

NÉHÁNY HIDROGÉN/TÜZELŐANYAGCELLA ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉG AZ ÉPÜLETEK KOMPLEX ENERGIAELLÁTÁSÁHOZ, SARKANTYÚK ÉS ZABLÁK

Dr. EMHŐ LÁSZLÓ

emho@mti.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Emtech-S Kft.

Association of Energy Engineers

Tiszta Energia-Hidrogéngazdaság Konferencia,

Budapest, 2010. október 28.

Tiszta Energia 2010 október 28.

1

FŐBB PONTOK:

- Bevezető gondolatsor
- Alkalmazások:
 - A.) PEM (polimer elektrolit membrán) tüzelőanyag-cella
 - B.) SO (szilárd oxid) tüzelőanyag-cella
 - C.) PA (foszforsavas) tüzelőanyag-cella
 - D.) MC (olvasztott karbonátos) tüzelőanyag-cella felhasználásával
- Összefoglalás

Tiszta Energia 2010 október 28.

2

BEVEZETŐ GONDOLATSOR:

A LEGFONTOSABB SARKANTYÚK:

- A hagyományos jól tárolható fosszilis energiahordozó készletek kimerülőben vannak
- Az olcsó olaj és földgáz 35-45 éven belül elfogy
- Kína és India nemzeti összterméke 10 %-kal nő évente
- Ott is mindenki autóval kíván közlekedni, jogosan
- Kínában 4 naponta 1000 (!) MW új széntüzelésű erőmű teljesítmény lép be
- Következmény: Malthust meghaladó világ-világháború az energiaforrásokért
- **Hacsak ...**

Tiszta Energia 2010 október 28.

3

DE ELŐTTE KÖZBESZÓLVÁ A LEGFONTOSABB ZABLÁK:

- Múltba néző gondolkodásmód, egyénileg/szakemberként/politikusként
- Fosszilis infrastruktúra
- Fosszilis lobbis és beágyazottsága a nagypolitikába
- stb.

Tiszta Energia 2010 október 28.

4

VISSZATÉRVE A FŐ MEDERBE:

Hacsak ...

- Energiahatékonysággal
- Megújuló és nukleáris energiákkal
- Köztük a – villamosenergia tárolását megoldó hidrogén technológiákkal
- Benne az üzemanyag/tüzelőanyag-cella felhasználással
- Nem vágunk elébe kitörésének
- *Ez mindnyájunk felelőssége!*

Történetükről, alapjaikról, fajtáikról nemzetközi hidrogén konferenciáinkon többször, és részletesen is foglalkoztunk már.

Most csak röviden:

Tiszta Energia 2010 október 28.

5

- 16.század:Paracelsus: fémoldás savban
- 1766: Cavendish: „éghető levegő”
- 1781: Lavoisier: „a víz alkotója”
- 1838-39: Schönbein: Philosophical Magazine
- 1843: Grove gyakorlati kísérletek
- 1865: Verne Gyula: víz → hidrogén → fűtés
- 1880: Az olajbirodalom 100+ évre visszavág
- 1959: Bacon: első használható tüzelőanyag-cella, hegesztő berendezés
Ihrig: 15 kW-os traktor
- 1960-tól: Gemini, Apollo, Space Shuttle: 1; 2,3;
12 kW
- Ma: 2000 telepített rendszer, több mint 2500 járműben: vízben, talajon, levegőben és az űrben

Tiszta Energia 2010 október 28.

6

ESZKÖZÜNK, A HIDROGÉN KIVONÁSA A MAI NAGYVILÁGBAN:

- Jelenleg: földgázból: 48 %
olajból: 30 %
szénből: 18 %
vízbontással: 4 %
- Az első három kimerülő, a vegyiparban is jól használható szénhidrogén készleteinket pazarolja (*zabla*)
- A víz bőségben áll rendelkezésre, de hagyományos fosszilis energiaforrással előállított villamosenergia felhasználása háromszoros CO₂ kibocsátást és rendkívül alacsony hatásfokot jelent – a közvetlen megújulók felhasználásához képest (*sarkantyú*)

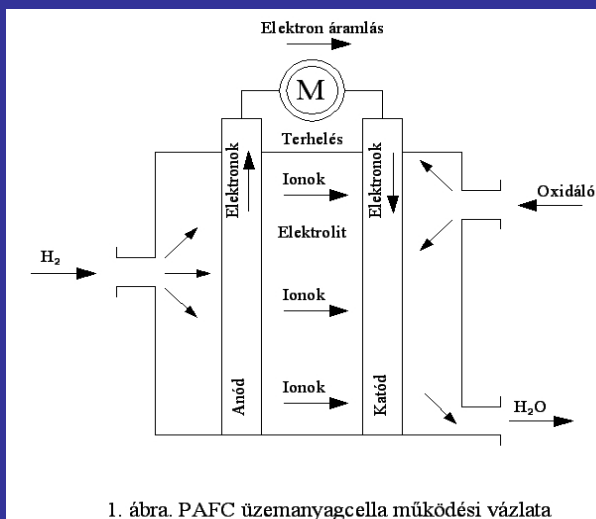
Tiszta Energia 2010 október 28.

7

- Így energia-, és környezettudatos megoldásként marad a megújulók,
- Másodlagosan a kockázatosabb nukleáris energia felhasználása
- Illetve később negyedik generációs reaktorban a közvetlen hidrogén-kinyerés
- Ezek közvetlenül is felhasználhatók, de tárolásuk sok esetben nehézkes, vagy majdnem lehetetlen
- Aminthogy az általuk megtermelt villamosenergia esetében is
- Ezért tekintjük kétszeresen: „előállításában” és felhasználásában is optimális, jövőbemutató, szinergikus megoldásnak a hidrogéntechnológiát és kiszolgálására a nukleáris energiát, illetve a megújulók igénybevételét.

Tiszta Energia 2010 október 28.

8



1. ábra. PAFC tüzelőanyagcella működési vázlatja

1. ábra: Üzemanyagcella működési vázlatja

Tiszta Energia 2010 október 28.

9

A HIDROGÉN ÉS TÜZELŐANYAG-CELLA

JÓL ISMERTEK:

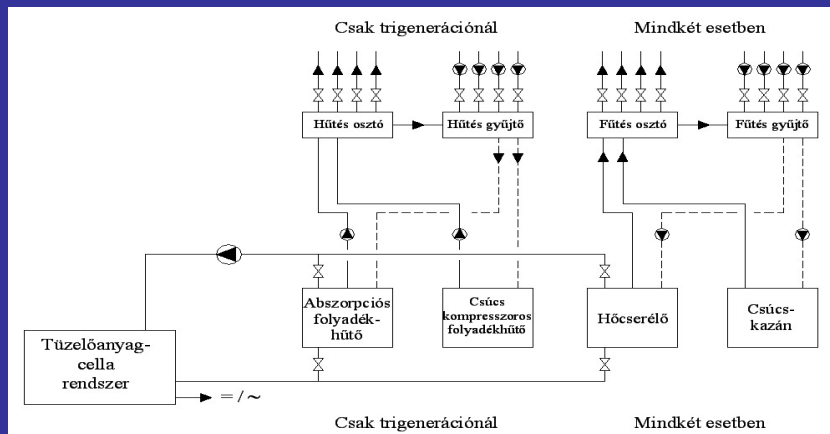
- Villamosenergia előállítási, tárolási,
- Közlekedési,
- És egyéb alkalmazásai

IGEN KEVÉSSÉ ISMERTEK:

- A vonatkozó épület energiaellátási megoldások, szempontok (pl. fűtés, kogen, trigen)
- Nézzük meg ezek főbb jellemzőit:

Tiszta Energia 2010 október 28.

10

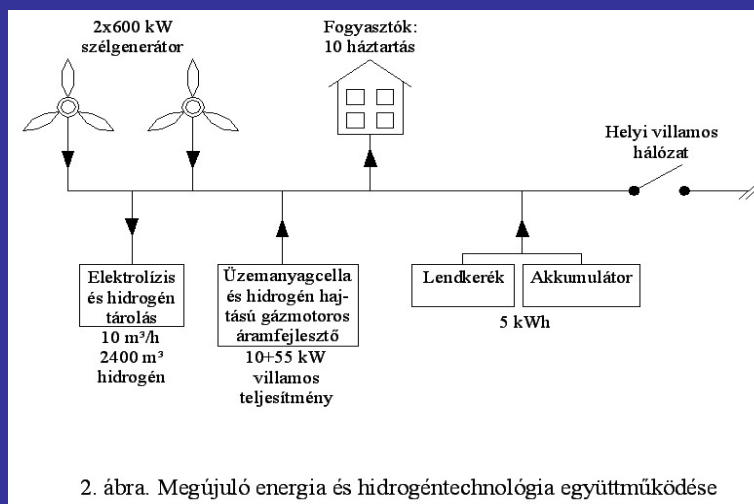


1. ábra. Tüzelőanyagrendszer kogen/trigen elrendezéshez, a disszipációs hő felhasználásával.

2. ábra: A felhasználási lehetőségek tárháza

Tiszta Energia 2010 október 28.

11



2. ábra. Megújuló energia és hidrogéntechnológia együttműködése

3. ábra: Megújuló energia és hidrogéntechnológia együttműködése

Tiszta Energia 2010 október 28.

12

ÁTTEKINTÉS ÜZEMI HŐMÉRSÉKLET SZERINT:

A. POLIMER ELEKTROLIT MEMBRÁN TÜZELŐANYAG-CELLA

- Anód katód: platina alapú szén részecskékkel
- Elektrolit: proton vezető polimer membrán
- Üzemi hőmérséklet 60-90 °C – ez alacsonyabb, mint a többinél szokásos 200-1000 °C
- Ez kevés kogen, illetve trigen alkalmazásokhoz, „beágyazott” sugárzó fűtésekhez viszont jól illeszthető

Tiszta Energia 2010 október 28.

13

- Előnyei viszont:
 - gyors üzemállapot elérés
 - nincs károsanyag kibocsátás (tiszta, reformált, „öt kilences” H₂ esetén)
 - alacsony beruházási és karbantartási költség
 - villamosenergia hatásfoka 40 %
- Alkalmazása függ a H₂ infrastruktúra kiépítettségétől
- Közeljövőben: értékes nagybiztonságú tartalék áramforrásként
- Telekommunikáció, bankszféra, vészhelyzetek, kereskedelem, szolgáltatások, épületfűtés
- Megbízhatóbb, könnyebben telepíthető, zéró károsanyag kibocsátás

Tiszta Energia 2010 október 28.

14

B. SZILÁRD OXID TÜZELŐANYAG-CELLA

- Magasabb üzemi hőmérséklet: 750-1000 °C
- Céljainkhoz kiválóan illeszkedik
- Esetleg 600 °C alsó határ
- Kerámia oxid vezetők, oxid katódok, kerámia/fém („cermet”) anódok
- Szendvics-szerkezetű torony kivitel
- „Csöves-lap” formáció: robosztus, egyszerű tömítés
- „Sík-lap” formáció: tömör, nem anyag-igényes, az alacsony hőmérséklet miatt igénytelenebb, költséghatékonyabb anyagfelhasználás

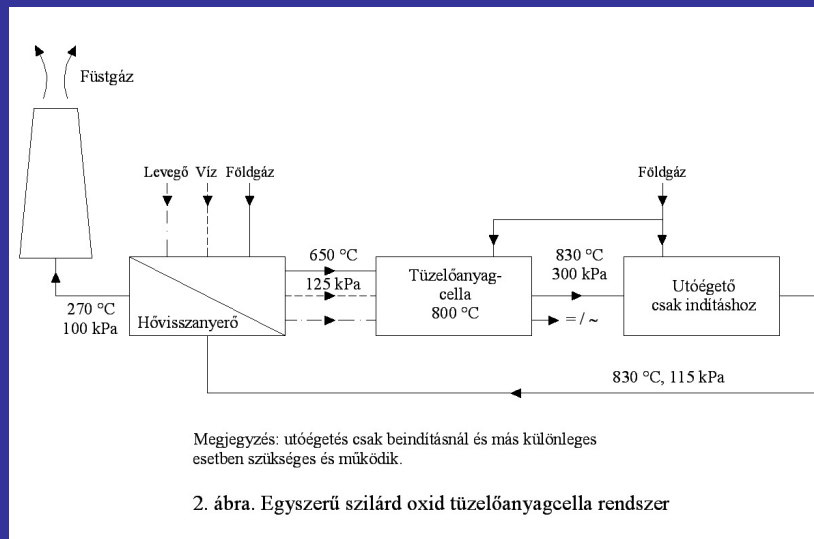
Tiszta Energia 2010 október 28.

15

- Egyszerű körfolyamatban
- Hibrid ciklusban, gázturbinával kombinálva
- Előnyei:
 - „többszörös” villamos teljesítmény
 - magasabb máglya-nyomás (300 kPa)
 - nagyobb teljesítmény/méret arány
 - turbinából kilépő hő előfűti a máglyát
 - jó hővisszanyerés a magas kilépő hőmérséklet miatt: 270, illetve 190 °C

Tiszta Energia 2010 október 28.

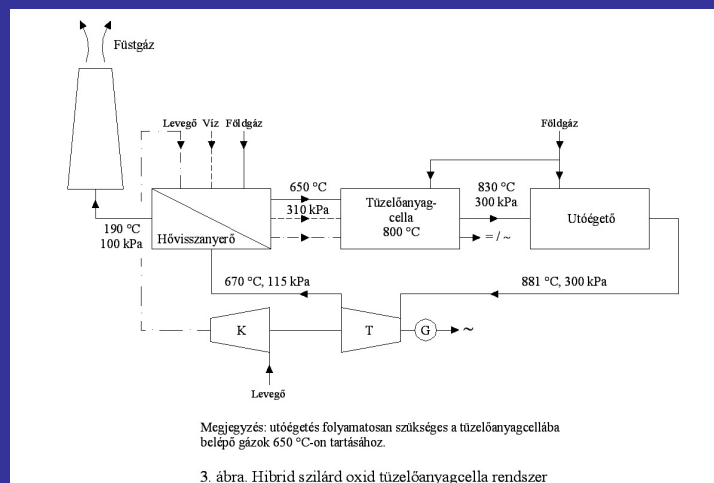
16



4. ábra: Egyszerű szilárd oxid tüzelőanyagcella rendszer

Tiszta Energia 2010 október 28.

17



5. ábra: Hibrid szilárd oxid tüzelőanyagcella rendszer

Tiszta Energia 2010 október 28.

18

- Magasabb hatásfok felső-alsó fűtőértékre:
 - megawattos nagyságrend:
 - egyszerű: 50-55 %
 - hibrid: 60-65 %
 - kilowattos nagyságrend:
 - 30-40/35-45 %
- Nagysorozatú költség célkitűzés:
 - tüzelőanyag-cella: 400 USD/kW
 - rendszer: 1200 USD/kW

Tiszta Energia 2010 október 28.

19

C. FOSZFORSAVAS TÜZELŐANYAG-CELLA

- Az elektrolit foszforsav pl. szilikon karbid rácsban
- Max. 220°C-on üzemelnek
- Fűtési célra megfelelő
- Kevésbé érzékeny CO „mérgezésre” a PEM egységekhez képest
- Széleskörű alkalmazás: több, mint 300 rendszer világszerte, 100-200 kW teljesítmény-tartományban
- Legtöbb: Japán, USA
- 95+ % rendelkezésre állási gyakorlat

Tiszta Energia 2010 október 28.

20

- Jó terheléskövető
- Viszonylag drága
- Hatásfoka kevésbé növelhető
- Megbízhatósági és folyékony elektrolit aggályok
- Fejlesztések a 100-1000 kW tartományban
- Hatásfok: 32-36 % / 35-40 %, felső-alsó fűtőértékre
- Várható rendszer költség: 2.000 USD/kW
- Különösen alkalmas közepes és nagy kereskedelmi épületekhez, ahol a cél magában foglalja olyan alacsony kibocsátás értékek elérését, amelyek hagyományos gázmotorokkal, gázturbinákkal nem valósíthatók meg.

D. OLVASZTOTT KARBONÁT TŰZELŐANYAG CELLA

- 600-700 °C üzemi hőmérséklet
- Olvasztott karbonát só kerámia kötőanyagban
- A földgáz itt magában a cellában reformálható (költségcsökkentés, egyszerű felépítés)
- „Érzéketlen” CO-ra, CO₂-re, ezért a jövőben széngázzal is üzemelhet – egy vagy kétlépcsős reformálással

- Kén, stb. kicsapatás az első reformerben, elkerülendő a máglyák elszennyezését
- 250 kW x n, többszörözött teljesítmény, MW-os nagyságrendben (modul rendszer)
- Kogenenciára, trigeneciára is
- 90-95 % rendelkezésre állás
- 3-5 év élettartam a cella-máglyára
- Hatásfok: 40-50 % felső fűtőértékre, 45-55 % alsó fűtőértékre

- Viszonylag magas kilépő hőmérséklet, így alkalmas csúcsigények elvitelére, gázturbinás, vagy mikroturbinás alapterheléshez
- Hatásfok ekkor: 60-70 % felső fűtőértékre, 65-75 % alsó fűtőértékre
- Alig terheli a környezetet
- 3200-3500 USD/kW rendszerszintű beruházás → 2500 USD/kW

- Magas hatásfoka és nagyon alacsony káros gáz kibocsátása miatt különösen alkalmas:
 - Más okból különösen drága hálózati áram esetén
 - Ahol az alacsony káros gáz kibocsátás „érték”
 - Teljesítmény-tartománya miatt optimálisan alkalmazható:
 - =kereskedelmi
 - =intézményi
 - =ipari helyi kogen-trigen rendszereknél

Tiszta Energia 2010 október 28.

25

ÖSSZEFOGLALÁS

- Az alacsony hőmérsékletű polimer elektrolit membrán és közepes hőmérsékletű foszforsavas tüzelőanyag-cella elsősorban fűtési célra jön számításba, „beágyazott” sugárzó rendszereknél a villamosenergia ellátáson túl (kogeneráció)
- A szilárd oxid, az és olvasztott karbonátos tüzelőanyag cellák 600-1000 °C üzemi hőmérsékletükkel már nemcsak kompresszoros, hanem abszorpciós folyadékűtő működtetését is lehetővé teszik, hőcserélőn keresztül, így ezek segítségével épületek fűtése, villamosenergia ellátása mellett azok hűtését, klimatizálását is komplex módon, gazdaságosan megoldhatjuk (trigeneráció)

Tiszta Energia 2010 október 28.

26

- Ezzel az össz energiafogyasztásunk 35-40 %-át képviselő épületeink belső rendszereihez hozzáilleszthetjük megfelelő tüzelőanyag-cella párját
- Fokozatos széleskörű kiépítésükkel erőteljesen függetleníteni tudjuk magunkat a kimerülő olaj-, és földgáz készletektől, azok CO₂ és más káros gáz szennyező kibocsátásától
- Optimális megoldásként szél-, vagy napenergiával vízbontásból kinyert majd eltárolt hidrogén felhasználásával a szükségletek szerinti időben tudjuk kielégíteni épületeink villamos-, és hőenergia-igényét.
- Hozzájárulhatunk a világ-világháború elkerülésének lehetőségéhez.