электрохимической технологии

Области применения электрохимических технологий. Классификация электрохимических аппаратов. Конструкции электродов электрохимических аппаратов, их назначения, требования предъявляемые к ним, классификация. Основные и побочные процессы, протекающие на электродах. Диафрагмы электрохимических аппаратов, классификация, назначение, характеристики. Характеристики и показатели электрохимических аппаратов. Баланс напряжения на электрохимическом аппарате, тепловой баланс, энергетический баланс.

2. Электроосаждение металлов

Основные закономерности электроосаждения металлов. Анодные и катодные процессы. Распределение металла и тока по катодной поверхности. Назначение и классификация способов подготовки поверхности. Механические способы подготовки. Химическая и электрохимическая подготовка. Химическое и электрохимическое обезжиривание. Химическое травление – назначение, процессы, протекающие на поверхности деталей при химическом травлении. Особенности травления черных и цветных металлов. Составы растворов и режимов процесса химического травления. Электрохимическое травление – назначение, особенности электрохимического травления на аноде и катоде. Составы растворов и

режимы электрохимического травления. Электрофоретическое осаждение покрытий на катоде, на аноде. Влияние состава суспензии, режима процесса на качество осаждаемого покрытия. Основные показатели процесса электрофореза. Требования к подготовке поверхности перед нанесением полимерных покрытий. Примеры технологических процессов. Химические и электрохимические процессы при производстве печатных плат. Способы производства печатных плат. Травление меди в производстве печатных плат. Нанесение фоторезистов. Химическое меднение диэлектриков. Палладиевая и беспалладиевая металлизация. Электрохимическое наращивание слоя меди. Электроосаждение сплава Sn – Pb, Sn – Bi. Электрохимическое производство химических продуктов.

3. Покрытия – основные процессы, свойства, характеристики

Основные и побочные процессы, протекающие на электродах (катоде, аноде) при электроосаждении металлических покрытий. Свойства электрохимически осажденных металлических покрытий и способы их определения. Определение эксплуатационных характеристик (испытания покрытий на адгезийную прочность с основой; на износостойкость, на жаростойкость). Определение механических свойств (определение твердости, испытания на растяжение, вязкость, разрушения покрытий; конструктивная прочность; измерение внутренних напряжений). Определение физических и химических характеристик (определение толщины покрытий; пористость покрытий и методы ее определения; испытание покрытий на коррозионную стойкость; электрические и магнитные свойства). Определение технологических свойств (обрабатываемость гальванических покрытий; измерение шероховатости и блеска покрытий; паяемость). Электроосаждение блестящих металлических покрытий. Механизм формирования блестящих покрытий. Роль ПАВ, комплексообразующих добавок, режима электролиза на качество покрытия. Активизация – назначение, место проведения операции; составы растворов для активации и режимы процесса. Цинкование, кадмирование, оловянирование, свинцевание, никелирование, хромирование. Особенности процесса, сравнительная характеристика

электролитов; кислые, щелочные, простые, комплексные электролиты. Составы электролитов, назначение компонентов электролитов, условия электролиза. Классификация хромовых покрытий по назначению, свойствам покрытий. Катодные и анодные процессы при хромировании. Пути интенсификации процесса хромирования. Электроосаждение хрома из электролитов на основе Cr (III). Модифицирование металлической поверхности путем осаждения комбинированных электрохимических покрытий (КЭП). Получение и свойства КЭП на основе никеля, меди, железа, хрома (цинк – алмаз, хром – алмаз, никель – Al_2O_3 , никель – бор – алмаз и др.). Механизм получения КЭП. Факторы, влияющие на качество КЭП.

4. Процессы электролиза. Гидроэлектрометаллургия)

Теоретические основы процесса электролиза воды, технологическая схема производства. Гидроэлектрометаллургия – общие сведения. Электрохимические способы извлечения металлов из растворов (электролиз с твердыми электродами и жидкими электродами – амальгамная металлургия). Электрохимические процессы в гидроэлектрометаллургии (электролиз в металлургии цинка, хрома, металлов группы железа). Перспективы развития гидроэлектрометаллургических процессов. Электрохимический метод производства тяжелой воды. Электрохимическое производство хлора, щелочи и водорода. Теоретические основы электролиза хлоридов. Электролиз с твердым катодом и фильтрующей диафрагмой; электролиз с ионообменной мембраной; электролиз с ртутным катодом. Расплавы солей, электропроводимость расплавленных солей, электродное равновесие в расплавах; влияние физико-химических свойств электролита на процесс электролиза. Производство магния: получение исходных материалов; свойства электролитов, электролиз; выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов, рафинирование первичного магния.

5. Основы технологии производств компонентов химических источников тока

Классификация ХИТ. Резервные ХИТ (активируемые растворами кислот или щелочей, природной водой). Тепловые батареи. Первичные ХИТ с наводными электролитами (на основе неорганических, органических растворителей, с твердыми электролитами). Теоретические основы работы и конструкции основных ХИТ (марганцево-цинковые, ртутно-цинковые, никель-кадмиевые, никель-железные). Основные характеристики ХИТ. Схемы изготовления отдельных мембранно-электродных блоков ХИТ. Особенности изготовления, перспективы развития.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Как влияет состав электролита и режим электролиза на процесс электрокристаллизации металлов и сплавов?
2. Диафрагмы: назначение, требования, предъявляемые к ним, классификация, характеристики
3. Как осуществляется процесс модифицирования металлической поверхности путем осаждения комбинированных электрохимических покрытий (КЭП)?
4. Перечислите преимущества электрохимического способа перед методом промывкой металлургии, получением материалов дисперсным отверждением и др.
5. Как влияют условия электролиза: состав электролита, природа и размеры осаждаемых частиц, рН электролита, материал основы, плотность тока, температура, перемешивание на состав и качество КЭП?
6. Дайте оценку показателям, характеризующим электрофоретический процесс: выход по току, кроющая способность, равномерность покрытия по толщине.
7. В чем состоит сущность электрофоретического осаждения покрытий?

8. Перечислите основные виды хромовых покрытий, дайте их классификацию по функциональному назначению.
9. Какова сравнительная характеристика электролитов цинкования и технологическая схема этого процесса?
10. Какие катодные и анодные процессы протекают при хромировании?
11. Каковы основные технологические операции электрофоретического осаждения полимерных покрытий?
12. Как влияют физико-химических свойств электролита на процесс электролиза?
13. Какова структура и свойства электролитических хромовых покрытий?
14. Как влияет структура электролитических осадков на их физические и механические свойства?
15. Дайте характеристику первичным ХИТ с неводными электролитами на основе неорганических, органических растворителей.
16. Классификация технологии электрохимических производств.
17. Дайте характеристику катодным и анодным процессам в гальванотехнике и химических источников тока.
18. Перечислите способы подготовки поверхности изделий перед нанесением электрохимических покрытий.
19. Технологии гидроэлектрометаллургических процессов получения различных металлов: обжиг руд и концентратов, принципиальные схемы переработки руд, процессы выщелачивания и т.д.
20. Классификация и сравнительная характеристика электролитов кадмирования и цинкования.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1.Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования : учебное пособие для вузов по специальностям "Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов", "Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий", "Технология электрохимических производств" / И. М. Жарский, [и др.] . М. : Высшая школа, 2012 . – 303 с

2.Яштулов Н.А. Химия и энергетика. Физическая химия: катализ, адсорбция, диффузия». Учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 48 с.

3.Яштулов Н.А. Кулешов Н.В. Химия и энергетика. Физическая химия: термодинамические потенциалы, кинетика сложных реакций». Учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 48 с.

4.Ланская И.И., И.А. Пуцылов, Смирнов С.Е. Лабораторный практикум по прикладной химии. М.: Издательский дом МЭИ, 2012 .52 с.

Дополнительная литература:

5. С. А. Гаврилов, А. Н. Белов. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники. М.: Юрайт, 2014. - 254 с.

6.Смирнов С.Е., Пуцылов И.А. Теоретическая электрохимия. Лабораторный практикум. М.: Издательский дом МЭИ, 2010.- 26 с.