

Новые композитные протонопроводящие мембраны с наноуглеродными наполнителями

Кульвелис Ю.В.¹, Лебедев В.Т.¹, Примаченко О.Н.², Одинокоев А.С.³, Мариненко Е.А.², Швидченко А.В.⁴, Тудупова Б.Б.⁴, Куулар В.И.⁴

kulvelis_yv@pnpi.nrcki.ru

¹ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт», Гатчина, Россия

² Институт высокомолекулярных соединений РАН

³ Российский научный центр «Прикладная химия»

⁴ Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе

Получен и исследован ряд композитных мембран на основе перфторированных сополимеров типа Nafion® и Aquivion® с наноалмазными и графеновыми наполнителями. Введение наночастиц алмаза на стадии смешивания их суспензии с раствором готового полимера перед поливом на подложку позволило усовершенствовать протонопроводящие и механические свойства мембран. В исследованных сериях мембран, модифицированных частицами детонационного наноалмаза (ДНА, размер частиц 4-5 нм), частицы ДНА распределяются по мембране достаточно однородно, либо образуют крупные кластеры, в зависимости от знака заряда поверхности ДНА и их концентрации в мембране [1,2]. По данным малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновских лучей элементарные тонкие каналы проводимости в структуре мембран сохраняются практически без изменений [1]. Частицы ДНА встраиваются в мембраны на следующем структурном уровне (между пучками каналов), либо формируют отдельную фазу, на границе гидрофильной и гидрофобной областей мембраны.

Мембрана на основе сополимера типа Nafion®, полученная нами из продукта синтеза, проведенного с добавлением ДНА, показала существенную перестройку структуры с утоньшением и сближением каналов проводимости [3].

Добавление оксида графена в композитные мембраны способствует их существенному механическому упрочнению, а внедрение в состав мембран комплексов графено-алмазных сборок, состав которых оптимально подобран, будет стимулировать к существенному росту проводящих и улучшению механических свойств.

Эффективность работы таких композитных мембран в составе водородных топливных элементов подтверждена в серии предварительных экспериментов на мембранно-электродных сборках.

Работа поддержана Российским научным фондом (грант № 23-23-00129).

Ссылки

1. V.T. Lebedev, Yu.V. Kulvelis, A.V. Shvidchenko, O.N. Primachenko, A.S. Odinkov, E.A. Marinenko, A.I. Kuklin and O.I. Ivankov. Membranes (2023) 13, 850.
2. A.V. Shvidchenko, A.S. Odinkov, O.N. Primachenko, I.V. Gofman, N.P. Yevlampieva, E.A. Marinenko, V.T. Lebedev, A.I. Kuklin and Yu.V. Kulvelis. Membranes (2023) 13, 712.
3. V.T. Lebedev, Yu.V. Kulvelis, A.S. Odinkov, O.N. Primachenko, S.V. Kononova, E.M. Ivan'kova, V.A. Orlova, N.P. Yevlampieva, E.A. Marinenko, I.V. Gofman, A.V. Shvidchenko and G.S. Peters. J. Membr. Sci. Lett. (2024) 4, 100070.