

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **БАЛАКИНА АЛЕКСАНДРА АЛЕКСЕЕВИЧА** «Интерфейсы на основе трековых мембран в масс-спектральных исследованиях полевого испарения ионов из полярных растворов», представленной к защите на соискание учёной доктора физико-математических наук по специальности 1.3.2. – Приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация Балакина А.А. посвящена фундаментальным и прикладным аспектам разработки новых, более технологичных и практически приемлемых способов неразрушающего извлечения ионов из растворов, в частности, для их прямого ввода в вакуумную камеру анализатора путём применения мембранного интерфейса. Не вызывает сомнения что решение этой задачи является крайне востребованным в плане расширения аналитических возможностей масс-спектрометрии, связанных с современными требованиями к качеству исследований в области органической химии, биохимии, медицины и экологии. Представляется очевидным, что одним из ключевых факторов, определяющим специфику полевой эмиссии ионов из электролита, является топология электрического поля возникающего в результате наложения потенциала от внешнего источника вблизи сложноустроенной границы каналов трековой мембраны с вакуумом. Анализ литературы, проведенный автором, показал, что на сегодняшний день наиболее перспективным способом неразрушающего извлечения из растворов сложных высокомолекулярных ионов биологически значимых веществ является использование полимерных мембран с наноразмерными каналами. В связи с этим существует необходимость в развитии теоретических основ данного подхода с целью более глубокого изучения в целом механизма протекания процесса выхода ионов. По этой причине изучение фундаментальных аспектов полевого испарения ионов из мембранного интерфейса, таких как поиск условий стабилизации поверхности жидкости в сильных электрических полях и получение аналитических выражений описывающих процесс экстракции ионов представляются крайне важным для дальнейшего развития масс-спектральных методов.

Указанные выше причины позволяют считать тему диссертационного исследования Балакина А.А. актуальной, а полученные результаты могут быть востребованными как в научных, так и в прикладных отношениях.

Как следует из текста автореферата, автору удалось с высокой достоверностью и убедительностью показать, что предлагаемые им оптимальные варианты устройств осуществляющих экстракцию ионов из каналов трековых мембран демонстрируют реальную возможность практического создания электромембранных ионных источников. Характерной такого оборудования является возможность применения методов масс-спектрометрии для анализа микроколичеств исследуемого вещества, минимальный уровень потерь ионов и не в последнюю очередь простота конструкции и управления наряду с относительно низкой стоимостью.

Сильной стороной работы является квалифицированное использование автором широкого спектра самых современных разнообразных масс-спектрометрических методик обеспечивающих получение достоверных результатов. Не вызывает сомнения, что очевидным достоинством работы является и соответствие в каждом конкретном случае использованного автором оборудования решению поставленных в диссертационной работе задач. Высокий уровень математической подготовки автора был продемонстрирован на примере аналитического решения ряда диффузионных уравнений с нетривиальными граничными условиями.

Большинство приведенных в автореферате результатов хорошо обоснованы и имеют не только фундаментальную, но и практическую значимость. Особо следует отметить инновационную нацеленность проведенных исследований, о чём свидетельствует патент полученный автором совместно сотрудниками. Анализ полученных результатов позволил автору разработать и успешно испытать оптимизированную конструкцию ионного источника на основе полевого испарения ионов из полярных растворителей находящихся в каналах полимерной трековой мембраны.

Можно констатировать, что полученные в ходе выполнения данной работы знания, достоверность и новизна которых не вызывают сомнения, являются необходимым этапом на пути модернизации и усовершенствования используемых в настоящее время мембранных интерфейсов в которых для введения ионов исследуемых веществ в масс-спектрометр используется полевая экстракция ионов из жидких образцов.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Вызывает недоумение характерное для автореферата отсутствие количественного определения временных параметров как налагаемого на интерфейс потенциала, так и кинетики полевого испарения ионов из трековой мембраны. Текст изобилует сентенциями типа «... через некоторое время...»; «...на короткое время...»; «...некоторое время» и т.д. По мнению автора отзыва в каждом конкретном случае надо было приводить оценку соответствующего временного интервала.
2. Последний абзац описания 6-й главы выпадает из общего контекста содержания данного раздела диссертации, фактически посвященного масс-спектральным исследованиям полевой инжекции сложных высокомолекулярных органических ионов из полярных растворителей. Обнаруженная автором аномально высокая интенсивность регистрируемых на масс-спектрах пиков ионов самих растворителей заслуживает более подробного рассмотрения и в том числе оценки влияния этого, судя по всему мешающего эффекта на аналитические характеристики масс-спектрометра оборудованного трековой мембраной.
3. Относительно вывода № 3. Обнаруженная автором корневая зависимость тока однозарядных ионов от их концентрации в растворителе, вряд ли является положительной характеристикой в плане использования мембранного интерфейса в аналитических целях. Представляется очевидным, что наилучшим вариантом является линейная зависимость тока ионов от их концентрации.
4. На трёхмерном рисунке 10, изображающем потенциальный рельеф вблизи канала трековой мембраны заполненного раствором исследуемого вещества приведены обозначения только двух осей.

В качестве замечания можно указать и на достаточно большое количество опечаток и неудачных выражений в тексте автореферата, таких как «... Θ – смачивания», «...напряженность... даже большую в приведенной оценке.», «...определены существенно лучше...» и т.д. Кроме этого, вызывает определенное недоумение размерность скорости полевого испарения ионов [сек^{-1}], в формуле (2), хотя по физическому смыслу она должна нормироваться на единицу площади раствора, либо на поверхностную плотность испаряющихся ионов. В добавление к вышперечисленному в тексте автореферата не приведена расшифровка многократно упоминаемой аббревиатуры «ЭМИИ».

Вместе с тем все указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

Автореферат в целом написан простым и ясным языком и оставляет хорошее впечатление от научного уровня автора и подтверждает высокую оценку данной работы.

Судя по автореферату, диссертация Балакина А.А. является законченным научно-квалификационным исследованием, которое соответствует пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года предъявляемым к докторским диссертациям. Считаю, что Балакин Александр Алексеевич заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.2. – Приборы и методы экспериментальной физики.

Заведующий лабораторией лазерной электрохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН, отдел «Функциональных материалов для химических источников энергии»,

доктор физико-математических наук

Кривенко Александр Георгиевич
16.05.2023

Подпись Кривенко А.Г. «Заверяю»

Учёный секретарь ФГБУН ФИЦ ПХФ и МХ РАН д.х.н. Циха Б.Л.

142432, (Моск. область), г.Черноголовка, пр. Семёнова, д. 1

ФГБУН ФИЦ ПХФ и МХ РАН,

Электронный адрес: office@icp.ac.ru

Телефон: +7 (495) 993-57-07,

