

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

ФГБОУ ВО "Воронежский

государственный университет"

профессор, д.б.н.

Попов В.Н.

2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

на диссертационную работу Порожного Михаила Владимировича

«ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН С
ОРГАНИЧЕСКИМИ И НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ
НАНОЧАСТИЦАМИ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по
специальности 02.00.05 - электрохимия (химические науки)

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертация Порожного Михаила Владимировича посвящена исследованию механизма влияния иммобилизованных наночастиц на электрохимические свойства мембран. Хорошо известно, что в зависимости от природы частиц их образование в поровом пространстве ионообменных мембран может приводить как к улучшению, так и ухудшению свойств мембран. Так, образование органических коллоидных частиц в результате фаулинга при использовании мембран в электродиализной переработке растворов пищевой промышленности неизбежно приводит к деградации мембран: наблюдается снижение обменной емкости, электрической проводимости и селективности. Такой процесс протекает самопроизвольно и имеет наибольший эффект в случае анионообменных мембран, что представляет собой значительную проблему для обеспечения стабильной работы электродиализных аппаратов, повышения эффективности процесса обессоливания и снижения затрат.

Напротив, иммобилизация в поровом пространстве мембран неорганических наночастиц оксидов металлов (таких как SiO_2 , ZrO_2 и TiO_2) имеет положительный эффект: при такой модификации протоннообменных мембран, используемых в топливных элементах, наблюдается увеличение их влагосодержания и термостойкости. Многие авторы также обнаружили, что при соблюдении определенных условий при

внедрении наночастиц в мембрану удастся добиться увеличения ее электрической проводимости и одновременно снизить диффузионную проницаемость.

Физико-химическая интерпретация влияния иммобилизованных частиц на электрохимические характеристики мембран, разработанная в рамках данного исследования, и математическая модель, построенная на ее основе, представляют значительный научный интерес, так как обеспечивают более глубокое понимание закономерностей, определяющих связь между изменениями структуры и свойствами мембран. Такая информация крайне важна для улучшения характеристик мембран применительно к разным процессам и увеличения их жизненного цикла.

Актуальность темы исследования подтверждается поддержкой данной работы грантами Российского фонда фундаментальных исследований (проект №15-58-16004 НЦНИЛ_a, №16-48-230919 р_a) и Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI58617X0053).

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации.

Диссертационная работа Порожного М.В. выполнена с использованием современных экспериментальных методов. В ходе выполнения диссертационной работы автор опирался на известные и широко представленные в литературе теоретические и экспериментальные данные, с которыми согласуются полученные результаты и сформулированные выводы. Достоверность экспериментальных данных обеспечивалась использованием современных средств измерений и стандартных методик проведения исследований, а также методов обработки данных. Положения, выводы и заключения, представленные в диссертации, широко обсуждались на всероссийских и международных конференциях, а также были опубликованы в высокорейтинговых научных журналах, что свидетельствует о их достоверности и обоснованности.

Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

Результаты и выводы, представленные в диссертации Порожного М.В., обладают несомненной научной новизной. Установлен механизм, который количественно объясняет причины изменения свойств мембран в зависимости от природы иммобилизованных наночастиц. Впервые дано количественное теоретическое

обоснование наличия максимума на зависимости удельной электропроводности от объемной доли иммобилизованных наночастиц. Получены концентрационные зависимости электропроводности мембран, модифицированных неорганическими наночастицами оксида кремния с различными свойствами поверхности. Установлено, что эти концентрационные зависимости существенно отличаются от аналогичных зависимостей немодифицированных мембран: обнаружено, что с разбавлением раствора электропроводность модифицированных мембран снижается значительно медленнее, чем исходных мембран, а в некоторых случаях даже наблюдается рост электропроводности. В диссертационной работе дано физико-химическое обоснование этому явлению и разработана математическая модель, количественно объясняющая механизм прироста удельной электропроводности модифицированных мембран по сравнению с исходными. Установлена корреляция между свойствами объема и поверхности мембран, обусловленными иммобилизацией неорганических наночастиц оксида кремния.

Проведенное исследование обладает большой практической значимостью в силу постоянного роста требований, предъявляемых к ионообменным мембранам. Мембраны с улучшенными характеристиками, получаемые в результате иммобилизации неорганических частиц, уже находят применение в водородной энергетике, электродиализной переработке и других процессах разделения. Более глубокое понимание механизма влияния органических коллоидных наночастиц на характеристики мембран является полезным для контроля фаулинга и увеличения времени эксплуатации мембран.

Структура и основные характеристики работы.

Диссертационная работа выполнена Порожным Михаилом Владимировичем в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», по содержанию и структуре она полностью отвечает научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата химических наук. Диссертационная работа изложена на 112 страницах, содержит 27 рисунков, 10 таблиц и состоит из введения, 5 глав, заключения и списка использованных источников, включающего 172 наименования. Диссертация написана грамотным научным языком и качественно оформлена.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Результаты диссертационной работы используются в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» при чтении лекций и проведении семинарских занятий по дисциплине «Математическое моделирование и оптимизация процессов электромассопереноса в электрохимических системах», направление подготовки 04.04.01 – электрохимия.

Полученные Порожным М.В. результаты могут быть использованы учебными организациями для преподавания учебных курсов, а также предприятиями для разработки новых ионообменных материалов с улучшенными характеристиками. К ним можно отнести: Московский государственный университет им. Ломоносова, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Воронежский государственный университет и др.

Замечания и вопросы по диссертационной работе.

При чтении диссертации возникли некоторые замечания и вопросы дискуссионного характера:

1. В главе 2 при описании объектов исследования высказываются предположения относительно размера иммобилизованных неорганических наночастиц. Далее это предположение используется для объяснения поведения концентрационных зависимостей электропроводности и диффузионной проницаемости, а также вольтамперных характеристик исследуемых мембран. Кроме того, в процессе математического моделирования задаются конкретные значения размеров таких частиц, исходя из высказанных предположений. Однако такой подход кажется не совсем удачным. Хотелось бы увидеть экспериментальное подтверждение значений размеров иммобилизованных наночастиц, заданных в качестве параметров при моделировании.

2. Имеются ли экспериментальные данные, непосредственно подтверждающие гипотезу авторов об образовании коллоидных агломератов в мезо- и макропорах исследуемых мембран после контакта с вином? Каков предположительный состав коллоидных частиц? Чем можно обосновать взаимодействия между ними и аминогруппами мембран?

3. В главе 4 при обсуждении влияния электроконвекции, развивающей по электроосмотическому механизму, на вольтамперные характеристики мембран не хватает ссылок на работы, в которых этот вопрос исследовался в свете присутствия двойного электрического слоя на межфазной границе мембраны.

4. В работе имеются опечатки и неудачные выражения, например: «обменная доля межгелевых промежутков» (стр. 76) вместо «объемная доля». Подписи на рисунке 3.8 выполнены на английском языке.

Указанные замечания и вопросы не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение.

Диссертация аккуратно оформлена, сбалансирована и написана хорошим научным языком. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Положения диссертационной работы и основные выводы представлены в 14 публикациях, в том числе 4 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Материалы диссертации представлены и обсуждены на международных и всероссийских конференциях. Полученные в диссертации результаты полностью отвечают поставленным в работе целям и задачам.

Диссертационная работа Порожного Михаила Владимировича «Электрохимические характеристики ионообменных мембран с органическими и неорганическими иммобилизованными наночастицами» по своей актуальности, новизне, значимости, объему проведенных исследований, уровню обсуждения полученных результатов удовлетворяет всем требованиям пп. 9-14 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции постановления Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335) и является завершенной научно-квалификационной работой, а ее автор, Порожный Михаил Владимирович, достоин присвоения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия.

Отзыв подготовлен профессором кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет", доктором химических наук (специальность 02.00.05 - электрохимия), Васильевой Верой Ивановной (394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1. Тел. (473)-220-88-28, e-mail: viv155@mail.ru).

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры аналитической химии химического факультета ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет"

(протокол № 19 от 28 ноября 2018 года). На заседании присутствовало 11 человек.
Результаты голосования: "за" - 11 чел., "против" - нет, "воздержались" - нет.

Зав. кафедрой аналитической химии
химического факультета

ФГБОУ ВО "Воронежский
государственный университет"



Владимир Федорович Селезнев



федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
Воронежский государственный университет
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)
Селезнева
Владимира Федоровича
Селезнева
Специалист ОК
должность
Селезнев В.Ф. 06.11.2018
подпись, расшифровка подписи