

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Сафроновой Екатерины Юрьевны “Материалы на основе модифицированных перфторированных сульфосодержащих мембран с новым комплексом функциональных свойств”, представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15 Химия твердого тела.

Поиск новых твердополимерных протонпроводящих электролитов и улучшение свойств уже известных материалов представляет чрезвычайную важность для ускоренного развития инновационных технологий водородной энергетики во всем мире. Это направление науки и техники находит также отражение в нормативных правовых актах РФ (касающихся ключевых изменений в законодательстве РФ в части регулирования отрасли возобновляемой и водородной энергетики, а также углеродного регулирования), что подтверждает актуальность и значимость исследований, выполненных в рассматриваемой работе.

При ознакомлении с диссертацией необходимо подчеркнуть ее комплексность, как с точки зрения объектов исследований, так и подходов к изучению физико-химических и функциональных характеристик мембран. Так, диссертантом получено несколько классов твердополимерных мембран путем модификации последних различными способами, т.е. введением гидратированных наноксидов, производных гетерополикислот, углеродных нанотрубок, а также оксидов с функционализированной поверхностью. Помимо природы и концентрации вводимых добавок изучено влияние способа их введения (метод *in situ* или метод отливки) на важные характеристики мембран, включая механические свойства, влагосодержание, натекание водорода, диффузионная проницаемость, протонная проводимость. Таким образом, методология исследования поставлена таким образом, чтобы корректно выявить глубокие взаимосвязи в простом, на первый взгляд, ряду “состав – структура – свойства”. Успешность взятия этой задачи позволяет, таким образом, сформулировать наиболее оптимальные химические и технологические подходы для получения мембран с высокими параметрами протонной проводимости.

В работе ярко выражена практическая значимость, когда разработанные составы мембран были использованы в части мембранно-электродного блока

топливного ячейки или чувствительных элементов сенсоров для определения различного сорта ионов.

Необходимо отметить, что результаты исследований прошли широкую апробацию на научных мероприятиях различного уровня, а также оформлены в виде 68 статей, опубликованных в высокорейтинговых журналах, и 4 патентов.

При ознакомлении с авторефератом диссертационной работы и самой диссертацией возникли следующие вопросы и замечания:

1. Какова природа связывания сульфогрупп при использовании такого допанта, как ZrO_2 ? Почему аналогичных явлений не наблюдается для CeO_2 ?
2. С чем связан тот факт, что немодифицированный Nafion при $40\text{ }^\circ\text{C}$ имеет более высокую проводимость ($3.82 \cdot 10^{-2}\text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$, таблица 8 автореферата), чем проводимость этой же мембраны, измеренной при $80\text{ }^\circ\text{C}$ ($1.66 \cdot 10^{-2}\text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$, внизу этой же страницы)?
3. Оценивались ли в работе размеры пор в мембранах при различных способах модификации материалов? Это представляется важным, поскольку многие выводы формулируются на основе изменения морфологии пор и каналов.
4. Автореферат изобилует большим количеством аббревиатур, что затрудняет прочтение. Некоторые физические величины обозначаются различными символами. Например, W в таблице 3, n на рисунке 3, λ в таблице 8 для влагосодержания.

Однако перечисленные вопросы и замечания не снижают достоинство рассматриваемой работы и не оказывают влияние на корректность сформулированных выводов. Можно констатировать, что рассматриваемая диссертационная работа представляет собой крупное научно-исследовательское достижение в области направленного химического дизайна полимерных ионнообменных мембран с улучшенными функциональными характеристиками с целью их применения в электрохимических устройствах различного назначения (топливные элементы, сенсорика). По своей актуальности, новизне, целостности и

значимости диссертационная работа соответствует пп. 9–14 “Положения о порядке присуждения ученых степеней”, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335) и пп. 2.1–2.5 “Положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки “Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской Академии Наук” от 11 мая 2022 г., а ее автор, Сафронова Екатерина Юрьевна, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15 – Химия твердого тела (химические науки).

Доктор химических наук,
заведующий лабораторией
электрохимических устройств на
твердооксидных протонных электролитах


Медведев Дмитрий Андреевич
13.02.2023

Доктор химических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
электрохимических устройств на
твердооксидных протонных электролитах


Тарасова Наталья Александровна
13.02.2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии
наук (ИВТЭ УрО РАН)
Почтовый адрес: 620066, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20
Тел.: +7 (343) 374-50-89
E-mail: info@ihte.uran.ru
E-mails: dmitrymedv@mail.ru (Д.А. Медведев), natalia.tarasova@urfu.ru (Н.А. Тарасова)

Подписи Медведева Д.А. и Тарасовой Н.А.
заверяю, Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН




Кодинцева Анна Олеговна