

УДК 621.352.6

МЕМБРАННО-ЕЛЕКТРОДНИЙ БЛОК ДЛЯ ВОДНЕВО-ПОВІТРЯНОГО ПАЛИВНОГО ЕЛЕМЕНТА З ПРОТОН-ОБМІННОЮ МЕМБРАНОЮ

**Ю.К.Пірський¹, Ф.Д.Манілевич², Т.М.Панчишин³,
Я.В.Колосовський⁴,**

*Інститут загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України, пр. Палладіна, 32/34,
м.Київ-142, 03680, Україна, тел.: +38(044) 225-00-12,
e-mail: pirsky@ionc.kiev.ua*

Представлено результати розробки мембранно-електродних блоків для воднево-повітряних паливних елементів і розглянуті шляхи їх вдосконалення.

Ключові слова: мембранно-електродний блок, воднево-повітряний паливний елемент.

MEMBRANE ELECTRODE ASSEMBLY FOR HYDROGEN-AIR FUEL CELL WITH PROTON EXCHANGE MEMBRANE

**Yu.Pirsky¹, F.Manilevich², T.Panchyshyn³,
Ya.Kolosovskiy⁴,**

*V.I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry,
NAS of Ukraine, 32/34 Palladina prosp., Kyiv, Ukraine, 03680*

The results of the development of membrane-electrode assemblies for hydrogen-air fuel cells are presented and ways of their improvement are considered.

Keywords: membrane-electrode assembly, hydrogen-air fuel cell.

ORCID:¹0000-0002-9431-4136, ¹0000-0001-5582-833X,
³0000-0002-6519-1261, ⁴0000-0003-1470-0158.

Одним з найбільш перспективних екологічно чистих енергоносіїв для використання в паливних елементах є водень [1]. Паливний елемент (ПЕ) являє собою електрохімічний пристрій для прямого перетворення хімічної енергії палива в електричну [2]. Основним вузлом низькотемпературних паливних елементів, від якого залежить їх успішна робота, є мембранно-електродний блок (МЕБ), який включає газодифузійний шар, каталітичний шар і полімерно-електролітну мембрану [3, 4].

Метою даної роботи була розробка ефективного мембранно-електродного блока для низькотемпературного воднево-повітряного паливного елемента з конвективною подачею повітря.

Для виготовлення МЕБ на катодну і анодну сторони мембрани наносили каталізатор Pt(40%)/Vulcan XC-72 з 30 - 50 мас.% 5 %-ї дисперсії мономера Nafion (ND) D521 на спиртовій основі 1100 EW, який необхідний для надання електрокаталітичному шару протонної провідності і кращої адгезії каталізатора до газодифузійного шару або до мембрани. Отримані таким чином каталітичні композиції у вигляді каталітичного чорнила піддавали ультразвуковій гомогенізації при частоті 22-25 кГц протягом 2-3 хв. і розпилювали аерографом з проміжною сушкою шарів. В якості газодифузійного шару (ГДШ) використовували вуглецевий папір (ВП) Sigracet 10BC з мікропористим підшаром (товщина 0.42 мм; пористість 84 %) або вуглецеву тканину (ВТ) Plain Carbon Cloth - 1071 HCB, з яких вирізали зразки розміром 2.5 × 2.5 см.

Після нанесення на ГДШ, або на мембрану певної кількості каталізатора ($1 - 2 \text{ мг/см}^2$), проводили вимірювання маси зразка на аналітичних терезах. За потреби нанесення каталізатора повторювали для досягнення необхідної маси і одержували потрібний каталітичний шар. Далі проводили термічне пресування і отримували готовий п'ятишаровий МЕБ.

Отримані зразки МЕБ з платиновими електрокаталізаторами дослідили в діючому макеті воднево-повітряного паливного елемента, для чого зняли вольт-амперні криві (див. рис.). Перед початком експерименту через комірку протягом 15 хв. пропускали водень та вологе повітря для зволоження полімерної мембрани. Умови випробування були наступними: температура 25°C , водень і повітря без надлишкового тиску, площа робочої зони електродів 6.25 см^2 .

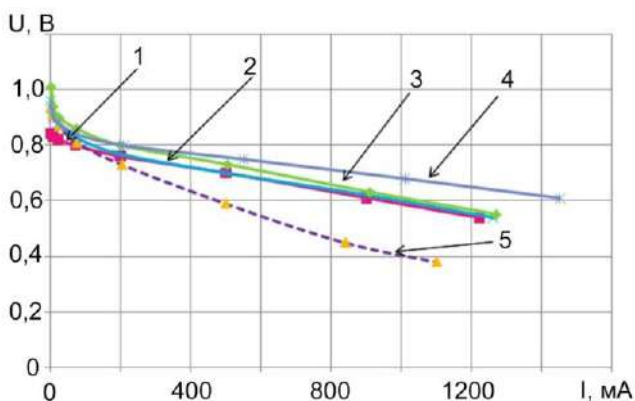


Рис. Порівняння вольт-амперних кривих МЕБ ПЕ: 1 – 0.4 мг Pt , 50% ND, ВТ, зволоження; 2 – 0.4 мг Pt , 50% ND, ВП; 3 – 0.4 мг Pt , 50% ND, ВП, зволоження; 4 – 0.4 мг Pt , 50% ND, каталізатор на мембрані; 5 – 0.9 мг Pt , 35% ND, каталізатор на вуглецевому підшарі, зволоження.

З рис. видно, що оптимальними для стабільної роботи воднево-повітряного ПЕ є наступні параметри МEB: 0.4 мг/см² Pt в каталізаторі Pt(40%)/Vulcan XC-72, 50 мас.% ND, каталізатор на вуглецевій тканині (крива 4 на рис.).

Таким чином, в даній роботі показано, що для вдосконалення МEB воднево-повітряних ПЕ в якості ГДШ слід використовувати вуглецеву тканину. Оптимальний вміст дисперсії Nafion в каталітичних чорнилах становить 50 мас.%, при цьому загрузка каталізатора на мембрану має становити не більше 0.4 мг Pt/см². Зволоження полімерної мембрани покращує характеристики МEB.

Література:

1. Kozin L.H., Volkov S.V., Skryptun I.N. *Modern Hydrogen Energetics and Ecology*. – Kyiv: PH «Interperiodika», 2019. – 364 p.
2. Коровин Н.В. *Электрохимическая энергетика*. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 264 с.
3. Xing, L., Shi, W., Su, H. et al. *Membrane electrode assemblies for PEM fuel cells: A review of functional graded design and optimization* // *Energy*, -2019, V. 177, -P. 445-464.
4. Kim, G., Eom, K., Kim, M. et al. *Design of an Advanced Membrane Electrode Assembly Employing a Double-Layered Cathode for a PEM Fuel Cell* // *ACS Applied Materials & Interfaces*, – 2015. – V. 50, No 7, – P. 27581–27585.