

группа компаний inenergy

H2 инвест

Разработка типоряда водородных электрохимических генераторов с преимущественным использованием отечественных компонентов

Мельников Алексей Петрович

МОДУЛЬНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ЭХГ ПОЗВОЛЯЕТ СИНЕРГИЧНО РАЗВИВАТЬ НЕСКОЛЬКО ЛИНЕЕК СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОДУКТОВ

Модуль ТЭ

- БТЭ (одна или несколько)
- Вспомогательное оборудование
- Конструктивные элементы
- Контроллер БТЭ

Батарея ТЭ (БТЭ)

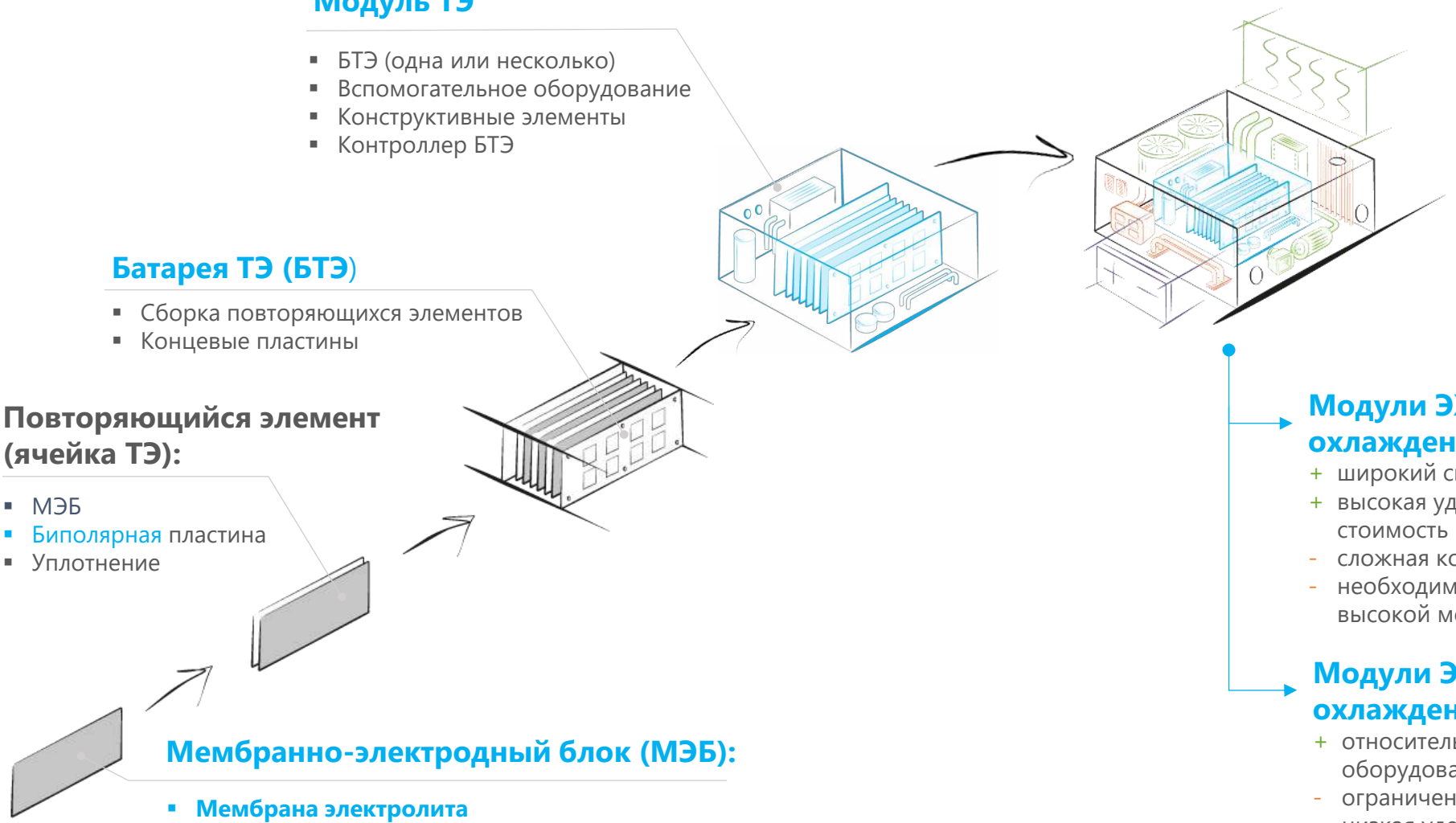
- Сборка повторяющихся элементов
- Концевые пластины

Повторяющийся элемент (ячейка ТЭ):

- МЭБ
- Биполярная пластина
- Уплотнение

Мембранно-электродный блок (МЭБ):

- **Мембрана электролита**
- Газодиффузионные слои
- **Катализаторы**



Электрохимический генератор (ЭХГ)

законченное изделие, способное производить энергию при подаче топлива

- Модуль(и) ТЭ
- Система управления ЭХГ
- Вспомогательное оборудование ЭХГ

Модули ЭХГ до 200 кВт с жидкостным охлаждением

+ широкий спектр применения
+ высокая удельная мощность и низкая удельная стоимость
- сложная конструкция периферийного оборудования
- необходимость организации испытательной площадки высокой мощности

Модули ЭХГ до 10 кВт с воздушным охлаждением

+ относительно простая конструкция периферийного оборудования
- ограниченный спектр применения
- низкая удельная мощность и высокая удельная стоимость



группа компаний inenergy

H2 инвест

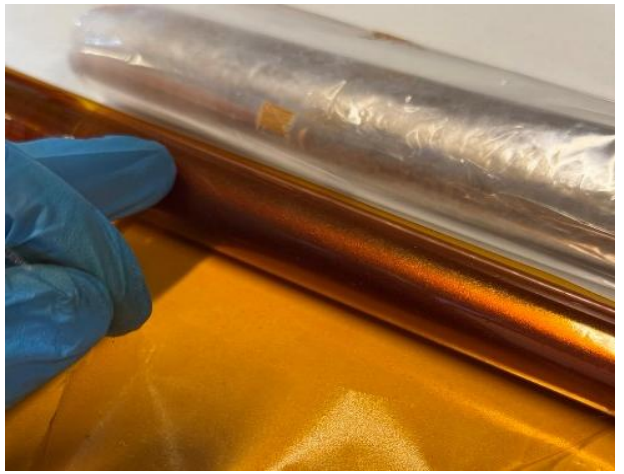
Мембранно-электродные блоки МЭБ

ОТРАБОТАНА ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЭБ НА ИМЕЮЩЕМСЯ ОБОРУДОВАНИИ СУММАРНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ **ДО 3 МВТ/ГОД**







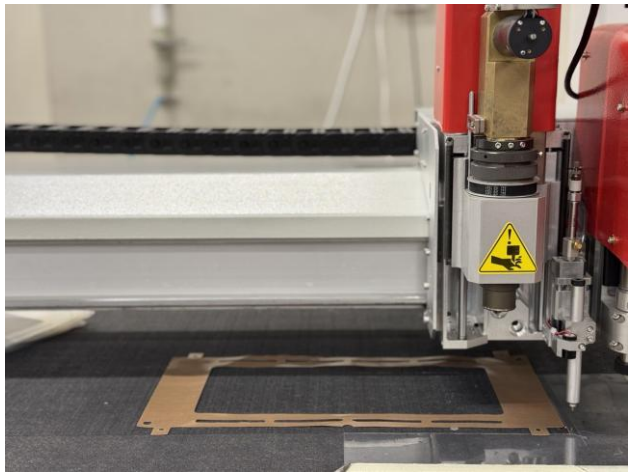


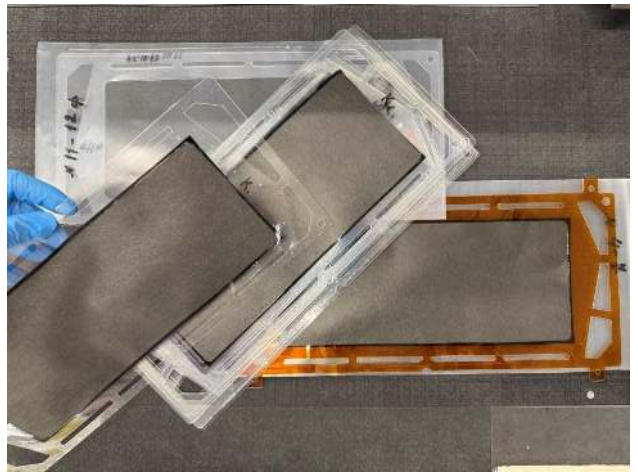
Технологии ООО Инэнерджи и ФИЦ ПХФ и МХ РАН:

Ультразвуковое напыление каталитических слоёв
3 установки

Трафаретная печать
2 установки

Slot-die нанесение слоёв
2 установки





Направления разработок:

Синтез и оптимизация **катализаторов** – Pt/C и альтернативные системы

Производство **протонпроводящих полимеров** для каталитических электродов

Разработка **ПОМ Ионон** для расширения областей применения

Активная площадь: **до 400 см²**
Стационарные и транспортные применения
Вариативность ламинации

Перспектива замены **газодиффузионных слоёв** иностранных производителей отечественными аналогами к 2027 г.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МЭБ В УСЛОВИЯХ ВОЗДУШНО-ОХЛАЖДАЕМЫХ СТЕКОВ. ДОСТИГНУТЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

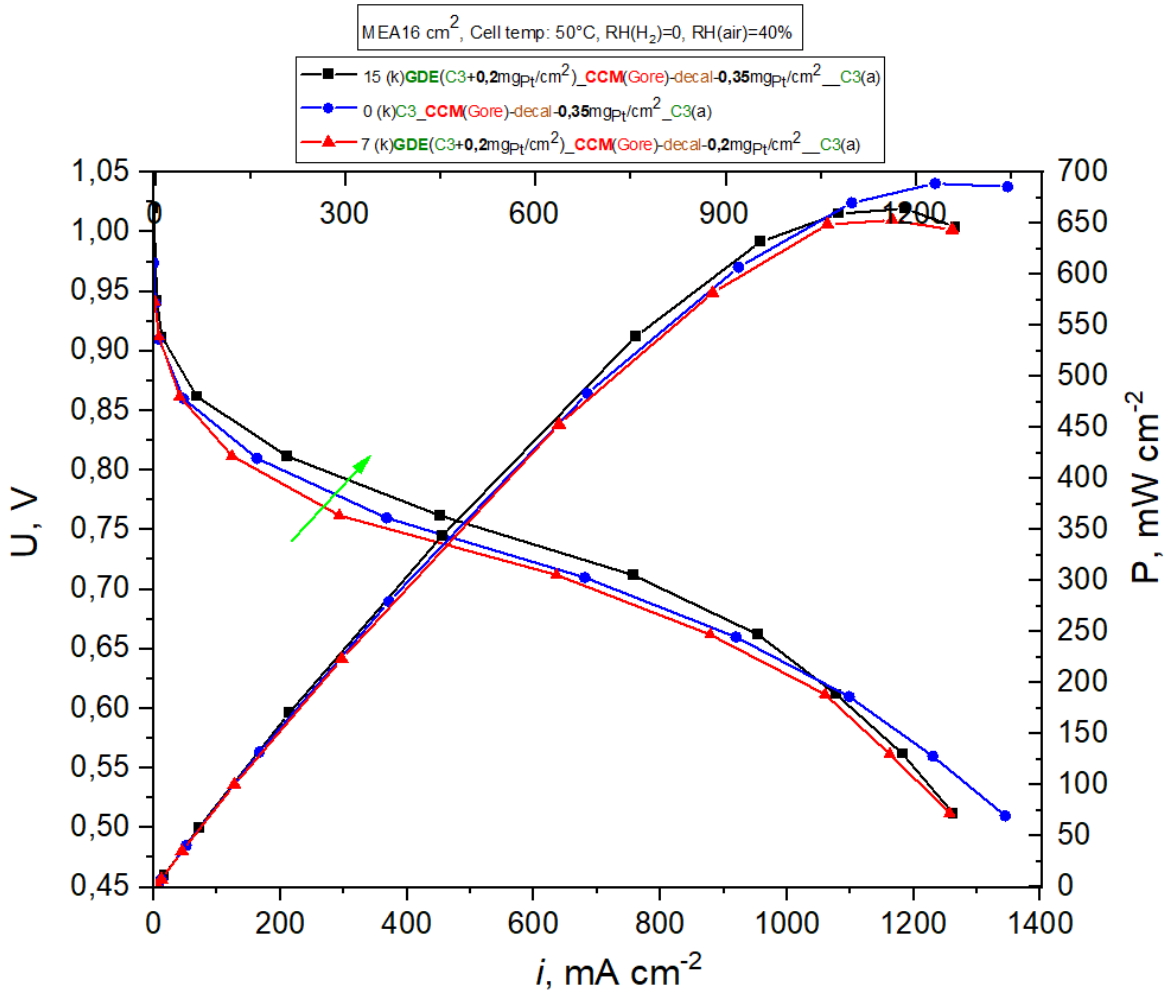


Испытательная инфраструктура: 5 независимых станций на базе Инэнерджи и ФИЦ ПХФ и МХ РАН

Методологическая база: разработаны технические инструкции и протоколы тестирования МЭБ для различных применений

Международное соответствие: аттестация МЭБ по международным стандартам и протоколам

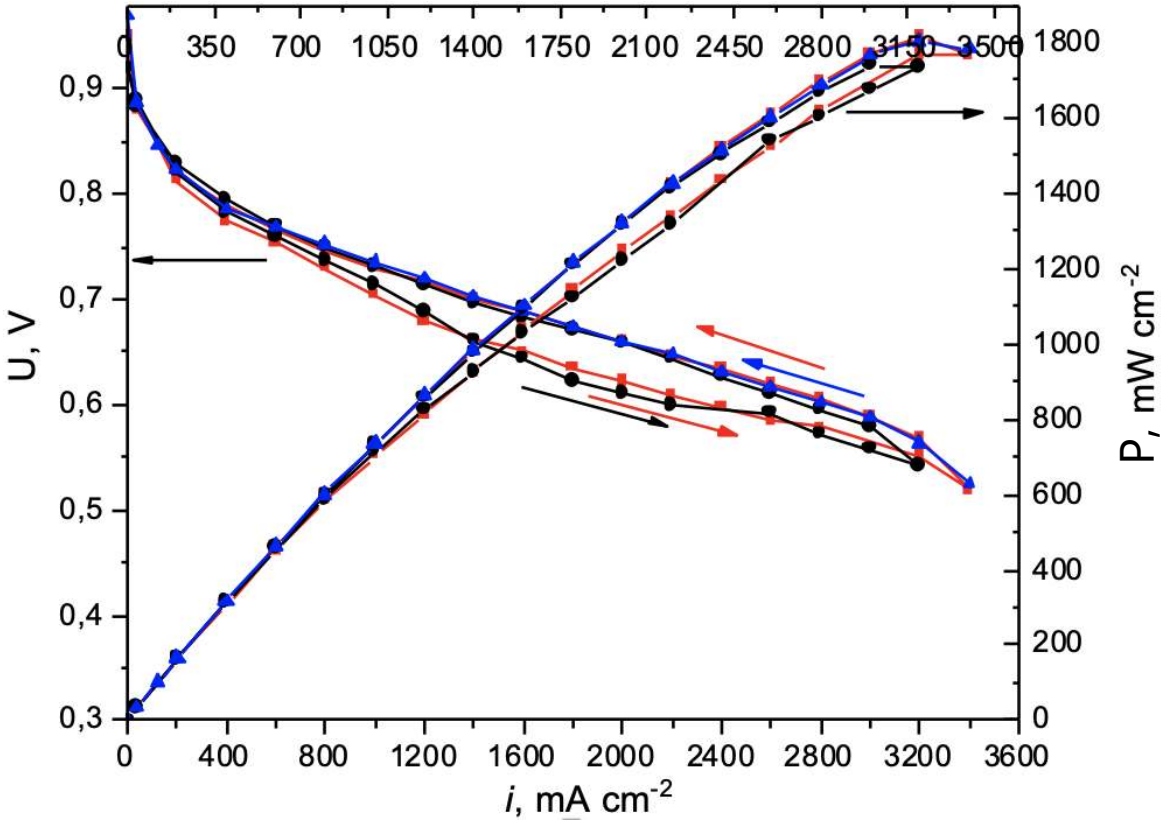
Комплексная характеризация: электрохимический анализ включает вольтамперометрию (стационарная и циклическая), спектроскопию импеданса и иные методы



Вольт-амперные и мощностные характеристики МЭБ с различной загрузкой платинового катализатора в воздушно-охлаждаемых стеках

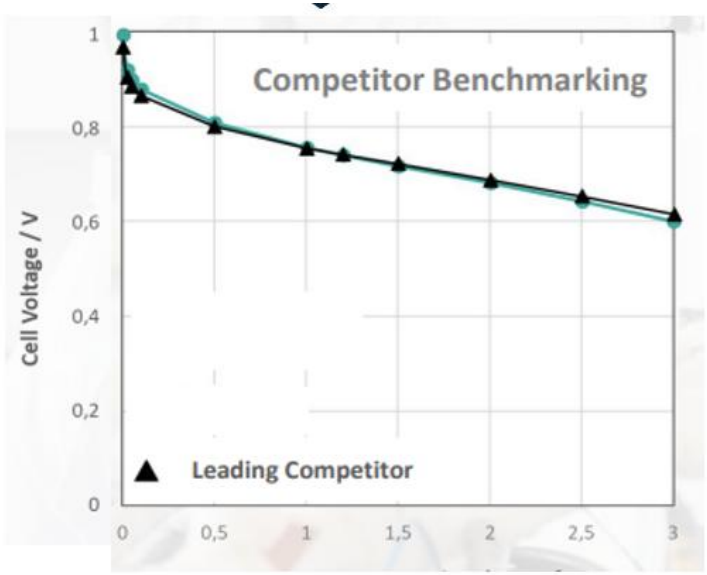
ДОСТИГНУТЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕДИНИЧНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА В УСЛОВИЯХ ЭХГ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ: **0,6 В - 1,4 Вт/см²**

Протестировано более 10 зарубежных производителей МЭБ



Вольт-амперные и мощностные характеристики МЭБ иностранного производства (красный) и МЭБ (Gen 5) собственного производства (черный).

Удельная мощность МЭБ Инэнерджи составляет **1,4 Вт/см² при 0,6 В** – соответствует мировому уровню



Дальнейшие планы:

- Ресурсные, деградационные испытания МЭБ, стресс-испытания в условиях колебания влажности;
- Улучшение характеристик за счет оптимизации каталитических слоев, введения добавок;
- Переход на ГДС отечественного производства.



группа компаний inenergy

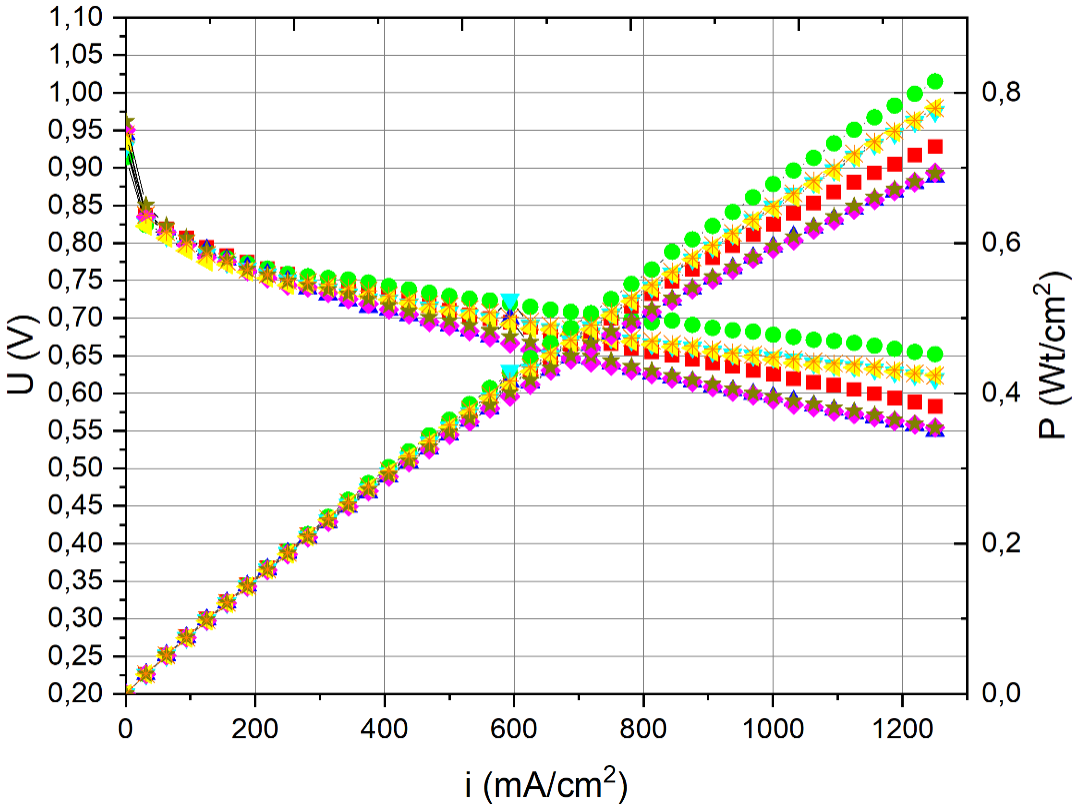
H2 инвест

Батареи топливных элементов

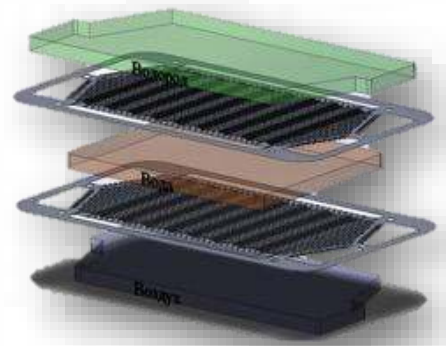
БТЭ

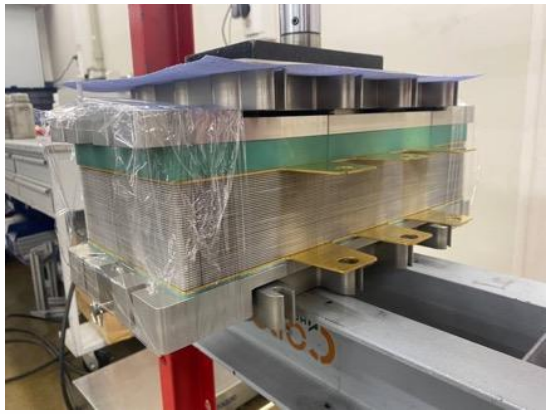
ХАРАКТЕРИСТИКИ БТЭ В УСЛОВИЯХ ЖИДКОСТНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ. ДОСТИГНУТЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ БТЭ **40-120 кВт** С ПОКУПНЫМИ БИПОЛЯРНЫМИ ПЛАСТИНАМИ И МЭБ ПРОИЗВОДСТВА ИНЭНЕРДЖИ



За 2025 г. характеристики были улучшены на 15%.
Цель на 2026 г – не ниже **1 Вт/см² при 0,7 В**





Композитные углеродные биполярные пластины с активной площадью до 250 см2



Титановые биполярные пластины с активной площадью до 320 см2





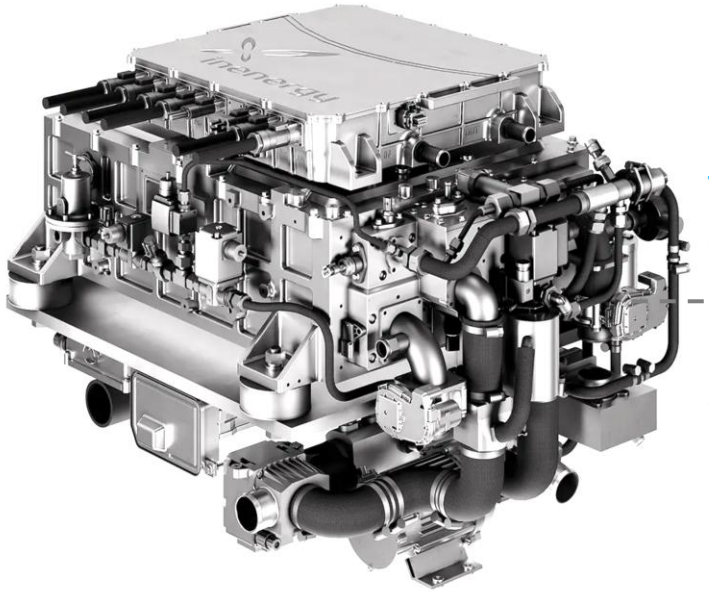
группа компаний inenergy

H2 инвест

Электрохимические генераторы

ЭХГ

РАЗРАБОТАН РЯД ПРОДУКТОВ ЭХГ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ НА БАЗЕ СОБСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Тип:
Силовые установки



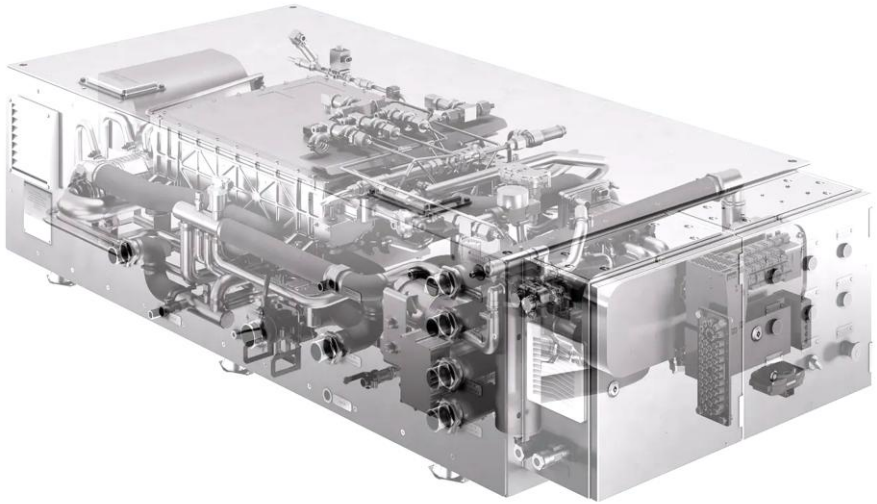
Номинальная мощность:
80-100 кВт

- Рабочие температуры: от -30 ^{0}C до +50 ^{0}C
- КПД: 52,3 %
- 31 % степень локализации в 2024 г
- 82 % степень локализации в 2026 г

Тип:
Расширители пробега



Номинальная мощность:
40-60 кВт



РАЗРАБОТКА ТИПОРЯДА ВОДОРОДНЫХ ЭХГ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ЦЕЛЕВАЯ МОЩНОСТЬ 55 КВТ (РАСШИРИТЕЛЬ ПРОБЕГА)

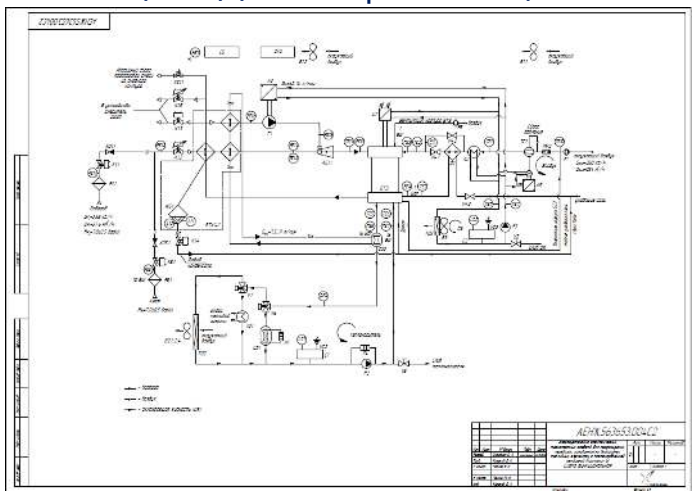
На совместной испытательной площадке ООО Инэнерджи и ФИЦ ПХФ и МХ РАН:

достигнуто целевое значение мощности **70 кВт** на БТЭ

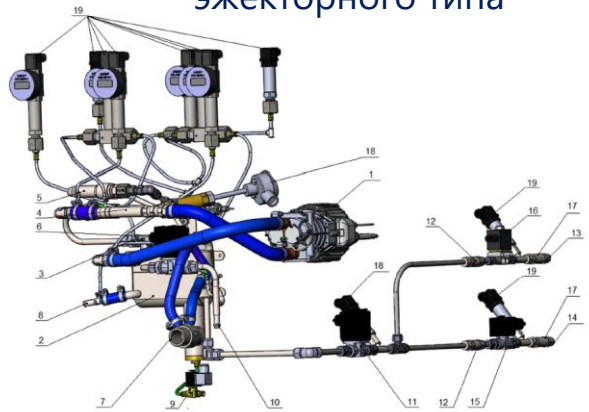
стехиометрический расход водорода **4,1 кг/ч**

удельная мощность **до 2 кВт/л или 1,5 кВт/кг**

Схема газогидравлическая (из КД с Литерой «О1»)



Система подачи и рециркуляции водорода (СРВ) насосно-эжекторного типа



Общий вид ОО ЭХГ 55 кВт

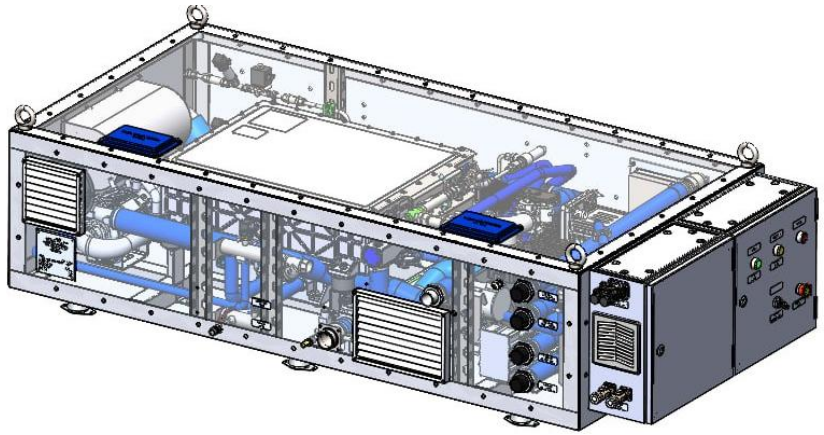
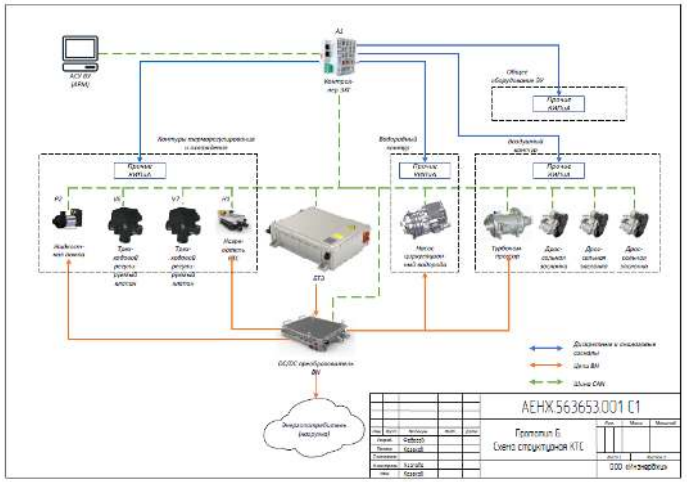
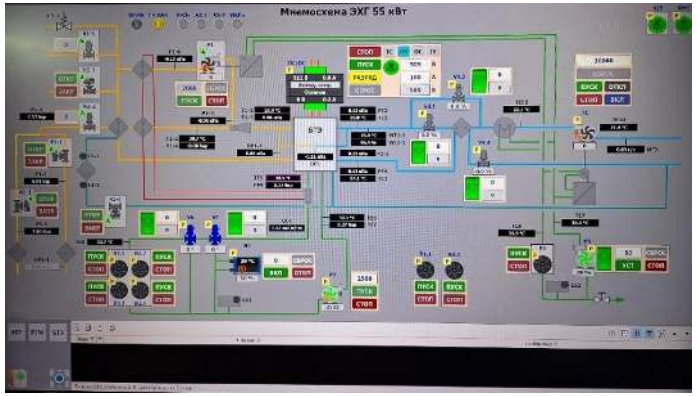


Схема структурная КТС АСУ ЭХГ

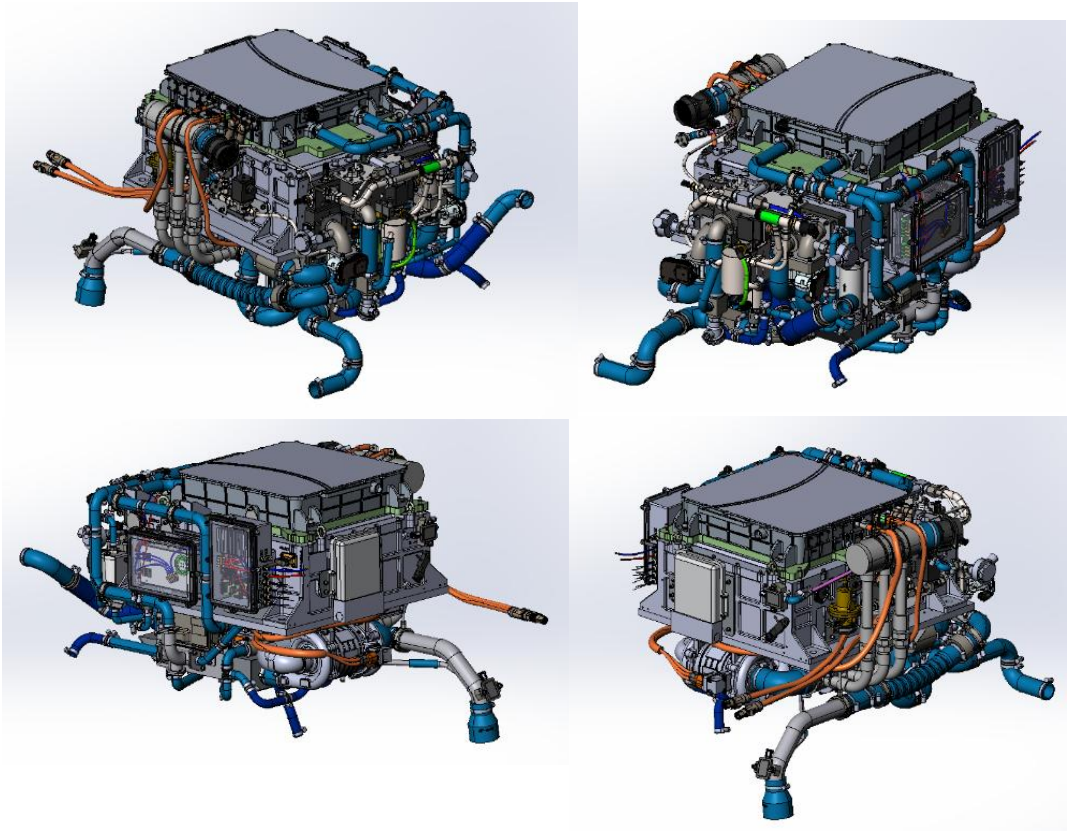


Мнемосхема оператора АСУ

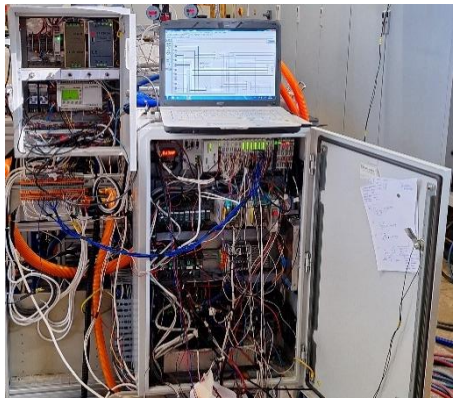


РАЗРАБОТКА ТИПОРЯДА ВОДОРОДНЫХ ЭХГ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ. ЦЕЛЕВАЯ МОЩНОСТЬ 85 КВТ (СИЛОВОЙ МОДУЛЬ)

Опытный образец ЭХГ 85 кВт
для размещения в подкапотном пространстве автомобиля.
Согласованы все точки подключения и порядок установки в ТС.



Отработка алгоритма работы АСУ ЭХГ на ПЛК с поэтапным переносом алгоритма на подобранный ЭБУ с шиной CAN

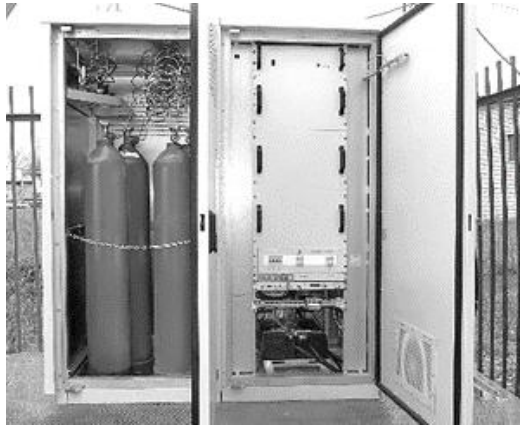




+ ведутся работы по настройке обмена данными ЭБУ ЭХГ с ЭБУ верхнего уровня ТС

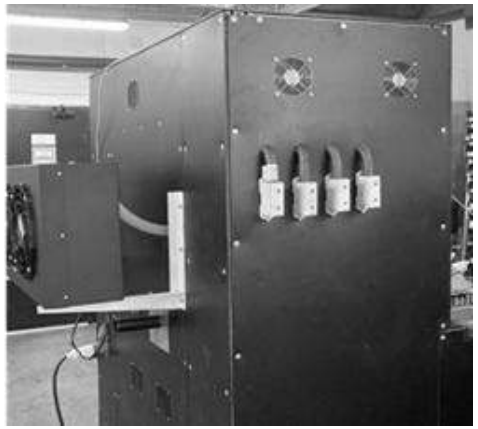
ПРОДУКТЫ НАПРАВЛЕНИЯ АСТРА ВНЕДРЯЮТСЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЖЕ С 2018 ГОДА

Система основного электропитания
базовой станции ПАО «МТС» мощностью **6 кВт**





Лабораторный комплекс «Водородный кластер» для ОАО «РЖД» –экспериментальный стенд для испытаний ЭХГ




Система резервного электроснабжения
удаленных объектов ПАО «Полюс» мощностью 5 кВт





Водородные энергоустановки 1 – 5 кВт
для беспилотных летательных аппаратов







группа компаний inenergy

H2 инвест

ИнЭнерджи

www.inenergy.ru
+7 (495) 181 96 96
info@inenergy.ru