

PROIECTAREA UNUI SISTEM DE PRODUCERE A OXIGENULUI PUR DIN SURSE NECONVENȚIONALE DE ENERGIE

DESIGN OF THE GENERATOR FOR PURE OXYGEN USING RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

CIMPOIAȘU VILY MARIUS

Universitatea din Craiova, Facultatea de Horticultură

Abstract. *At European level, in the many research projects, the great funds are used for fundamental research for the renewable energies and collateral technologies. One of most important area is bio-fuel and fuel technologies, including hydrogen production, usage, transportation and storage. All these technologies can be use also for oxygen production at high level of purity. This work present the original design for oxygen production using an tandem electrolyser-fuel cell, coupled with an Li-ion power batteries for energy storage and for sustaining working cycle and in instance with solar PV panel for energy generation from solar source. The U-I characteristics of electrolyser, fuel cell, batteries and PV panel can be used like input data for Matlab Simulink model for investigate the working regime.*

Oxigenul, alături de hidrogen, poate fi considerat drept suport pentru un combustibil sintetic purtător de energie secundară într-o epocă ulterioară combustibililor fosili. Sintetizăm câteva argumente care recomandă utilizarea oxigenului ca vector energetic, produs pe baza de tehnologii și surse neconventionale: - este o sursă inepuizabilă obținându-se din apă; - poate fi stocat drept gaz la presiune normală sau înaltă presiune, și prin urmare, ușor de transportat; - perfecționările de ordin tehnologic și utilizarea de materiale avansate conduc la o producție relativ ieftină de oxigen dacă se adaugă și costurile impuse de restricțiile de ordin ecologic aferente economiei combustibililor fosili.

Una din tehnologiile de obținere neconventională a hidrogenului, aplicabilă și la obținerea oxigenului, este electroliza fotoasistată [1,2]. Datorită consumului ridicat de electricitate, producerea electrolitică a oxigenului nu poate fi competitivă cu producerea acestuia metode clasice. Pentru electrolizoare și celule de combustibil, unul dintre elementele noi tehnologice îl reprezintă creșterea temperaturii de operare, care determină mărirea densității de curent. Pentru regimul de temperatură în domeniul 120-150⁰ este cheia este materialul pentru membrane, pentru care s-a pus problema unor materiale speciale. Astfel, a fost lansat un produs sintetic poliperflorinat sulfonat-Nafion^R [3].

În privința materialelor utilizate s-au realizat progrese notabile lansându-se electroliti solizi [4]. Avantajul electrolizorului utilizând astfel de electroliti îi constituie densitățile de curent de 5-10 ori mai mare decât electrolizoarele convenționale dar prezintă dezavantajul consumului de metale nobile. Există numeroase preocupări în domeniul materialelor catalitice pentru electrozi, astfel, se fac cercetări pe materiale pentru catod: Ni-Mo. NiRaney. NiCO₂S₄ s.a. și

pentru anod: NiRaney -Re/Rh, Ni-NiO_x, CoOx. În ultimii ani s-au obținut progrese importante și în tehnologia celulelor fotovoltaice preconizându-se posibilitatea realizării unor celule cu randamente de până la 18% cu costuri de 0,2-0,4\$/W.

Lucrarea prezintă designul unui generator de oxigen pur bazat pe un tandem electrolizor-celulă de combustibil, însoțit de o baterie de Li-ion de mare densitate și un generator fotovoltaic PV.

MATERIAL ȘI METODĂ

Sursa fotovoltaică nu este critică pentru această etapă de design a tehnologiei. Este important de amintit că de obicei calculele se realizează pentru o intensitate a radiației solare $H_0=950\text{W/m}^2$ și $T=300\text{K}$. Suprafața de captare, Puterea de vârf, Tensiunea la puterea maxima, Curentul la puterea maxima, Tensiune de gol, Curentul de scurtcircuit, sunt parametrii constructivi care se aleg, iar numărul de module și modul de conectare rezultă din cerințele de mai sus.

Electrolizorul ales pentru testare se compune dintr-o baterie de cinci celule de electroliză cu rezervoare cu soluție de hidroxid de potasiu. Bateria de celule de electroliză este concepută într-o construcție compactă, de tipul sandwich. Corpul unei celule este format din discuri de PVC, electrozii din oțel și diafragma dintr-un material cu porozitate mică, ansamblul fiind strâns cu îmbinare demontabilă șurub piuliță, etanșarea făcându-se prin garnituri de cauciuc. O celula are două incinte, constituindu-se în spațiul catodic, respectiv anodic.

Pentru răcire se pot prevedea și cu alte incinte speciale.

Pentru celula de combustibil, modelul teoretic care descrie funcționarea ei este de cele mai multe ori complicat și, de aceea, în simulările teoretice se preferă un model semiempiric unde parametrii sunt calculați după identificarea cu datele experimentale. Termenii din această ecuație provin de la legile lui Nerst, Tafel și Ohm. Modelul lui Chamberlin and Kim [5] descrie tensiunea celulei (V) ca funcție de densitatea de curent J cu cinci parametri (eq. (1)).

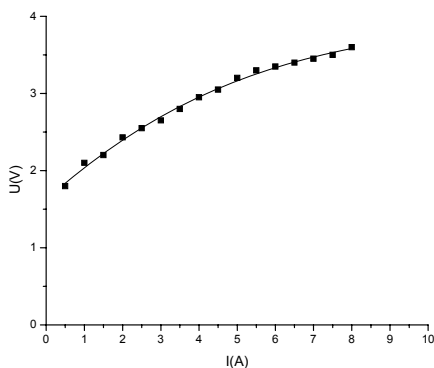


Fig. 1 - Caracteristica U-I ale celulelor de electroliză

$$V_{cell}(V) = E_0 - b \ln(J) - R \times J - m \exp(nJ) \quad (1)$$

Unde: $V_{cell}(V)$ este tensiunea celulei, J este densitatea de curent (A/cm^2), E_0 este tensiunea în gol (V), b este parametrul lui Tafel (V), R este rezistivitatea (Ω/cm^2) iar m și n sunt parametrii de difuzie (V și A^{-1}).

Fiecare termen din ecuația 1 este dominant în regiunea caracteristică a sa din caracteristica $V-J$ prezentată în figura 2.

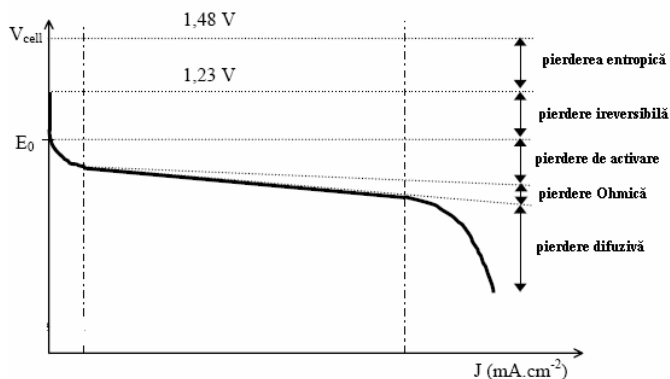


Fig. 2-Caracteristica celulei de combustibil, voltajul în funcție de densitatea de curent J .

În modelul lui Kim cei cinci parametrii depind de temperatură, de presiunea în celulă și de presiunea parțială a oxigenului. De asemenea, parametrii sunt dependenți de caracteristicile constructive ale celulei și nu pot fi folosiți pentru alta (fig. 3).

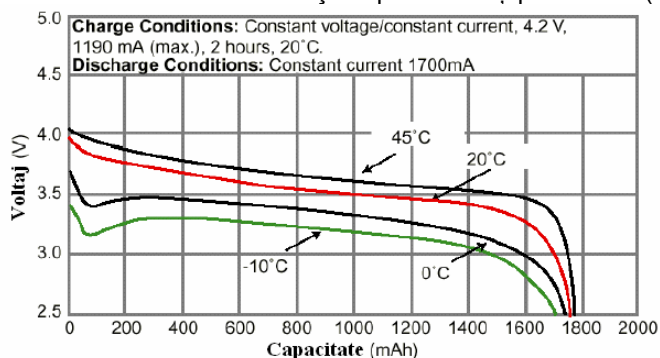


Fig. 3 - Voltajul unei baterii Li-ion în funcție de capacitate în timpul descărcării la diferite temperaturi [6].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Toate aceste date de intrare sunt folosite pentru a simula regimurile de funcționare ale unui asemenea aparat prezentat ca schemă de funcționare în figura 4. Pentru un asemenea sistem, elementul de noutate îl constituie cuplajul dintre o baterie de electroliză și o celulă de combustibil. Se realizează astfel recuperarea hidrogenului generat de electrolizor și transformarea lui în urma reacției de oxidare cu oxigenul din aer în apă, cu câștig important de electricitate care poate fi reintrodusă în sistem. Deosebim aici mai multe regimuri de funcționare, cel mai important este inițierea reacțiilor și stabilizarea termică a componentelor. Aici consumul de putere este relativ mare. Electrolizorul alcalin poate fi înlocuit

cu un electrolizor cu membrană, situat ca sandwich alternativ cu celula de combustibil tocmai pentru a intra în același regim de funcționare.

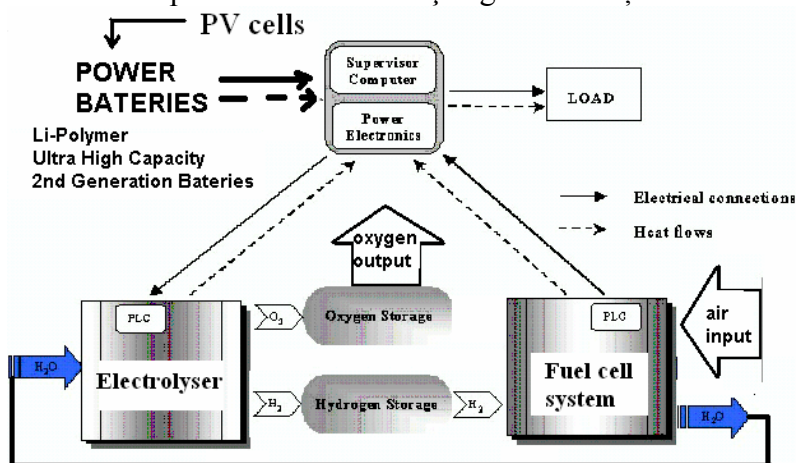


Fig. 4 - Schema de funcționare a generatorului de oxigen.

CONCLUZII

În lucrare este prezentat designul unui generator de oxigen ultrapur folosind o combinație de electrolizor și celulă de combustibil, cu recuperare de hidrogen, apă și electricitate.

Randamentul dispozitivului poate fi crescut dacă se alege un design compatibil al electrolizorului și al celei de combustibil. Este de preferat să se folosească aceeași tehnologie pentru a fi compatibile ca temperatură, presiune, densitate de curent și arie.

Parametrii constructivi vor fi folosiți ca date de intrare pentru o rutină de validare Matlab/Simulink în care pot fi stabilite regimurile critice de funcționare.

BIBLIOGRAFIE

1. Bolton J., 1996 - *Solar photoproduction of hydrogen*. A review solar energy, vol. 57, no.1.
2. Vanhanen J. P., Lund P. D., 1995 - *Guidelines for sizing P.V. and storage components of self-sufficient solar systems*. 13th European Photovoltaic Solar Energy Conference 23-27 oct. 1995.
3. Millet P., 1990 - *Preparation on new solid polymer electrolyte. Components for water electrolysis*. Int. J. Hydrogen Energy, vol. 15, no. 4.
4. Iwahara H., 1987 - *High- temperature steam electrolysis using SrCeG3- based proton conductive solide electrolyte*. Int. J. Hydrogen Energy, vol. 12, no. 2.
5. Kim. S.-M. Lee, S. Snnivasan. C.E Chamberlin, 1995 - *Modelling of proton fuel cell exchange membrane with an empirical equation*. J Electrochem Soc 142 (8) , 2670-2674.
6. www.houseofbatteries.com.