

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дмитрия Юрьевича Бутыльского «Исследование морфологии поверхности ионообменных мембран и ее влияния на электрохимические характеристики», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия (химические науки)

Диссертационная работа Д.Ю. Бутыльского посвящена изучению особенностей электрохимического поведения ионообменных мембран с различной морфологией поверхности с целью оптимизация параметров поверхности, определяющих массообменные характеристики мембран.

В постановке цели и задач диссертационного исследования автор учитывал достигнутый уровень знаний о структуре поверхности мембран, что позволило ему определить «пробелы» и слабые стороны классических методов визуализации поверхности мембран. Разработанный способ визуализации морфологии поверхности на основе метода сканирующей электрохимической микроскопии представляет не только практическую, но и теоретическую значимость, т.к. в ходе исследования выявлена корреляция между параметрами электрической и геометрической неоднородностей ионообменных мембран и распределением скачка потенциала у их поверхности, что, видимо, в дальнейшем будет использовано для определения активной площади поверхности коммерческих образцов мембран.

В работе Д.Ю. Бутыльского впервые было показано, что на хронопотенциограммах гетерогенных ионообменных мембран может быть получено два переходных времени, хотя это не следует из классической теории Санда и ранее не предсказывалось расчетами других исследователей.

Результаты, описанные в четвертой и пятой главах, представляют собой исследование влияния геометрической и электрической неоднородностей на скорость массопереноса и генерации  $H^+/OH^-$  ионов. Установлено оптимальное значение доли электрической неоднородности ионообменной мембраны, которое близко к 10 %, при формировании непроводящих полос на ее поверхности. Показано, что при формировании геометрической неоднородности в виде волн на поверхности мембраны наблюдается увеличение скорости массопереноса, уменьшение скорости генерации  $H^+/OH^-$  ионов и, как следствие, снижение энергозатрат на электродиализное обессоливание с использованием разработанных мембран. Аналогичный эффект, видимо, может достигаться в определенных условиях при использовании мембран Neosepta (Япония), которые имеют волнистость поверхности высотой до 50 мкм, обусловленную наличием армирующей сетки.

В список работ Д.Ю. Бутыльского по теме диссертационного исследования входят публикации в высокорейтинговых журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, и устные доклады на российских и зарубежных конференциях международного уровня.

В качестве пожелания для будущего исследования можно предложить установить связь между геометрическими параметрами конусообразных пор в трековых мембранах и характером распределения потенциала вблизи поверхности таких мембран. Насколько сильно влияет асимметричность пор и концентраций омывающего раствора на величину мембранного потенциала?

Исходя из вышесказанного, считаю, что диссертационная работа Бутыльского Дмитрия Юрьевича «Исследование морфологии поверхности ионообменных мембран и ее влияния на электрохимические характеристики» соответствует всем требованиям п. 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 апреля 2016 г. № 335) как завершенная научно-квалифицированная работа, а ее автор Д.Ю. Бутыльский заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия.

Апель Павел Юрьевич,

доктор химических наук, заместитель начальника (по научной работе) Центра прикладной физики Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова

Объединенный институт ядерных исследований

141980, г. Дубна ул. Жолио-Кюри, 6,

Тел. +7 (496) 216-35-44

E-mail: apel@jinr.ru

Подпись П.Ю. Апеля заверяю

Ученый секретарь ЛЯР им. Г.Н.Флерова ОИЯИ

А.В. Карпов

19 ноября 2019 г.

