



Socrates

Energy Consultancy



**Riihimäen Kauppaoppilaitos
RIIHIMÄKI
FINLAND**



**Staatliche Handelsschule mit
Wirtschaftsgymnasium Schlankreye
HAMBURG
GERMANY**



**Grup Școlar Industrial Energetic
SIBIU
ROMANIA**

UTILIZAREA ENERGIEI DURABILE

Autori:

**Dr. Sorin Volosciuc
Codruța Nicoară
Manuela Stupinean**

Grup Școlar Industrial ENERGETIC SIBIU

**Această fișier este un produs final al Proiectului de dezvoltare școlară,
Comenius 1: „SISMEC-Consultanță integrată în domeniul energiei durabile,,
06-PD-13-SB-DE**

3. CELULE DE COMBUSTIBIL

3.1. Hidrogenul

Înainte de descoperirea sa, hidrogenul a fost confundat cu alte gaze. În 1766, chimistul englez Henry Cavendish a arătat că hidrogenul se formează la aplicarea acidului sulfuric pe metale și astfel este considerat descoperitorul hidrogenului. Ulterior, a arătat că, apa este rezultatul reacției dintre hidrogen și oxigen. În 1781, Joseph Priestley a numit acest gaz “aerul inflamabil”. Chimistul francez Antoine Laurent Lavoisier a dat acestui gaz denumirea de hydrogenium (formează apa). Hidrogenul lichid a fost produs prima dată în 1898 de James Dewar.

Hidrogenul este cel mai frecvent element din Univers. În spațiu este prezent în trei forme: ioni (protoni), atomi și molecule biatomice. Pe Terra apare doar în molecule.

În combinație cu alte elemente hidrogenul este foarte răspândit, iar cea mai frecventă și importantă formă este apa (H_2O). Apa este baza vieții.

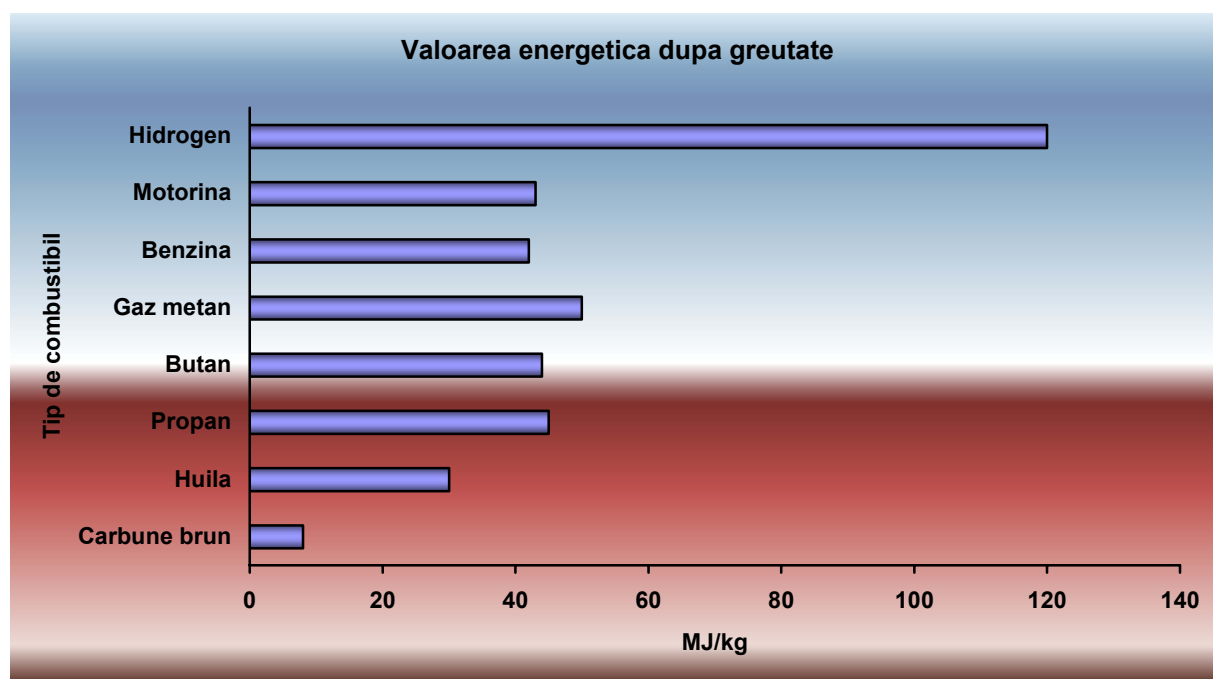


Figura 3.1

Hidrogenul are proprietățile unui gaz și se ridică, datorită densității sale mai mici decât cea a aerului.

Atenție la folosirea hidrogenului în spații închise, unde poate avea loc pericolul amestec de hidrogen și aer și care explodează.

În figura 3.1 sunt prezentate valorile energetice la diferite tipuri de combustibil. Din grafic se poate observa diferența mare dintre hidrogen și alte tipuri de combustibil.

3.2. Construcția și funcționarea unei celule de combustibil

Modul de funcționare a unei celule de combustibil este prezentat în figura 3.2. Într-o celulă de combustibil hidrogenul reacționează cu oxigenul formând apă. Cele două gaze sunt separate printr-un electrolit (de exemplu o membrană din material artificial-plastic) și schimbă electroni negativi printr-un conductor electric. Acest flux de electroni transformă celula într-o sursă (izvor) de energie. De asemenea va fi folosită și căldura rezultată. La anod (polul negativ) hidrogenul va fi descompus cu ajutorul unui catalizator în ioni pozitivi și electroni negativi. Trebuie făcută diferența dintre sensul real al electronilor în circuit și, implicit, și a sensului curentului electric și sensul convențional.

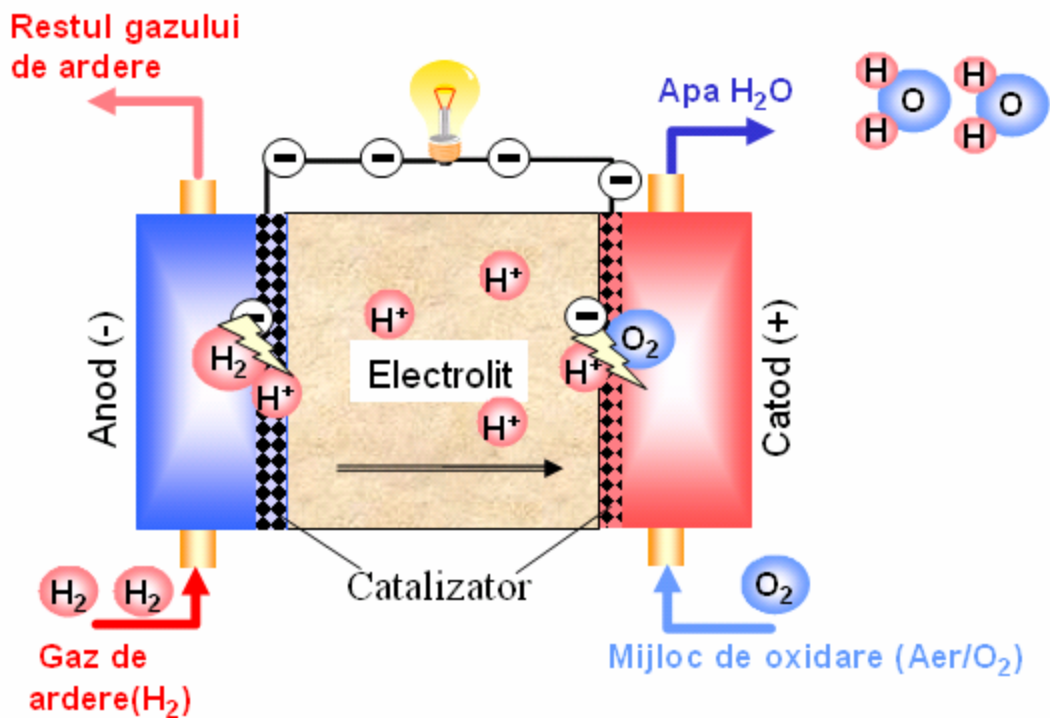


Figura 3.2

Fiecare atom de hidrogen va ceda câte un electron, care printr-un conductor se va îndrepta spre catod (polul pozitiv). Astfel circulă curent electric, cu ajutorul căruia ioni de hidrogen se vor combina cu oxigenul, rezultând apă.

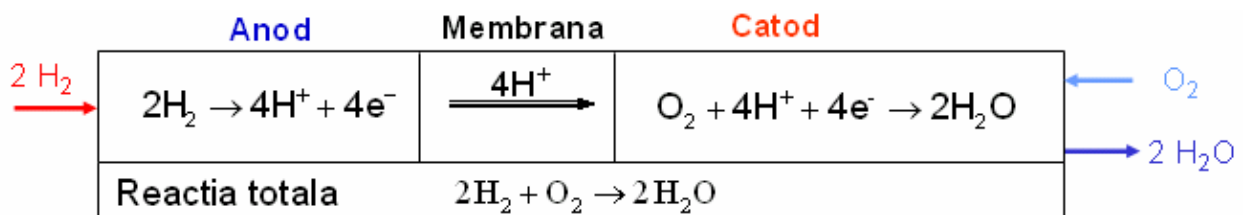


Figura 3.3

Conform legilor electrochimiei, o singură celulă de combustibil poate furniza doar o tensiune de 1 volt. Pentru a obține tensiuni mai mari trebuie legate în serie mai multe celule, iar pentru curenți mai mari trebuie legate mai multe celule în paralel. Astfel se obțin panouri cu celule.

Reacțiile chimice sunt prezentate în figura 3.3.

Într-o celulă de combustibil, energia chimică acumulată în combustibil se transformă în energie electrică și energie termică.

$$\text{Energia combustibilului} = \text{Energie electrică} + \text{Energie termică}$$

În figura 3.4 sunt prezentate „produsele” celulei de combustibil.



Figura 3.4

La arderea combustibilului, energia sa se eliberează prin căldura reacției. Într-o celulă de combustibil reacționează hidrogenul cu oxigenul, pe un mol de hidrogen se eliberează o cantitate de energie de 286kJ .

Această valoare este entalpia reacției ΔH sau, la presiune constantă, este numită putere calorifică.

3.3. Aplicațiile celulei de combustibil

Celulele de combustibil sunt utilizate destul de mult la propulsia vehiculelor sau la vapoare.

Pretențiile asupra celulei de combustibil sunt deosebit de mari, deoarece la volum mic ele furnizează o putere de peste 50 kW și trebuie să garanteze un timp de funcționare îndelungat.

Ele sunt alimentate în mare măsură cu hidrogen sub presiune. Hidrogenul va fi comprimat până la 700 bar și depozitat în rezervoare sigure.

Conceptele de propulsie cu hidrogen lichid sau producerea ad-hoc a hidrogenului au fost realizate cu succes. Ca tip de celulă de combustibil se folosește PEFC. Majoritatea producătorilor de autoturisme au dezvoltat mașini cu celule de combustibil, care se află în stadiul de probe.

Celulele de combustibil sunt folosite și ca baterii în aparate mici și la producători portabili de energie de până la 1 kW. Sunt o alternativă eficientă a acumulatorilor. În comparație cu bateriile, ele oferă un timp mai mare de utilizare precum și un număr nelimitat de cicluri de încărcare.

Cele mai mari avantaje sunt greutatea redusă și puterea mare de acumulare. Cele mai frecvent utilizate celule de combustibil sunt PEFC și DMFC.

Domeniile de utilizare sunt aparate de comunicare, lanterne, telefoane mobile, laptop și aparate portabile de producere a energiei electrice.

3.4. Tipuri de celule de combustibil

3.4.1. Celula de combustibil cu acid fosforic (PAFC)

Temperatura de lucru de 130-200°C face ideală folosirea celulei de combustibil cu acid fosforic la producerea staționară de energie în centrale termice mici de blocuri.

Primele instalații comerciale sunt deja pe piață și servesc la alimentarea blocurilor sau a fabricilor mici cu căldură și curent electric. Se folosesc celule de combustibil cu acid fosforic împreună cu hidrogen. Cu ajutorul unui convertor se poate utiliza gaz sau metanol.

Caracteristici:

- ◆ se face schimb de ioni de hidrogen, deci membrana trebuie să fie permanent umedă;
- ◆ ca electrolit se folosește acid fosforic lichid;
- ◆ instalațiile sunt sensibile la monoxidul de carbon, ceea ce implică curățarea gazului din proces;
- ◆ temperatura de lucru: 130-200 °C;
- ◆ puterea: 50-500 W;
- ◆ randamentul: 48-60 %;
- ◆ se folosesc la centrale termice de bloc.

3.4.2. Celula de combustibil cu carbonat topit (MCFC)

Temperatura înaltă de lucru, 650°C, facilitează, pe lângă producerea curentului electric și căldurii, și producerea de abur. Din cauza temperaturii ridicate, în celulă poate avea loc conversia internă a gazului în hidrogen și bioxid de carbon. Un convertor extern nu este necesar. Temperaturile înalte și sărurile lichide ale electrolitului, atacă materialul.

Caracteristici:

- ◆ se pot folosi doar gaze de ardere conținând carbon, hidrogenul pur nu poate fi folosit;
- ◆ o problemă o constituie dizolvarea lentă a catodului în electrolit;
- ◆ se caută materiale mai rezistente;
- ◆ temperatura de lucru: 650 °C;
- ◆ există echipamente care dezvoltă 250 kW, iar altele de 2,2 MW se dezvoltă în prezent;
- ◆ randamentul: 48-60 %;
- ◆ se folosesc la centrale termice de bloc.

3.4.3. Celula de combustibil cu oxid ceramic (SOFC)

Celula de combustibil cu oxid ceramic are temperatura de lucru cea mai ridicată, 800-1000 °C, și va fi folosită în centralele termice industriale. Se pot dezvolta și sisteme mai mici pentru case. Pentru acest tip se studiază și o formă tubară.

Celula funcționează cu hidrogen, care datorită temperaturilor ridicate poate fi obținut din gaz metan, printr-un proces intern.

În figura 3.5 este prezentat principiul de funcționare al unei celule de combustibil cu oxid ceramic (SOFC).

Principiul de funcționare al SOFC

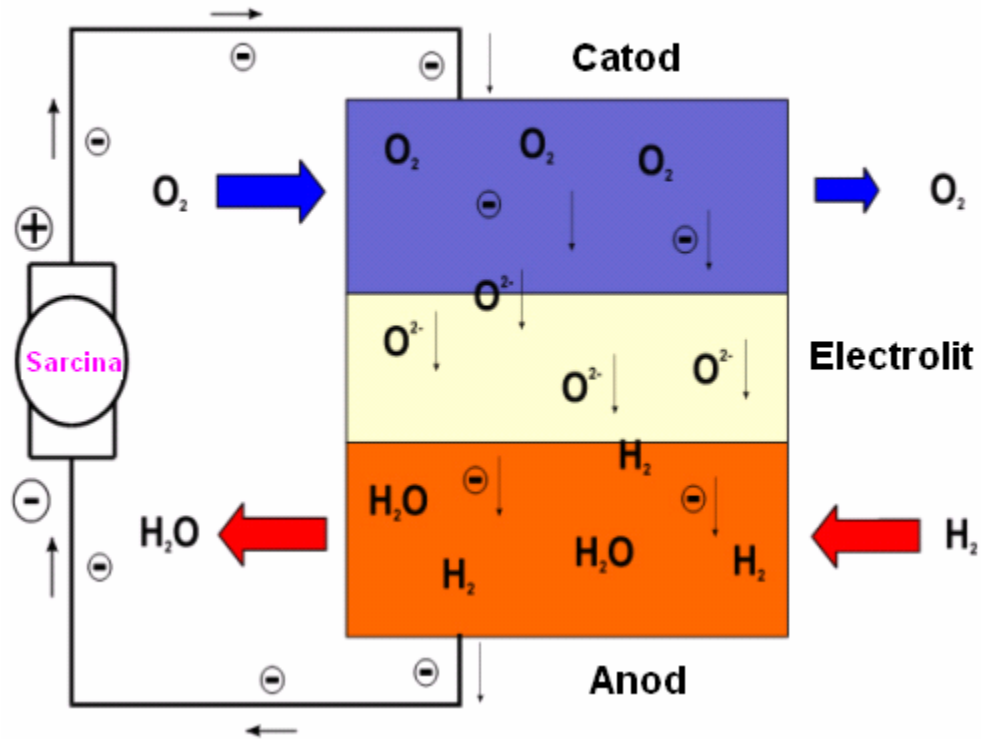


Figura 3.5

Caracteristici:

- ◆ se schimbă ioni de oxigen într-un electrolit ceramic din zirconiu îmbunătățit;
- ◆ este necesară găsirea unor electroliti mai subțiri, care să funcționeze la temperaturi mai mici;
- ◆ puterea: 1-2,5 MW;
- ◆ se folosesc îndeosebi în centrale termice.

3.4.4. Celula de combustibil alcalină (AFC)

Celulele de combustibil alcaline au fost utilizate la bordul navetei spațiale Apollo. Ele sunt celulele clasice de combustibil.

Datorită randamentului electric ridicat și a temperaturii de lucru ușor controlabilă de 80 °C, sunt folosite și în prezent în zborurile spațiale.

Caracteristici:

- ◆ reacția este foarte sensibilă datorită urmelor de bioxid de carbon din hidrogen și oxigen;
- ◆ temperatura de lucru: 60-90 °C;
- ◆ au fost realizate instalații cu puteri de la 1 kW la 120 kW;
- ◆ randamentul este de până la 60%;
- ◆ se utilizează la zborurile cosmice și bărci de agrement.

3.4.5. Celula de combustibil cu membrana de polimer (PEFC)

Numele acestei celule provine de la o folie de polimer folosită drept perete despărțitor între anod și catod. Prototipurile se folosesc ca surse de energie pentru mașini, centrale termice pentru case sau ca baterii pentru laptop, telefoane mobile. Celula folosește hidrogen purificat. Cu un convertor, se poate folosi și gaz metan sau benzină.

Caracteristici:

- ◆ se schimbă ioni pozitivi de hidrogen, deci membrana trebuie să fie permanent umedă;
- ◆ instalațiile sunt sensibile la monoxidul de carbon, ceea ce implică curățarea gazului din proces;
- ◆ temperatura de lucru: 0-80 °C;
- ◆ puterea până la 250 kW;
- ◆ randamentul cu hidrogen: 60%;
- ◆ randamentul cu metan: 40%;
- ◆ se utilizează la alimentarea cu curent electric, în domeniul automobilelor, la centralele termice.

3.4.6. Celula de combustibil cu metanol direct (DMFC)

Metanolul este lichid, deci poate fi utilizat ușor. Funcționează fără un convertor. Electrolitul este o membrană, iar temperatura de lucru 60-130 °C.

Caracteristici:

- ◆ se schimbă ioni pozitivi de hidrogen;
- ◆ temperatura de lucru: 60-130 °C;
- ◆ se utilizează la aparate mici.