

Возможности высшей школы в формировании специализированных кадров высшей и средне-специальной квалификации. Образовательные и научные аспекты подготовки специалистов на кафедре Химии и электрохимической энергетики НИУ МЭИ



Николай Васильевич Кулешов
заведующий кафедрой,
проф., д.т.н.

Программы подготовки



**Бакалавриат – Направление 13.03.01
Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) «Автономные
энергетические системы»**

**Магистратура - Направление 13.04.01
Направленность (профиль) «Автономные
энергетические системы. Водородная и
электрохимическая энергетика»**

Аспирантура - 1.4.6 «Электрохимия».

Состав кафедры



Преподавателей – 22 человека
Профессоров – 6 , 7 – докторов наук, из них 5
докторов технических наук
Доцентов – 14
Ст. преподавателей - 2
УВШ-7
Инженеров-8 (включая студентов старших
курсов)
Научных сотрудников - 2

Развитие водородных технологий в МЭИ



Проблема разработки водородных технологий требует решения широкого круга научно-технологических задач в электрохимии, электротехнике, электронике и в других прикладных областях знаний.

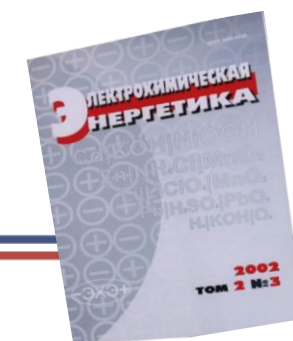
Научно-исследовательские работы и подготовка кадров в области новых водородных технологий для перспективной энергетики и транспорта проводились в МЭИ с середины 70-х годов.

- 1973 г.** По специальному постановлению правительства СССР в МЭИ создана Проблемная лаборатория «Топливные элементы» (руководитель д.х.н., проф. Коровина Н.В.)
- 1984 г.** В МЭИ (ТУ) открыта специализация «Водородная и электрохимическая энергетика», а с 2009 г. создан профиль на базе этой специальности. С 1986 г. по н.в. читается курс «Водородная энергетика» для бакалавров, а с 2015 курс «Водородные накопители энергии» для магистров.
Впервые в РФ выпущен учебник: Водородная энергетика: учебник / Н.В. Кулешов, С.К. Попов, С.В.Захаров, С.И.Нефедкин, В.Н.Кулешов, С.Н. Петин, А.Н.Рогалев, В.Н.Фатеев – М.: Издательство МЭИ, 2021. – 448 с.
- 2004 г.** В МЭИ создан Федеральный Центр Коллективного Пользования «Водородная энергетика и электрохимические технологии»(скр-rf №3106).
- 2019 г.** В «МЭИ» создан институт «Энергоэффективности и Водородной Энергетики», куда вошли 5 кафедр и 4 научные подразделения.

Дисциплины



- Химия
- Основы водородных технологий
- Водородная и электрохимическая энергетика
- Теоретическая электрохимия
- Теоретические основы химических источников тока
- Топливные элементы
- Коррозия и защита материалов энергетики
- Тепловые процессы в электрохимических системах
- Энергосберегающая автономная энергетика
- Физико-химические методы получения и исследования дисперсных сред и наноматериалов
- Технология производства химических источников тока
- Автономные энергоустановки и системы.



ЦКП «Водородная энергетика и электрохимические технологии»



Станция тестирования топливных элементов (Hydrogenics)

- Электрохимическое оборудование Solartron
- ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202
- Комплекс вспомогательного оборудования для синтеза дисперсных веществ
- ИК-спектрофотометр DR/2500, DRB 200 с термоблоком (Nach)



Микроскоп электронный сканирующий с энергодисперсионным анализом



Оборудование для подготовки и анализа структуры пористых тел в широком диапазоне размера пор ;Porotech

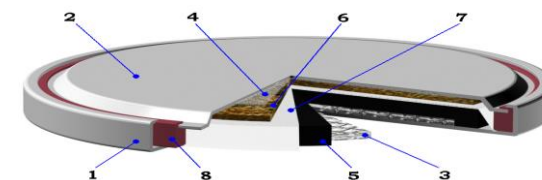
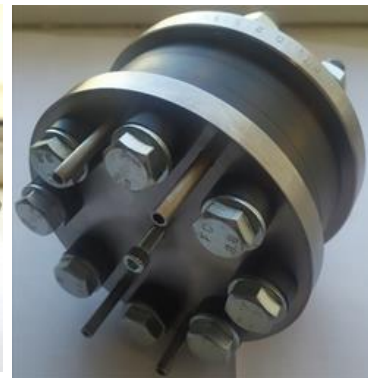


Спектрометр лазерный эмиссионный для элементного анализа состава веществ и материалов СПЕКС ЛАЭС МАТРИКС



Анализатор площади поверхности Nova 1000 (Qantachrome)

Наши разработки

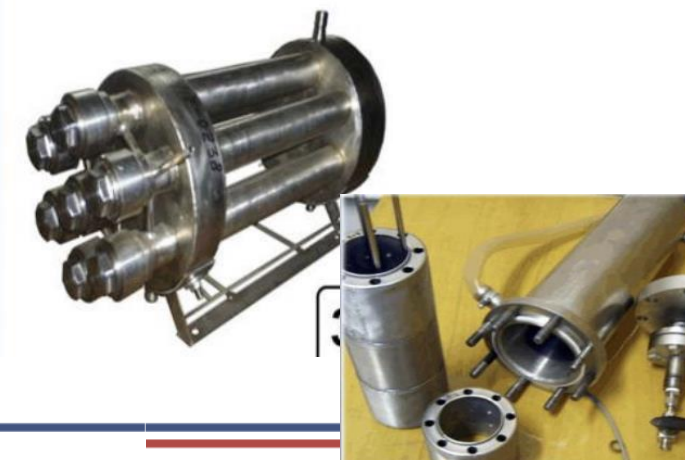


Квадрокоптер на топливном элементе

Водород-воздушный топливный элемент с открытым катодом

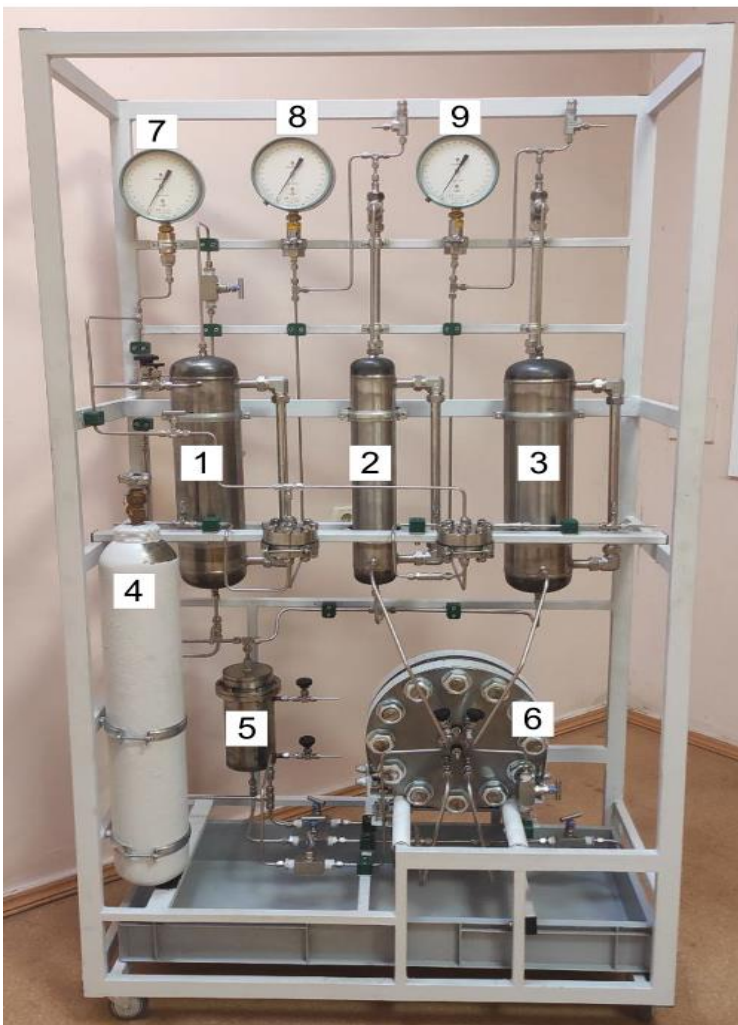
Электролизная батарея

Твердофазный источник тока



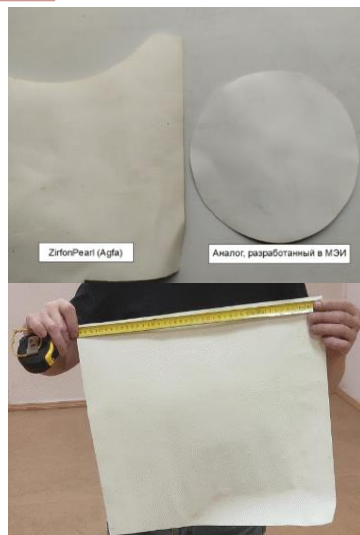
Хранение водорода в металлгидридах

Опытный лабораторный стенд



- 1 – сепаратор системы подпитки;
- 2 – кислородный сепаратор;
- 3 – водородный сепаратор;
- 4 – баллон под давлением с инертным газом;
- 5 – теплообменник системы термостатирования;
- 6 – разгрузочный корпус;
- 7 – манометр системы выравнивания давлений;
- 8 – кислородный манометр;
- 9 – водородный манометр.

Пористые диафрагмы на основе химически не модифицированного ПСФ – аналоги ZirfonPerl



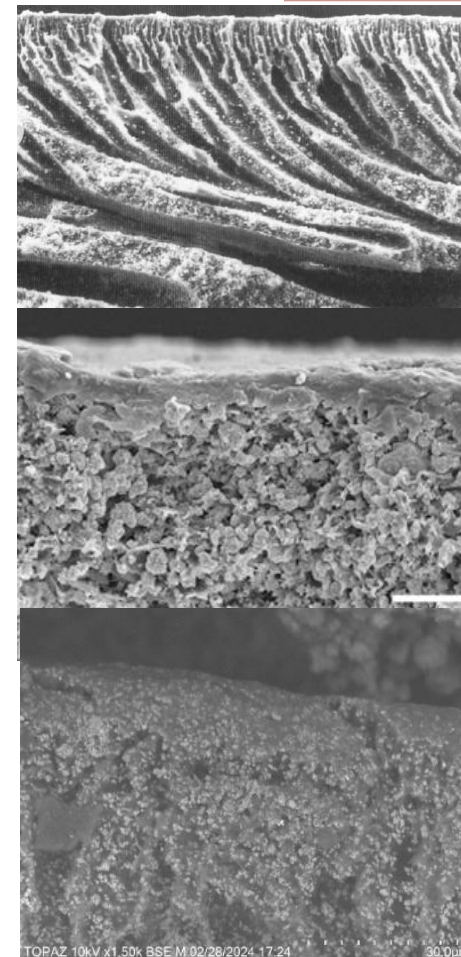
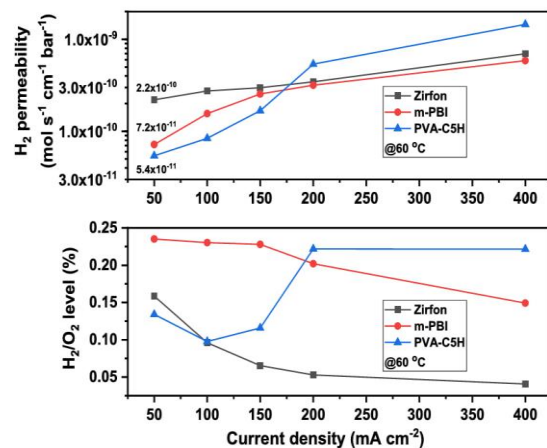
Образец диафрагмы 40x40 см



ZirfonPerl 500

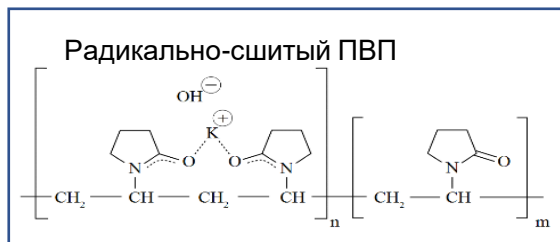
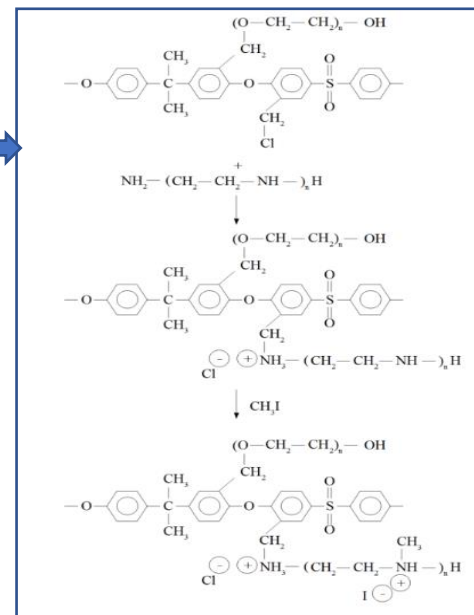
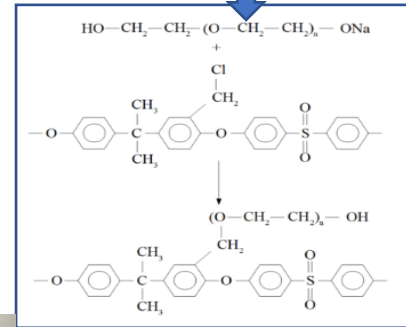
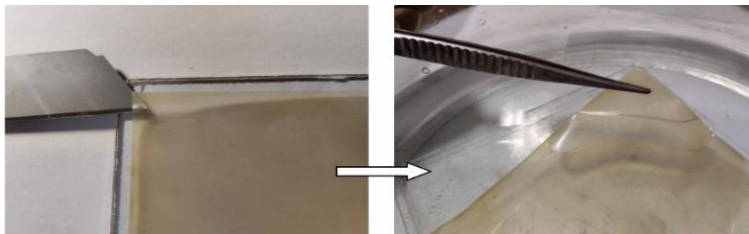
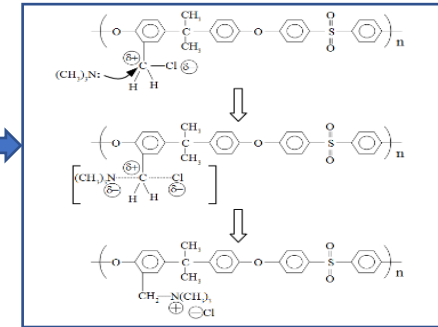
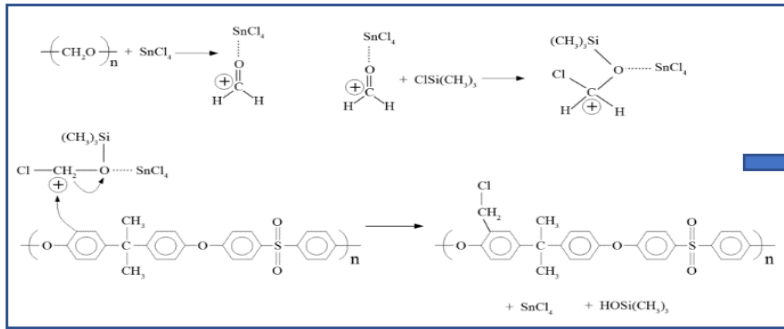


Аналог МЭИ

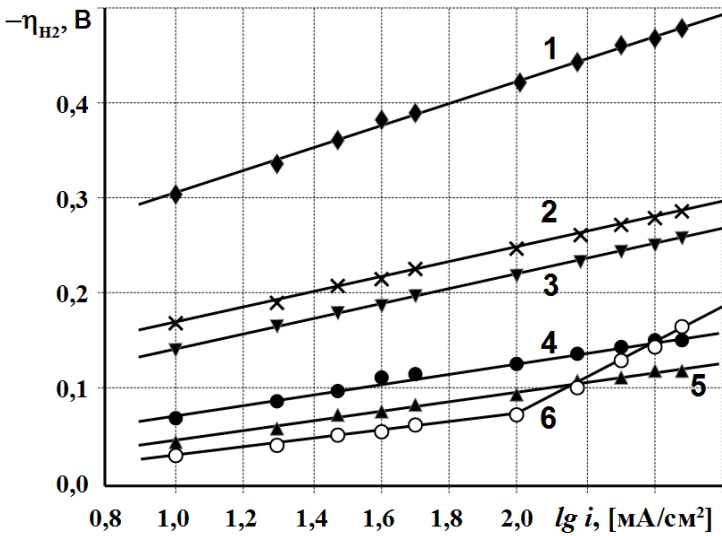


Микрофотографии а – Zirfon (шкала 50 мкм), б - Респ. Корея аналог Zirfon (шкала 5 мкм), в – Аналог Zirfon МЭИ (шкала 25 мкм)

Разработки перспективных анионообменных мембран путем химического модифицирования ПСФ

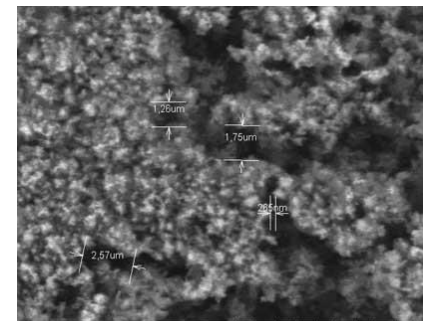
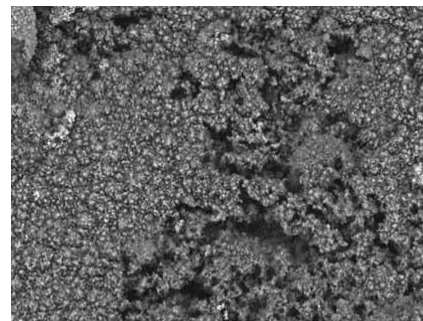
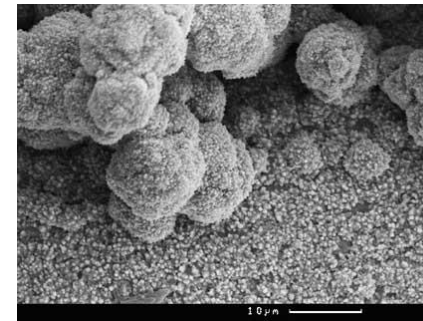
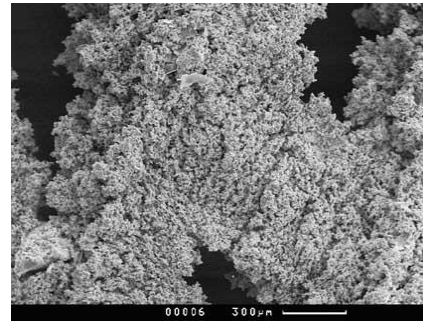
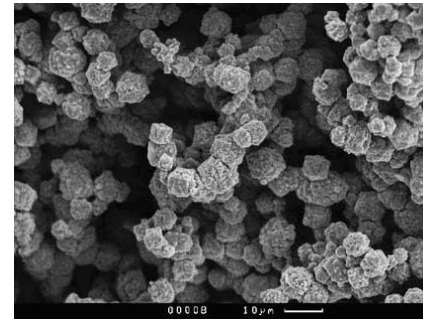
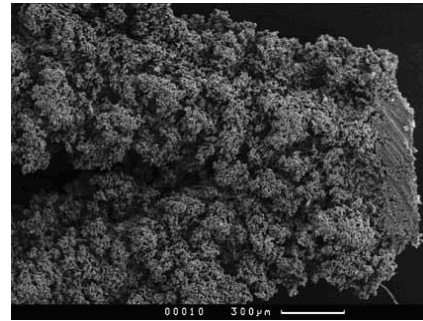


Катализаторы катодных и анодных процессов



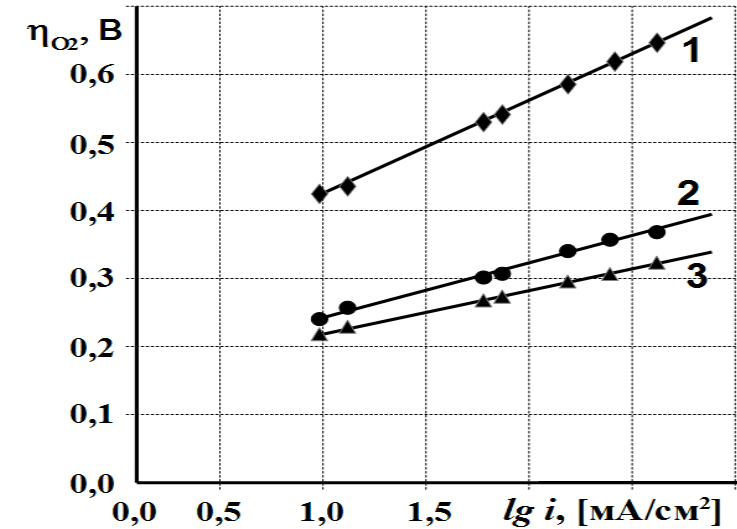
Поляризационные кривые реакции выделения водорода на различных типах катодов:

1 – гладкий никель; 2 – электрод с пористым Ni покрытием; 3 – электрод с пористым Ni-Co покрытием; 4 – электрод с пористым Ni покрытием, модифицированным Ni-P_x; 5 – электрод с пористым Ni-Co покрытием, модифицированным Ni-Co-P_x; 6 – электрод с пористым Ni покрытием, модифицированным Ni-Mo



elekt Pt 0012 2008.10.28 10:53 30 um

elekt Pt 0013 2008.10.28 10:54 10 um



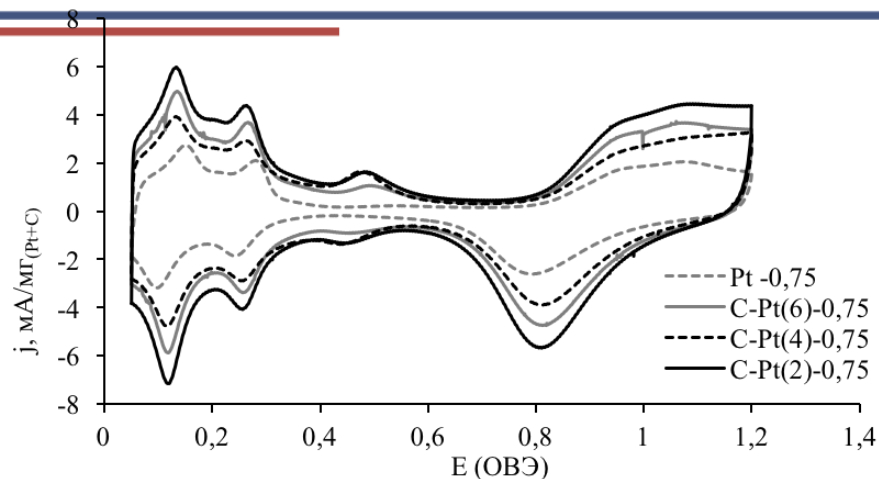
Поляризационные кривые реакции выделения кислорода на различных типах анодов:

1 – гладкий никель; 2 – электрод с пористым Ni покрытием; 3 – электрод с пористым никелевым покрытием, модифицированным NiCo₂O₄

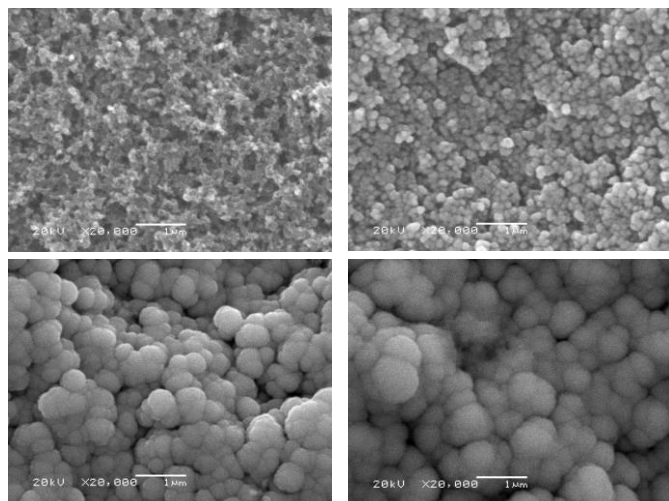
$\eta_k \downarrow$

$\eta_a \downarrow$

Каталитические композиции для анода и катода

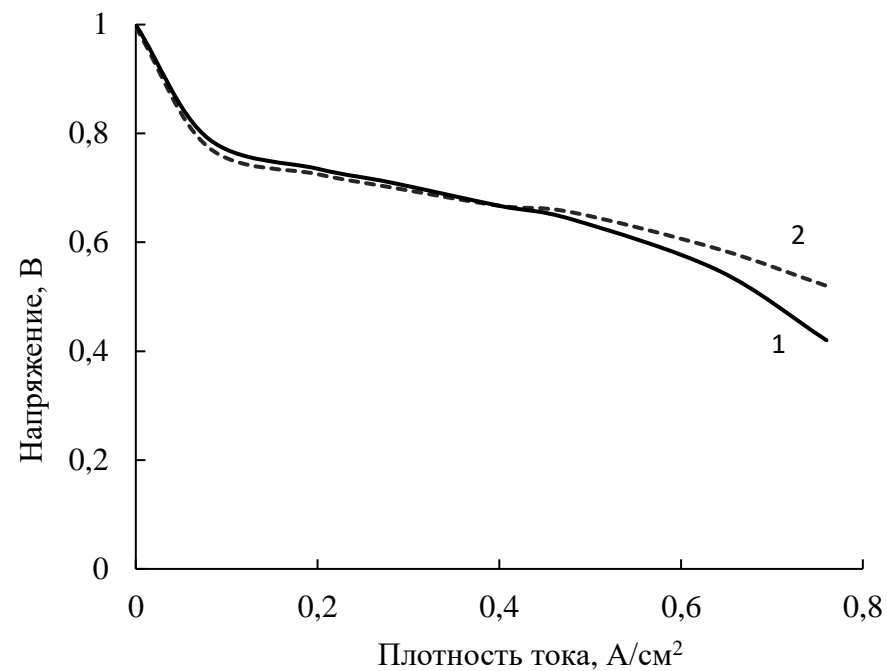


Циклическая вольт-амперная характеристика катализатора C-Pt на Ti фольге при различных параметрах α (Pt/C+Pt) и γ (O_2/O_2+Ar) = 0,75



Увеличенные (x 20 000) РЭМ изображения катализатора C-Pt на поверхности микропористого слоя электрода Freudenberg H2315-C2, $\gamma=0,75$; $\alpha=0,19$, время напыления: а) 0 мин, б) 6 мин, в) 24 мин; г) 48 мин.

Вольт-амперная характеристика МЭБ без увлажнения газов



1 – Анод, катод: «HiSPEC™ Pt40C»; $ms Pt = 0.4 \text{ mg Pt / cm}^2$;
2 - Анод C-Pt ($\alpha=0,19$; $\gamma=0,75$); $ms (C+Pt) = 0.19 \text{ mg/cm}^2$; $ms (Pt) = 0,085 \text{ mg/cm}^2$;
Катод C-Pt ($\alpha=0,26$; $\gamma=0,75$); $ms(C+Pt) = 0.713 \text{ mg/cm}^2$; $ms (Pt) = 0,319 \text{ mg/cm}^2$

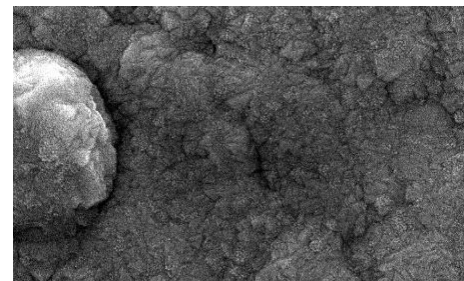
ВАХ МЭБ H_2 -воздушного ТЭ ПОМ. $T=43 \text{ }^\circ\text{C}$. Мембрана «Nafion XL». ГДС: «Freudenberg H2315-C2», без увлажнения газов

Биполярные пластины топливных элементов

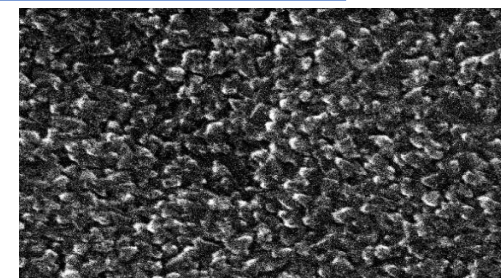


Биполярные пластины в ТЭ ПОМ выполняют несколько функций:

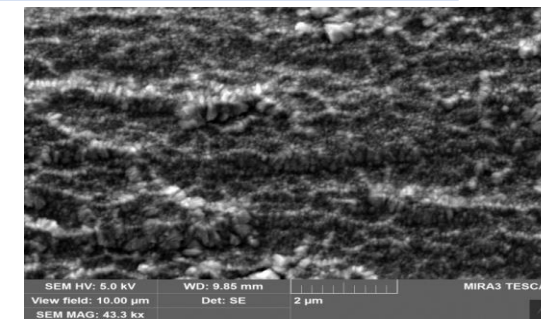
- электрическая коммутация отдельных топливных элементов (МЭБ)
- разделение реакционных газов (водорода и воздуха)
- отвод продуктов реакции (вода) и тепла



топнокопленочные покрытия на основе платины



тонкопленочные покрытия C-Pt (0,05 мкм)



тонкопленочные покрытия на основе нитрида титана

Хранение водорода в металлогидридах

+ **Селективное поглощение водорода**

(возможность очистки)

Компактно

(плотность сравнима с жидким водородом)

Безопасно

(водород находится в связанном состоянии)

Дешево и эффективно

(нет затрат на сжатие или ожижение)

Хорошая изученность

(спектр возможностей модификации состава)

- **Низкая массовая плотность хранения**

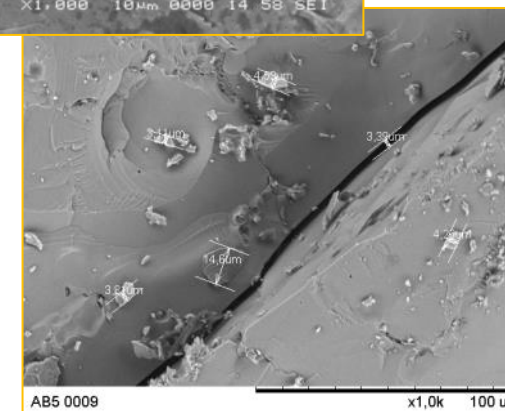
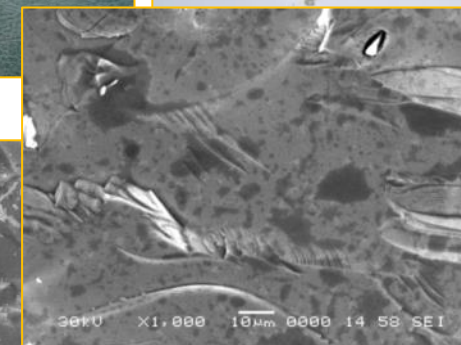
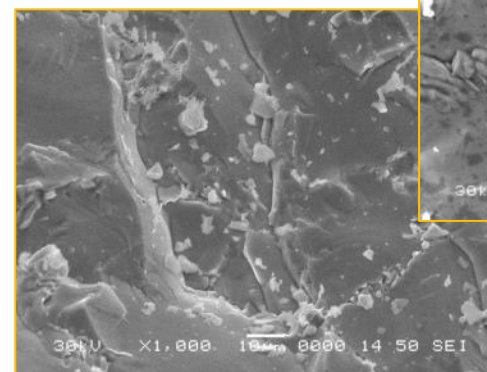
(практическая емкость 1-2 %масс.)

Проблема теплопереноса

(мелкодисперсные активированные засыпки материалов обладают низкой теплопроводностью)

Проблема примесей

(примеси могут заполнять поровое пространство, блокируя сорбцию, а также «отравлять» материал)





Спасибо за внимание!