

Водород и горивни елементи - алтернатива за устойчива енергия и транспорт

Евелина Славчева

Водородна икономика

„Water is the carbon of the future“ – Jules Verne, 1874

Водородна икономика = преход от традиционни изкопаеми горива към H_2 – енергиен вектор на бъдещето

Причини

- изчерпване на традиционните горива и съпътстващото повишаване на цената им
- необходимост от сигурност и независимост на енергийните доставки, която е застрашена от концентрацията в няколко географски района, несигурни в социално-политически аспект
- все по-голямо натрупване на вредни емисии (предимно CO_2 и CH_4) в атмосферата, водещи до опасно увеличаване на парниковия ефект

Предимства на водорода като енергиен носител

- висока специфична енергия (респ. мощност)
- нисък саморазряд
- мобилност
- относително евтин
- екологично чист

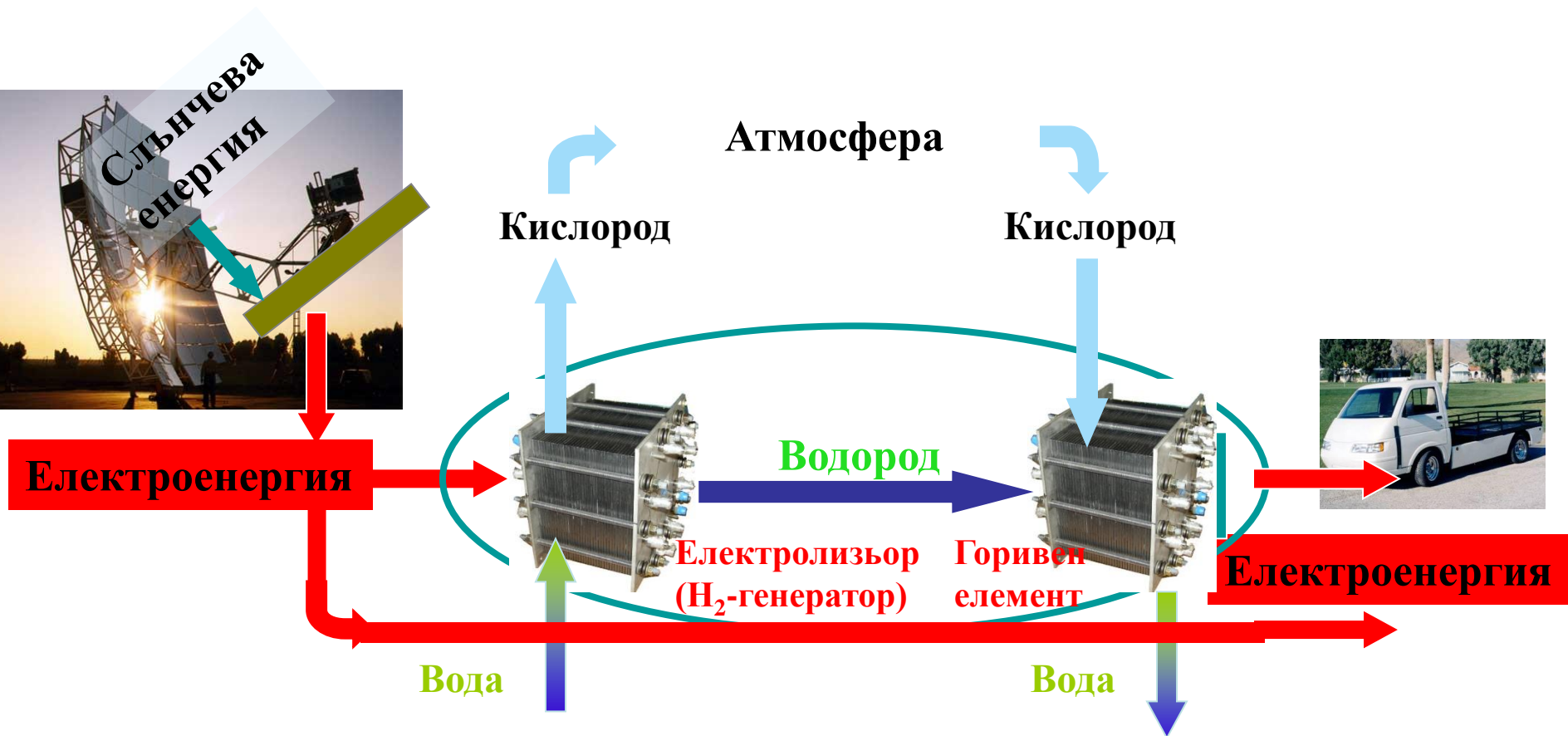
Енергийна плътност на различни горива [кWh/kg]

Метанол	Етанол	Бутан	Пропан	Бензин	Пр. газ
5,58	7,49	12,7	12,9	13,0	13,88



ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОХИМИЯ И ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ
„АКАДЕМИК ЕВГЕНИ БУДЕВСКИ“

Слънчев (зелен) водороден енергиен цикъл



Водородът не е източник, а преносител на енергия, характеризира се с висока ефективност на преобразуване, съхранение и транспорт и осигуряващ доставката и потреблението на енергията там, където и тогава, когато тя е нужна



Водородни енергийни системи

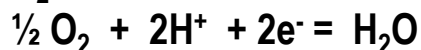
Във водородната икономика се използват електрохимични енергийни преобразуватели (водородни енергийни системи, ВЕС), чийто принцип на действие е базиран на реакцията на електрохимично взаимодействие на водорода с кислород./въздух:

- **Горивен елемент** (*клетка*) за преобразуване на химическата енергия на водорода в електрическа
- **Водороден генератор** (*электролизьор*) за преобразуване на електрическа енергия в химическа
- **Бифункционален генератор**, който при необходимост може да се ползва като генератор на ток или на водород.

Стехеометрията на реакцията е:



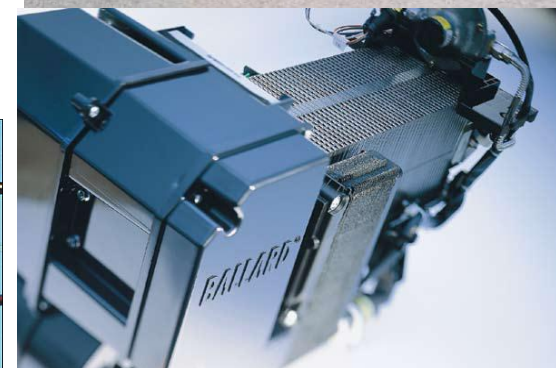
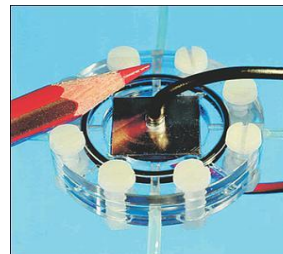
В електрохимичната клетка тази реакция се разделя на две полуреакции:



Реакцията протича изотермично (отпадат ограниченията от цикъла на Карно) и теоретичният коефициент на полезно действие е близо до 100%



Приложения



ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОХИМИЯ И ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ
„АКАДЕМИК ЕВГЕНИ БУДЕВСКИ“

Развитие и производство

Глобалното производство на ГЕ за 2012г. възлиза на 45,700 единици и мощност от 166.7 MW - увеличение с 86% спрямо 2011 г.



Стационарни системи - над 24,100 единици и 125 MW (увеличение от 50% и 53%, съответно)

Транспорт - 2,700 единици; леки и товарни автомобили, автобуси, самолети

27 нови водородни зарядни станции; общо 208, от които 80 в Европа, 76 в Северна Америка, 49 в Азия и 3 в останалата част на света



Преносими системи - 18,900 единици; почти трикратно увеличение с нарастващ дял на мини и микро ГЕ

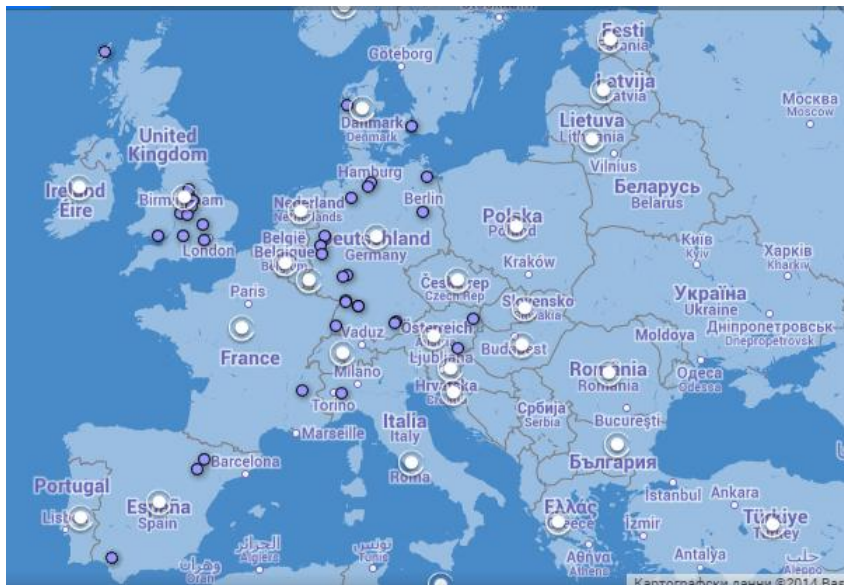
За 2013 г. прогнозното увеличение на произведените ГЕ е 46% , а добитата от тях електроенергия надхвърля 215.3 MW.

През 2014 г. доминирани все още са горивните елементи с полимерен електролит ПЕМГЕ (88%) но се наблюдава постепенно увеличение на твърдо-осидните системи, предимно за стационарни цели.



ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОХИМИЯ И ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ
„АКАДЕМИК ЕВГЕНИ БУДЕВСКИ“

Карта на водородните зарядни станции в Европа, 2012



Водещи страни; Германия, Великобритания, Дания

Засилена активност от Франция, Испания, Италия, Австрия, Холандия

Първи стъпки: Словения, Румъния, Хърватска

България изостава застрашително !

Примери за текущи проекти за изграждане на водородна инфраструктура в Европа

- **H₂ - инициатива в Абърдин** – голям демонстрационен проект за преход към водородна икономика в Шотландия, включително производство на H₂ от 1 MW ПЕМВГ; изграждане на зарядни станции; доказване на икономическите ползи от въвеждане на водородни транспортни средства с нулеви вредни емисии (старт с 2 автобуса през 2014); спонсори - правителствата на Шотландия и Великобритания, частния сектор и ЕС чрез Обединеното предприятие FCH JU; £16 million.
- **H₂ инфраструктура за транспорт (HIT)** – проектът има за цел да стимулира изграждането на водородни зарядни станции; стартира с 3 пилотни станции в Холандия и Дания; първата от които е открита през септември 2014 г.
- **Виена, Австрия** – през юли 2014 Linde Group откри първото малко предприятие за производство на водородни зарядни станции
- **H₂ център в Болцано, Южен Тирол** включващ водородна зарядна станция, производство на “зелен” водород от ВЕИ чрез електролиза на вода с дневен капацитет, достатъчен за зареждане на 15 - 20 автобуса или няколко стотин леки автомобили
- и т. н. и т. н.



Възможности

Рамкова програма за изследвания и иновации Хоризонт 2020 на ЕС (Предизвикателство 10. Чиста, сигурна и ефективна енергия); <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

Обединено предприятие Горивни клетки § Водород;
<http://www.fch-ju.eu/page/call-2014-under-horizon-2020>

ЕС програма за развитие на страните от Дунавския регион;

http://ec.europa.eu/regional_policy/cooperate/danube/index_en.cfm

Централна европейска инициатива;

http://en.wikipedia.org/wiki/Central_European_Initiative

Структурни фондове

Национални програми (?)



ИНСТИТУТ ПО
„АКАДЕМИК ЕВГЕНИ БУДЕВСКИ“

ЕЛЕКТРОХИМИЯ И
ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ

ИЕЕС – кои сме ние ?



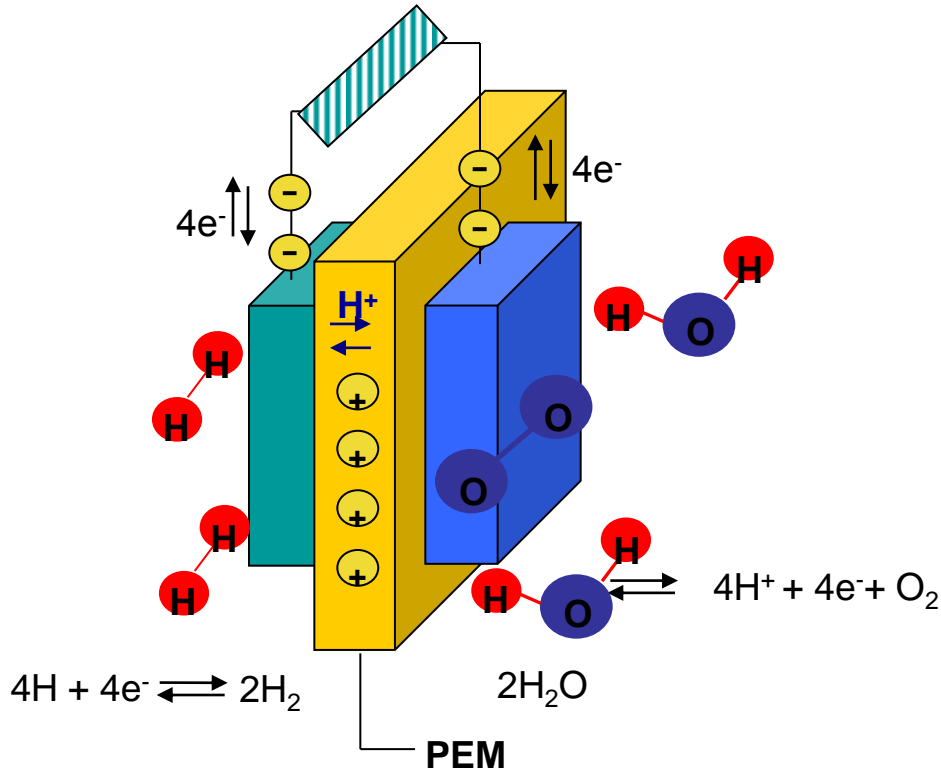
Създаден преди почти половин век, ИЕЕС е водещ национален научно-изследователски център в областта на теоретичната и приложна електрохимия, разпознаваем и утвърден в регионален и глобален мащаб.

Дейността на ИЕЕС обхваща две тематични платформи - Батерии и **Водород и горивни елементи**:

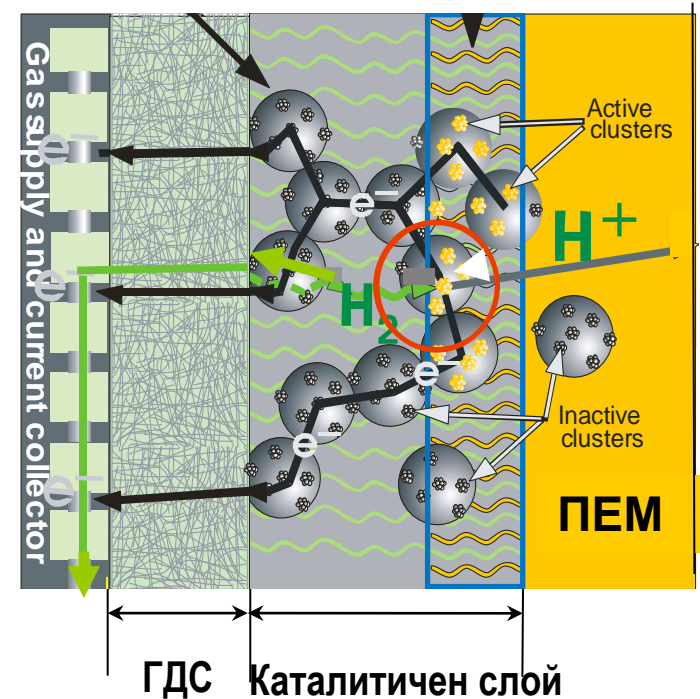
- ниско и високо-температурни горивни елементи (ПЕМ, ТО)
- водородни генератори
- обратими / бифункционални преобразуватели
- нови материали, компоненти; лабораторни прототипи
- експериментални методи, тестови клетки, изпитателни протоколи
- обучение, консултации, експертизи
- участие в проекти от ЗРП до 7РП на ЕК
- подадени проектни предложения в Хоризонт 2020
- готовност за участие в научно-приложни и пилотни проекти с правителствени и индустриални партньори

Иновативна разработка, готова за скалиране в промишлен продукт

Мембранен електроден пакет (МЕП)



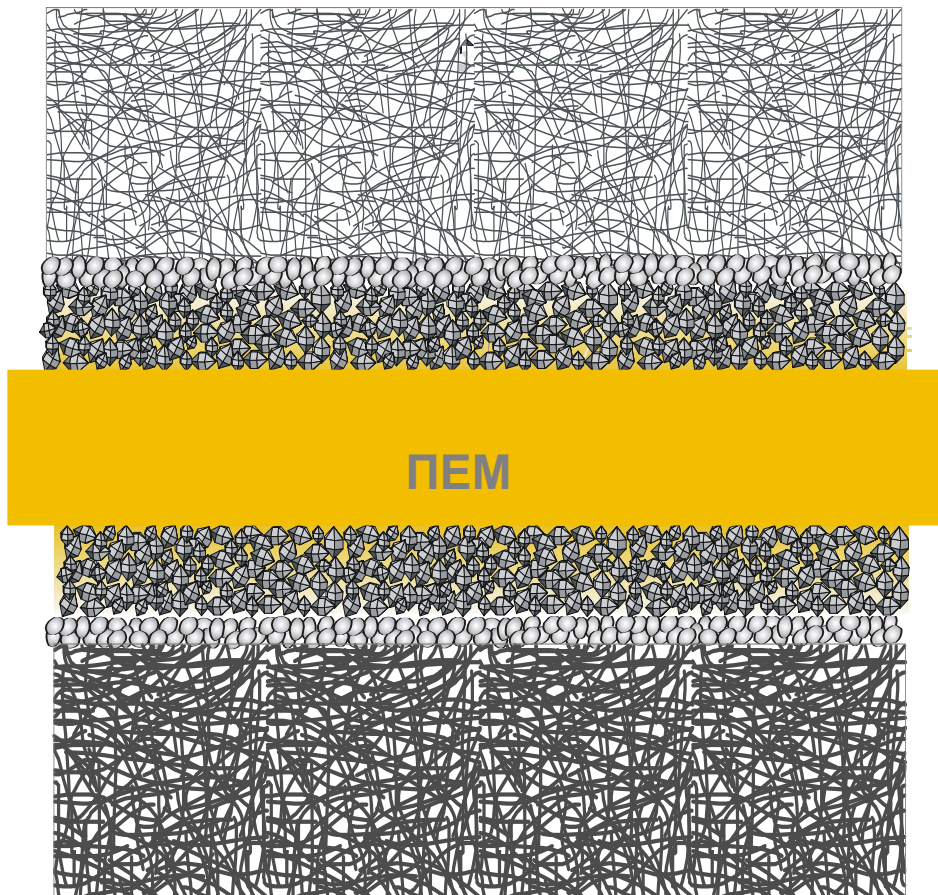
Конвенционален МЕП



Многообразието на ВЕС е невероятно голямо. Всяка ВЕС конструктивно е адаптирана към спецификата на потребителя. Същевременно всички ВЕС ползват един до голяма степен общ елемент, в който става същинското електрохимично преобразуване на енергията - т.нар. **Мембранен Електроден Пакет** (МЕП)



Мембранен електроден пакет ИЕЕС – БАН

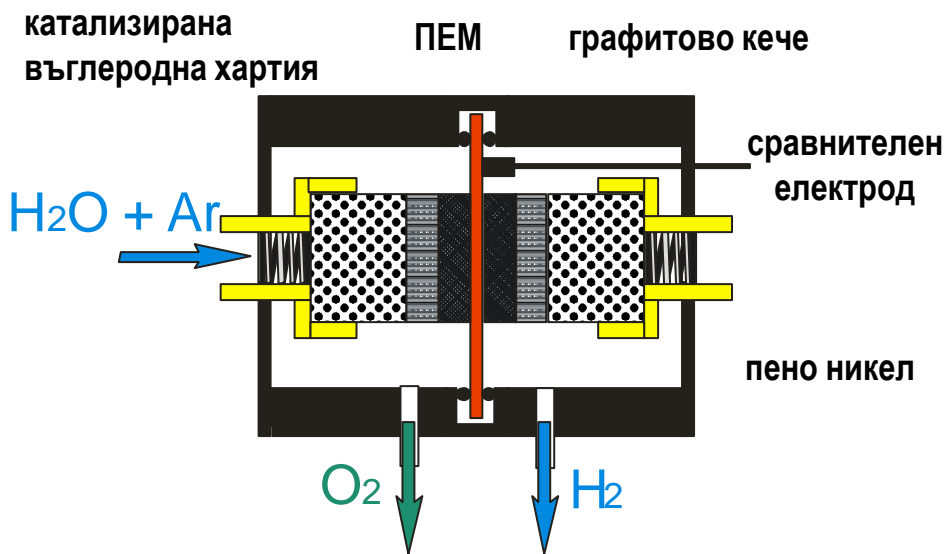


Асемблиране на МЕП

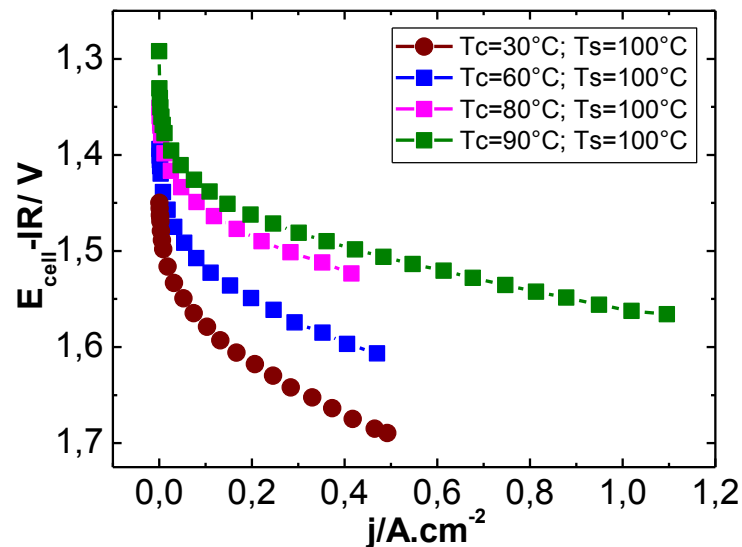
- отлагане на тънък адхезионен подслой от магнетронно върху подложка от тefлонизирана въглеродна хартия
- отлагане на каталитични филми с контролирана дебелина и свойства
- нанасяне на разтвор на полимерен електролит върху каталитичните филми
- горещо пресоване на електродите от двете страни на полимерна протонпроводяща мембрана



Работни характеристики на МЕР



единична клетка; стриктен контрол на температурата, влажността и потока на реагента; възможност да оперира с водна пара и с течна вода



$E_{\text{cell}}/\text{A.cm}^{-2}$	$P/\text{kWh.Nm}^{-3}$	$\eta/\%$
1.80	4.24	83
1.56	3.62	98 (HHV)

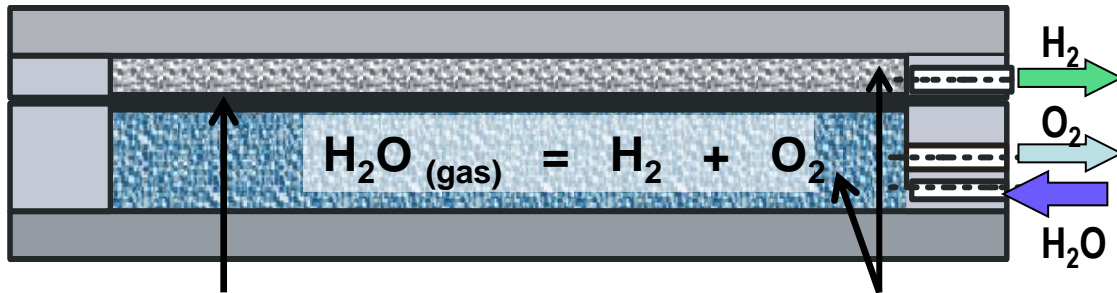
Реализация: екип от секция “Водородни системи с полимерен електролит” на ИЕЕС. Над 30 публикации в международни списания; договори в 5-та и 7-ма РП на ЕС; 5 проекта по сходни тематики с ФН към МОН; многобройни международни сътрудничества с водещи европейски центрове; 4 дисертации, 2 бакалавърски и 2 магистърски дипломни работи, практиканти и др.



ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОХИМИЯ И ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ
 „АКАДЕМИК ЕВГЕНИ БУДЕВСКИ“

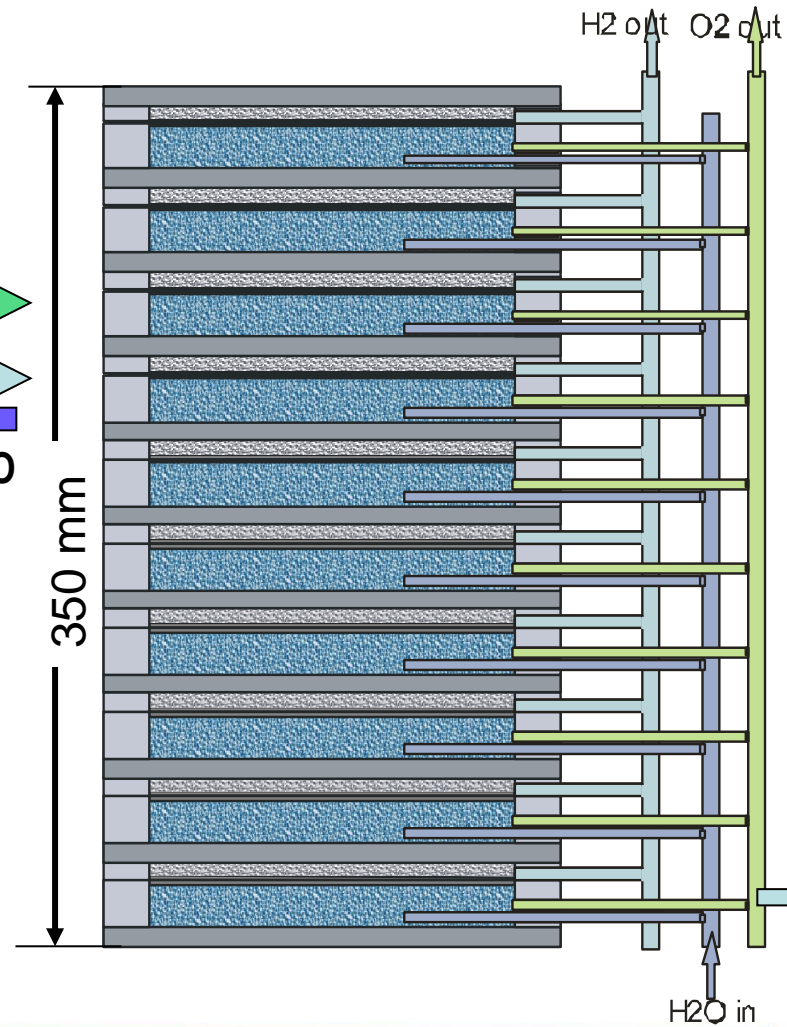
PEM ВГ– модулен стек

Единична електролизна клетка (модул)



мембранен електроден пакет плоча пено-никел

PEMВГ с 35 клетки (15 x 15 cm електроди) и 8000 cm² развита електродна повърхност по прогнозни данни на база постигнатото в единична клетка се очаква да произвежда **1 Nm³ H₂** за час при 61 V и 67.5 A или **4 kW** при **0.3 A.cm⁻²** и **7.5 kW** при **0.5 A.cm⁻²**



Благодаря за вниманието !

Очакваме вашите предложения за
сътрудничество