

**ПРОТОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕМБРАН МФ-4СК,  
ДОПИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННЫМИ  
ЧАСТИЦАМИ ПОЛИСУРЬМЯНОЙ КИСЛОТЫ**

*Ярошенко Ф.А., Бодров Т.Д., Бурмистров В.А.*

Челябинский государственный университет  
454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, д. 129

Перфторированные сульфокатионитные мембраны представляют интерес в связи с их протонпроводящими свойствами, термической, химической и механической стабильностью; за счёт данных свойств они применяются в низкотемпературных топливных элементах. Повышение температуры и уменьшение влажности приводят к дегидратации мембран и снижению проводимости, но эту проблему можно решить путем получения гибридных материалов типа органика-неорганика. Известны гибридные материалы на основе МФ-4СК, допированные различными гидратированными оксидами. Модификация поверхности вводимых в поры мембран наночастиц, таких как сурьмяная кислота (СК), приведет к росту проводимости и расширит температурный интервал их использования.

Цель работы: получение и исследование протонной проводимости мембран, допированных поверхностно-модифицированными наночастицами сурьмяной кислоты.

Объекты исследования получали в две стадии. Сначала синтезированы мембраны МФ-4СК методом *in situ* путем их выдерживания в растворе  $\text{SbOCl}_3$  с последующим гидролизом в избытке  $\text{H}_2\text{O}_{\text{дист.}}$ . Далее – поверхностная модификация наночастиц СК в порах мембраны (выдерживание гибридных мембран в растворе тетраэтоксисилана с последующим гидролизом в  $\text{H}_2\text{O}_{\text{дист.}}$ , отмывкой и сушкой при температуре 100 °С в течение 3 ч.). После первой стадии гибридные мембраны приобрели белый оттенок, после второй – видимых изменений не было. Исследования протонной проводимости проводили в контакте с водой с помощью импедансметра Elins Z-1500J в диапазоне частот 1Гц - 2МГц в интервале температур 60 - 90 °С.

С увеличением температуры наблюдается экспоненциальный рост проводимости исходной мембраны МФ-4СК, гибридной мембраны МФ-4СК, модифицированной частицами СК, и гибридной мембраны МФ-4СК, допированной наночастицами СК поверхностно-модифицированные  $\text{SiO}_2$ . Для мембраны содержащей поверхностно-модифицированные частицы СК фиксируются более высокие значения протонной проводимости по сравнению с МФ-4СК и МФ-4СК модифицированной СК, увеличивается температурный интервал проводимости, а тангенс угла наклона имеет меньшее значение по сравнению с исходной МФ-4СК и МФ-4СК модифицированной СК. Это свидетельствует об уменьшении энергии активации протонной проводимости мембраны МФ-4СК с поверхностно-модифицированными наночастицами СК, что обусловлено влиянием поверхности модифицированных частиц СК на ее протонную проводимость.