



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2011

## **MODELAREA PILELOR CU COMBUSTIBIL CU MEMBRANĂ SCHIMBĂTOARE DE PROTONI**

Elena BREAZ, Oana ONETȚ, Dumitru POP,  
Daniela BORDENCEA, Radu TÎRNOVAN

### **PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELL SYSTEM DEVELOPMENT**

Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), with low polluting emissions, is a great alternative to replace the traditional power sources. The fuel cell generates electric power and heat power, which can be used to feed electrical and heat customers. This paper presents a study of the PEMFC system.

Keywords: fuel cell, hydrogen, electricity

Cuvinte cheie: pilă cu combustibil, hidrogen, energie electrică

### **1. Introducere**

Pilele cu combustibil sunt dispozitive electrochimice care convertesc energia chimică în energie electrică, în mod direct, având un randament ridicat și impact scăzut asupra mediului. Această conversie este mai avantajoasă decât conversia indirectă a energiei chimice a combustibililor în energie electrică din următoarele considerente:

- se elimină echipamentele costisitoare legate de procesul termodinamic (cazan, turbină, generator electric și instalațiile aferente).
- randamentul nu este limitat la valoarea teoretică corespunzătoare ciclului Carnot, deoarece temperatura procesului este constantă.

Pilele cu combustibil funcționează atâta timp cât sunt alimentate cu combustibil și oxidant. Ele, spre deosebire de acumulatori, nu necesită o reîncărcarea electrică.

O pilă de combustie constă dintr-un anod alimentat cu combustibil ( $H_2$ ) și un catod alimentat cu oxigen din aer, separați între ei printr-un conductor ionic, electrolitul, și/sau o membrană care permite transferul de ioni între cei doi electrozi și care împiedică reactanții să se amestece și electronii să tranverseze inima pilei.

Una din tehnologiile strategice energetice ale UE va fi utilizarea hidrogenului și a pilelor cu combustibil în producția de energie electrică. În funcție de modul de obținere a hidrogenului pilele cu combustibil pot fi considerate ca și surse regenerabile și "curate" de energie – obținerea hidrogenului prin electroliză.

## **2. Necesitatea producerii de energie electrică din surse alternative și regenerabile**

Perspectiva epuizării într-un viitor nu prea îndepărtat a combustibililor fosili și nesoluționarea depozitării deșeurilor radioactive a îndreptat atenția oamenilor de știință asupra unor surse energetice neconvenționale, cunoscute într-o accepțiune mai largă ca „resurse alternative”.

Comisia Europeană a propus în setul de documente care reprezintă Noua Politică Energetică a UE următoarele obiective:

- Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20 % până în anul 2020, în comparație cu cele din anul 1990;
- Creșterea ponderii surselor regenerabile de energie în totalul mixului energetic de la mai puțin de 7 % în anul 2006, la 20 % din totalul consumului de energie al UE până în 2020;
- Reducerea consumului global de energie primară cu 20 % până în anul 2020.

Dezvoltarea și implementarea tehnologiilor energetice bazate pe hidrogen pot contribui semnificativ la obiectivele politicii europene privind securitatea energetică, calitatea aerului și reducerea efectului de seră și a gazelor poluante.

În acest context, dezvoltarea unor tehnologii inovative precum tehnologia pilelor cu combustibil și în consecință a sistemelor energetice pe bază de hidrogen a devenit crucială, chiar critică.

### 3. Pila cu combustibil cu membrană schimbătoare de protoni (PEMFC)

Aceste pile utilizează un electrolit solid, constituit dintr-o membrană polimerică cu conducție protonică asigurată de o funcție sulfonică (figura 1).

Cel mai comercializat și utilizat polimer, cunoscut sub denumirea comercială NAFION. Aceste membrane au caracter hidrofili și necesită să fie în permanență hidratate pentru a asigura conducția protonică.

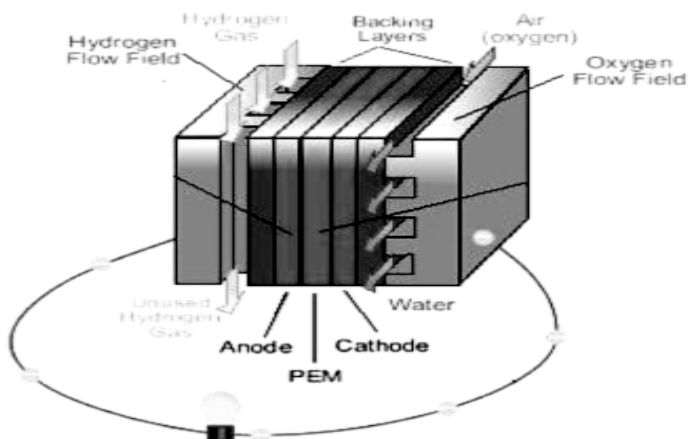


Fig. 1 Pila cu combustibil de tip PEMFC

Membrana schimbătoare de protoni pe bază de Nafion funcționează de obicei sub 70-85 °C. Temperatura scăzută de funcționare asigură o pornire rapidă și nu necesită o izolație termică pentru protecția personalului. Condițiile moderate de funcționare constituie un mare avantaj al acestor pile, comparativ cu alte modele ce necesită utilizarea acizilor foarte corozivi, a ceramicilor menținute la temperaturi înalte sau a sărurilor topite.

### 4. Modelarea pilei cu combustibil PEM

Modelarea matematică a diferitelor aspecte implicate de funcționarea unei pile de combustie, de determinarea geometriei optime de curgere a fluidelor sau de integrarea pilelor de combustie în sisteme complexe de producere a energiei electrice a constituit unul din

domeniile pe care s-a pus accent în optimizarea acestor tehnologii, facilitând înțelegerea modului în care parametrii modelului afectează performanța pilelor de combustie.

Un model detaliat pentru analiza dinamicii fluidelor trebuie să cuprindă un set complet de ecuații care să descrie curgerea fluidelor în medii poroase, procesele complexe de difuzie a speciilor implicate în proces, reacțiile chimice și electrochimice ce au loc în stratul de cataliză al pilei de combustie, transportul protonilor prin membrană, potențialul electric și densitatea de curent, transferul de masă și de căldură, uzura materialelor etc.

Ecuațiile curgerii fluidelor se obțin prin efectuarea bilanțurilor generale sau diferențiale de masă, forțe și energii.

Tensiunea maximă a unei celule PEMFC este de aproximativ 1,2 V la 80 °C și presiune atmosferică standard, eficiența generării de energie fiind influențată de presiunea aerului și concentrația hidrogenului. Modelele raportate se pot împărți în două clase generice:

- analitice;
- empirice.

Modelele analitice se bazează pe dezvoltări teoretice în timp ce cele empirice utilizează date experimentale.

**Notă:** Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Studii doctorale în științe inginerești în scopul dezvoltării societății bazate pe cunoaștere - SIDOC", contract: POSDRU/88/1.5/S/60078, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, în baza de date creată pentru Proiectul SIDOC.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] \* \* \* U.S. Department of Energy, Fuel Cell Handbook, USA 2000.  
[2] Larminie, J., Dicks, A., *Fuel Cell Systems Explained*. New York, Wiley, 2001.  
[3] \* \* \* <http://www.ecolife.ro>  
[4] \* \* \* [www.ewea.org](http://www.ewea.org)

Drd.Ing. Elena BREAZ  
e-mail: elena.breaz@eps.utcluj.ro  
Drd.Ing. Oana ONEȚ  
Drd.Ing. Dumitru POP  
Drd.Ing. Daniela BORDENCEA  
membru AGIR  
Prof.Dr.Ing. Radu TÎRNOVAN  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca