



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

Paper CRE04 – TE07

Estudo, Fabricação e Teste de Eletrodos à Base de Carbono para Células a Combustível do Tipo PEM

George Cassani Gatti¹, Mauricio Oliveira Brandão², Silvio Carlos A. de Almeida³

Programa de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Cid. Universitária -Centro de Tecnologia-Bloco G, sala 204, Ilha do Fundão - Caixa Postal 68503 Rio de Janeiro, RJ - CEP: 21945-970 - BRASIL Tels.: (021) 2562.8366, 8371 FAX.: (021) 2562.8383
¹gatti.ufrj@globocom.com, ²homer@ufrj.br, ³silvio@serv.com.ufrj.br

Rodrigo Dutra⁴

Escola de Química – Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Cid. Universitária -Centro de Tecnologia-Bloco E, Ilha do Fundão – Rio de Janeiro, RJ – BRASIL
⁴rodrigodutrarj@yahoo.com.br

A célula a combustível do tipo PEM (*Proton Exchange Membrane*) é a mais promissora forma de geração de energia para veículos na atualidade, por ter diversos atrativos como: baixa emissão de poluentes, operação em temperaturas relativamente baixas, ser um sistema de resposta rápida (importante para a utilização veicular) e pela possibilidade da utilização do Etanol como combustível (interessante para o Brasil). Esses fatores geraram o interesse de diversas empresas automobilísticas que tem investido intensamente nessa tecnologia.

Entretanto há um problema de significativa relevância e que é a principal área de pesquisa atualmente, o preço da geração de energia das células a combustível do tipo PEM é ainda muito alto e impossibilita a sua comercialização em larga escala. Um dos motivos deste elevado custo é o catalisador de platina utilizado nos eletrodos da célula. Por isso há o interesse na pesquisa dos eletrodos.

O funcionamento de uma célula a combustível do tipo PEM consiste no fornecimento de Hidrogênio (gasoso ou proveniente da reforma de combustíveis como o etanol) e Oxigênio (atmosférico), estes reagentes entram um em cada lado da estrutura formada por dois eletrodos de carbono e um eletrólito (membrana protônica – PEM), no lado do ânodo o hidrogênio é separado pelo catalisador em prótons e elétrons, no cátodo o oxigênio atrai os prótons de hidrogênio através do eletrólito. Os elétrons passam por uma corrente externa gerando energia elétrica e em seguida se combinam com os prótons e o Oxigênio formando vapor d'água. Entretanto para a utilização em automóveis é necessário agrupar vários sistemas como o descrito acima em uma pilha (stack) para fornecer a energia necessária.

Com a finalidade de evoluir tecnologicamente os eletrodos, estão sendo feitos diversos testes com estes que são produzidos com uma mistura de carbono e teflon. O processo de fabricação consiste da mistura de carbono e teflon (Xylan - Hostaflon 5035, suspensão 60%), seguida de prensagem a temperatura ambiente e cura em forno com temperatura acima de 330°C, que fornece eletrodos com o formato de disco. Para os testes são fabricados eletrodos utilizando dois tipos de carbono (CABOT - *Black Pearls 2000* e *Monach 1300*), e utilizando diferentes porcentagens de carbono e teflon. Os testes são de resistividade elétrica, porosidade e uma análise superficial e comparativa da resistência mecânica com objetivo de encontrar a proporção ideal da mistura para os eletrodos considerando estas variáveis.

Deve-se ressaltar que a catálise é determinada pela superfície de contato e não pela quantidade de catalisador, por este motivo determina-se a porosidade obtendo a área superficial dos eletrodos. A resistividade é necessária para saber se o eletrodo não está “dificultando” a passagem dos elétrons para a corrente externa, e por fim necessita-se de uma análise intuitiva da resistência mecânica para saber se os eletrodos não ficam quebradiços, já que dificultaria sua manipulação e utilização na célula a combustível.

Tabela 1: Resultado integrado do teste de porosidade e de resistividade elétrica com os eletrodos

Nº	Carbono	C(%)	Teflon(%)	Característica	Área Superficial (m ² /g)	R (Ω*cm)
1	2000	20%	80%	Curado	72,1166	218,47
2	2000	40%	60%	Curado	246,7885	49,15
3	2000	60%	40%	Curado	808,392	1,69
4	2000	80%	20%	Curado	n.d.	1,66
5	1300	20%	80%	Curado	18,1617	n.d.
6	1300	80%	20%	Curado	409,5392	n.d.
7	1300	80%	20%	Não Curado	325,4196	n.d.

Intuitivamente pode-se verificar que quanto maior a quantidade de carbono menor a resistência mecânica, na comparação entre os tipos de carbono os eletrodos com *Monach 1300* apresentaram melhor resistência quando comparados a eletrodos com mesma proporção de carbono *Black Pearls 2000*. Além disso, com a análise dos eletrodos antes da cura verifica-se uma melhor resistência do que após a cura.

Portanto chega-se a conclusão que o eletrodo com 80% de carbono *Monach 1300* não curado é o mais indicado para o uso em células a combustível do tipo PEM, pois apresenta um valor intermediário de área superficial, e sua resistência mecânica é satisfatória para a aplicação. Outros fatores que devem ser constatados é o fato de o carbono *Monach 1300* ser mais barato que o *Black Pearls 2000* e além disso durante o processo de fabricação o *Monach* é mais fácil de ser misturado ao teflon e de ser prensado, pelo motivo de não ficar quebradiço como o eletrodo de carbono *Black Pearls* de mesma proporção, além do fato de que não curando facilita-se o processo de fabricação.

Futuramente estão previstos testes dos eletrodos na sua forma final, ou seja, utilizando o catalisador, além da produção de um protótipo da célula a combustível do tipo PEM.

Como se pode notar a tecnologia das células a combustível do tipo PEM é um campo aberto para pesquisas de desenvolvimento, e traz ótimas perspectivas para o desenvolvimento da geração de energia elétrica em nosso planeta, que futuramente pode oferecer diversos benefícios econômicos e ecológicos para a humanidade.

REFERÊNCIAS

- [1] *Fuel Cell Hand Book (Sixth Edition)*, EG&G Technical Services, Inc. Science Applications International Corporation, U.S. Department of Energy, Morgantown West Virginia, Novembro 2002