

УДК 621.793:539.234:539.534.9

В. В. Поплавский, доц., канд. физ.-мат. наук;
О. Г. Бобрович, доц., канд. физ.-мат. наук;
А. В. Дорожко, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ФОРМИРОВАНИЕ МЕМБРАННО-ЭЛЕКТРОДНЫХ БЛОКОВ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОЛИМЕРНЫМ МЕМБРАННЫМ ЭЛЕКТРОЛИТОМ

Мембранно-электродный блок является основным функциональным компонентом топливного элемента с полимерным мембранным электролитом. Он состоит из ионопроводящей мембраны и контактирующих с ней каталитических, а также диффузионных слоев из углеродных материалов с развитой поверхностью, через которые осуществляются подвод топлива и окислителя, токосъем, а также отвод продуктов электрохимической реакции.

Разработаны режимы подготовки компонентов и формирования мембранно-электродных блоков для топливных элементов прямого окисления метанола и этанола; разработана и изготовлена соответствующая оснастка.

Диффузионные слои формируемых мембранно-электродных блоков изготовлены нами из специальных углеродных материалов Toray Carbon Fiber Paper TGP-H-060 T и AVCarb[®] Carbon Fiber Paper P50. Каталитические слои формировали на поверхности диффузионных слоев поочередным ионно-ассистируемым осаждением платины и одного из редкоземельных металлов (Ce, Gd, Dy, Yb, Ho) в качестве активирующей добавки. Состав металлов, вводимых в формируемые каталитические слои, обусловлен особенностями многостадийного механизма окисления метанола и этанола [1–3]. Формирование слоев осуществлялось осаждением металлов из плазмы вакуумного дугового разряда в режиме, при котором в качестве ассистирующих процессу осаждения используются ускоренные ($U = 5$ кВ) ионы осаждаемого металла. Изготовлены экспериментальные образцы электрокатализаторов. Измерением активности образцов в процессах окисления этанола и метанола показана эффективность разрабатываемой технологии формирования электрокатализаторов. Отличительной особенностью полученных электрокатализаторов является их более высокая активность в процессе окисления более сложных молекул этанола по сравнению с метанолом, где требуется обеспечить разрыв химической связи C–C. Установлены закономерности формирования каталитических слоев и влияния активирующих редкоземельных металлов в качестве добавок на активность формируемых платиносодержащих

электрокатализаторов в реакциях окисления этанола и метанола, заключающегося в удалении адсорбированных продуктов реакции на промежуточной стадии окисления топлива вследствие активации молекул воды или гидроксильных групп и в увеличении активности электрокатализаторов [4, 5].

В качестве полимерного мембранного электролита взята мембрана DuPont™ Nafion® N 115, материал которой представляет собой фторуглеродный полимер, содержащий функциональные сульфогруппы SO_3^- и обладающий высокой катионной проводимостью во влажном состоянии. Проведена подготовка образцов электролита к формированию мембранно-электродных блоков, включающая операции удаления поверхностных загрязнений путем кипячения в растворах перекиси водорода и серной кислоты и формирования на поверхности каталитических слоев методом ионно-ассистируемого осаждения металлов. Экспериментальные образцы мембранно-электродных блоков различного состава на основе диффузионных слоев – носителей катализаторов Toray Carbon Fiber Paper TGP-H-060 T и AVCarb® Carbon Fiber Paper P50, полученных наноразмерных электрокатализаторов и электролита Nafion® N 115 сформированы посредством прессования под давлением $p = 8$ МПа в специально разработанном кондукторе при температуре $T = 140^\circ\text{C}$ и продолжительности $t = 4$ мин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Iwasita, T. Electrocatalysis of methanol oxidation / T. Iwasita // *Electrochim. Acta.* – 2002. – Vol. 47, No. 22–23. – P. 3663–3674.
- 2 Pereira, L. G. Investigation of the CO tolerance mechanism at several Pt-based bimetallic anode electrocatalysts in a PEM fuel cell / L. G. Pereira, V. A. Paganin, E. A. Ticianelli // *Electrochim. Acta.* – 2008. – Vol. 54, No. 7. – P. 1992–1998.
- 3 Mechanisms for enhanced performance of platinum-based electrocatalysts in proton exchange membrane fuel cells / Su Liang Dong-Ha Lima [et al.] // *Chem Sus Chem.* - 2014. – Vol. 7, No. 2. – P. 361–378.
- 4 Poplavsky, V. V. Ion-Beam Formation of Electrocatalysts for Fuel Cells with Polymer Membrane Electrolyte / V. V. Poplavsky, A. V. Dorozhko, V. G. Matys // *J. Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques.* – 2017. – Vol. 11, No. 2. – P. 326–332.
- 5 Ion Beam Formation of Electrocatalysts for Direct Methanol and Ethanol Fuel Cells on the Basis of Carbon Catalyst Supports / V.V. Poplavsky [et. al.] A. // *Acta Physica Polonica A.* – 2017. – Vol. 132, №. 2. – P. 278–282.