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

«Электрохимические технологии в водородной энергетике»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3, 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 изучение теории процессов протекающих в электрохимических устройствах, включающих в себя электролизеры воды, топливные элементы, системы хранения водорода для последующего использования при разработке технологии их производства и улучшении параметров.

Задачами дисциплины являются

- познакомить обучающихся с принципами функционирования электролизеров воды, с их классификацией;
- познакомить обучающихся закономерностями работы электролизеров воды;
- познакомить обучающихся с основами конструкции и технологии изготовления электролизеров воды различного типа с использованием последних достижений;
- научить создавать новые электролизеров воды различного типа,
- научить производить расчеты и эскизное проектирование электролизеров воды различного типа.

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

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2)

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

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

- разрабатывать и исследовать электрохимические системы нового поколения (ПК-3);

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

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

- знать наноматериалы, применяемые в технологиях электрохимической и водородной энергетики, 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:

- принципы работы электрохимических энергоустановок на основе водорода (ПК-3);
- современные и перспективные пути решения проблем усовершенствования существующих и разработки новых перспективных электрохимических энергоустановок (ПК-3);
- наноматериалы, применяемые в технологиях создания электролизеров воды, их назначение и характеристики (ПК-6)

уметь:

- разбираться в методиках расчета и проектирования как отдельных составляющих, так и установок в целом и применять их для решения поставленной задачи (ПК-3)
- организовать работу исследовательского коллектива в области водородной энергетики (ОПК-2)

владеть:

- информацией о новейших достижениях в области электрохимической энергетики, включая водородную энергетику(ПК-1);
- современными методами физико-химических исследований (ПК-2);
- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями (ПК-4);
- технологиями создания электродных материалов и отдельных элементов электрохимических энергоустановок (ПК-5).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Общие положения

Мировые тенденции и проблемы развития электрохимических технологий в водородной энергетике. Способы производства водорода: кислородная и парокислородная конверсия конверсия природного газа, получение водорода с помощью угля, химические и электрохимические циклы, другие способы производства водорода. Место электрохимического способа производства водорода в схеме производства водорода.

2.Технологии производства водорода

Виды конверсии углеводородов. Пиролиз. Газификация твердых углеводородов. Конверсия углеводородов. Равновесный состава и тепловой эффект пароводяной конверсии метана. Расчет равновесного состава «реакции сдвига». Катализаторы пароводяной конверсии метана. Термоэлектрохимические циклы. Физические способы производства водорода. Воднощелочной и твердополимерный электролиз. Тепломассоперенос в щелочной электролизной электрохимической системе. Катализаторы катодного выделения водорода и анодного выделения кислорода. Мембранно–электродные блоки. Принципы конструирования электролизеров. Высокотемпературные электролизеры.

3.Методы хранения водорода

Способы хранения и транспорта водорода. Технико-экономическое сравнение различных способов хранения и транспорта: газобаллонного, в жидком виде, хранение в гидридах металлов и др. Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация

контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное, геологическое хранение водорода. Хранение водорода в гидридах. Аланты (алюмогидриды). Борогидгиды. Амиды. Гидриды металлов, сплавов, интерметаллидов. Идеализированные изотермы реакции, кривые Вант Гоффа, PCT диаграммы процессов адсорбция-десорбция водорода. Классификация и примеры сплавов – накопителей водорода. Энергетические и капитальные затраты для ожижения водорода. Сравнение циклов ожижения. Примеры отечественных ожижительных установок. Требования к резервуарам для хранения водорода. Потери на испарение.

4. Использование водорода в энергетике

Использование низкотемпературных и высокотемпературных электролизеров и топливных элементов для сглаживания пиковых нагрузок в энергосистеме. Энерготехнологические комплексы на основе водорода. Принципиальная схема атомно-водородного энергоблока. Сравнительные характеристики ГТУ при использовании в качестве топлива водорода и стандартного углеводорода. Аккумулирование энергии возобновляемых источников. Водород на транспорте. Заправочные водородные станции.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1.Способы производства водорода.

2.Виды конверсии углеводородов.

3.Конверсия углеводородов.

4.Равновесный состава и тепловой эффект пароводяной конверсии метана.

5. Каковы основные токообразующие процессы, протекающие на электродах в щелочном электролизере?

6.Какие стадии анодного и катодного процессов могут быть лимитирующими?

7. Как рассчитываются омические потери в межэлектродном пространстве ?

8. Способы хранения и транспорта водорода.

9. Классификация и примеры сплавов – накопителей водорода

10. Классификация и примеры сплавов – накопителей водорода

11. Требования к резервуарам для хранения водорода.

12. Использование низкотемпературных и высокотемпературных электролизеров и топливных элементов для сглаживания пиковых нагрузок в энергосистеме.

13. Энерготехнологические комплексы на основе водорода.

14.Кинетика электрохимических процессов.

15. Аккумулирование энергии возобновляемых источников.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Кулешов Н.В., Григорьев С.А., Фатеев В.Н. Электрохимические энергоустановки для водородной энергетики, МЭИ, 2007 г.

2. Вода: эффекты и технологии / В.В.Багров, А.В. Десятов., Н.В.Кулешов/ Гл.3, Электролиз воды, ООО НИЦ «Инженер», 2010 - 488 с.

3. Козлов С.И., Фатеев В.Н., Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы, Газпром, 2009 г.

4. Кулешов Н.В., Фатеев В.Н., Осина М.А., Наноматериалы и нанотехнологии в электрохимических системах, МЭИ, 2010 г.

Дополнительная литература:

5. Методы водородного аккумулирования энергии в гидридах металлов:учеб. пособие/Д.О. Лазарев, С.П. Малышенко, Г.Г. Яньков. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. 41 с.

6. А.Д. Трухний, М.А. Изюмов, О.А. Поваров, С.П. Малышенко. Учебник для ВУЗов «Основы современной энергетики» т. 1. Современная

теплоэнергетика. Глава 20. Введение в водородные технологии для энергетики – М.: Издательский дом МЭИ. 2008 г.