

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОТОННООБМЕННЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРАФЕНОМ

Лопаткина А.А.<sup>1,2</sup>, Глебова Н.В.<sup>1</sup>, Касцова А.Г.<sup>1</sup>

Научный руководитель – кандидат химических наук, Краснова А.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФТИ им. А.Ф. Иоффе, <sup>2</sup>Университет ИТМО

lopatkina121416@gmail.com

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-73-10176, <https://rscf.ru/project/24-73-10176/>.

### Введение

Топливные элементы и электролизеры с протонообменной мембраной (ПОМ) представляют собой ключевую технологию альтернативной энергетики, обеспечивая эффективное производство и преобразование энергии в экологичном транспорте и устойчивых энергосистемах. В качестве стандартного материала для ПОМ широко используются коммерческие мембраны на основе перфторсульфоновых кислот, например, Nafion® и Aquivion®. Однако их широкое внедрение сдерживается рядом проблем, а именно высокий кроссовер водорода, недостаточная ионная проводимость, недостаточная механическая прочность и химическая устойчивость [1]. Графен привлекает значительное внимание как перспективный модификатор благодаря своей двумерной структуре, способной влиять на транспорт ионов и влагонезависимость [2]. В связи с этим, целью данной работы является изучение влияния добавок графена на свойства протонообменных мембран и производительность мембранно-электродных блоков (МЭБ) на их основе.

### Основная часть

В рамках исследования были изготовлены образцы МЭБ, состоящие из мембраны и двух платиноуглеродных электродов. Использовали мембраны типа Aquivion и Nafion с добавкой графена, содержание которой варьировалось в диапазоне от 0 до 0.5 %. Графен для наполнения мембран был изготовлен в ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Мембраны были отлиты в сотрудничестве с ИВС РАН. Изготовленные МЭБ закрепляли в электрохимическую ячейку со стеклоуглеродными токосъемами Inc. типа FC-05-02 (ElectroChem) для снятия вольтамперных характеристик (ВАХ) в режиме топливного элемента, измерения комплексного сопротивления, тока кроссовера водорода и площади поверхности платины. ВАХ и годографы импеданса регистрировались в среде H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, ток кроссовера водорода и площадь поверхности платины измеряли в среде H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Данные регистрировались при помощи потенциостатов P-40X и PS-30 (Elins).

### Выводы

Было исследовано два типа протонпроводящих мембран: типа Nafion и Aquivion. Ток кроссовера водорода падает с ростом доли графена и проходит через минимум при содержании графена 0,05%, далее с ростом концентрации ток кроссовера растет. Данная закономерность справедлива для обоих типов мембран. МЭБ на основе изготовленных мембран продемонстрировали сопоставимую производительность, не зависящую от содержания графена. Таким образом, введение графена в структуру мембраны эффективно снижает её газопроницаемость при сохранении вольтамперных характеристик.

### **Литература**

1. Sun, X.; Simonsen, S.C.; Norby, T.; Chatzidakis, A. Composite Membranes for High Temperature PEM Fuel Cells and Electrolysers: A Critical Review. *Membranes* 2019, 9, 83. <https://doi.org/10.3390/membranes9070083>
2. Daniela Ion-Ebrasu, Bruno G. Pollet, Adnana Spinu-Zaulet, Amalia Soare, Elena Carcadea, Mihai Varlam, Simona Caprarescu, Graphene modified fluorinated cation-exchange membranes for proton exchange membrane water electrolysis, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 44, Issue 21, 2019, Pages 10190-10196, ISSN 0360-3199, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.148>