

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Кузьминовой Анны Игоревны на тему «Оптимизация процессов первапорации и нанофльтрации путем создания новых полимерных мембран, модифицированных металлоорганическими каркасными структурами», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия (химические науки)

Диссертационная работа Кузьминовой А.И. на тему «Оптимизация процессов первапорации и нанофльтрации путем создания новых полимерных мембран, модифицированных металлоорганическими каркасными структурами» посвящена разработке новых полимерных мембран, содержащих металлоорганические каркасные структуры с заданными транспортными свойствами для первапорационного и нанофльтрационного разделения различных жидких смесей. Данная работа является, несомненно, **актуальной** в связи с необходимостью получения новых полимерных мембран для оптимизации аналитических методов пробоподготовки, для концентрирования тяжелых металлов, красителей, органических растворителей и других аналитов. Таким образом, разработка новых мембран со смешанной матрицей на основе различных по природе полимеров, модифицированных различными металлоорганическими каркасными структурами, а также изучение их физико-химических и транспортных свойств в процессах первапорации и нанофльтрации модельных растворов и реальных смесей является крайне актуальным и перспективным направлением не только в научной сфере деятельности, но и для дальнейшего промышленного использования.

Диссертационная работа на русском языке представлена на 151 странице и содержит 60 таблиц и 93 рисунка. Состоит из введения, 5 глав (литературного обзора, экспериментальной части, изучения нанофльтрационных мембран, изучения первапорационных мембран, концентрирования реальных смесей), основных выводов и списка литературы, состоящего из 275 наименований. Результаты работы изложены в 3, 4 и 5 главах диссертационной работы и опубликованы в 14 работах (3 статьи в рецензируемых изданиях и 11 тезисов докладов на конференциях). Работа выглядит логически выстроенной и законченной. Во введении обоснована актуальность, степень разработанности темы исследования, цель и задачи работы, научная новизна, практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, личный вклад автора и апробация работы. Первая глава диссертационной работы посвящена литературному обзору, состоящему из пяти частей, в которых уделено внимание методам разделения и концентрирования в аналитической химии, мембранам со смешанной матрицей «полимер-металлоорганические каркасные структуры», полимерным мембранам для дегидратации изопропанола, разделения смеси метанол/толуол и разделения и концентрирования тяжелых металлов и красителей. Вторая глава посвящена экспериментальной части работы (использованные реактивы и материалы, методика приготовления композитов и мембран на их основе, методика приготовления модельных растворов, методика подготовки проб реальных объектов для анализа, методы исследования). В третьей главе описаны результаты и полученные данные по разработке и исследованию нанофльтрационных мембран из полимера с внутренней микропористостью PIM-1 и его композитов с металлоорганическими

каркасными структурами (MIL-125 и MIL-140A), транспортные свойства мембран были изучены при концентрировании тяжелых металлов и красителей из модельных растворов. В четвертой главе описаны результаты и полученные данные по разработке и исследованию первапорационных мембран из различных по природе полимеров, альгината натрия и поли-м-фениленизофталамида, модифицированных металлорганическими каркасными структурами Zr-MOFs (UiO-66, UiO-66(NH₂)-УК и UiO-66(NH₂)-ЭДТА). В пятой главе представлены результаты по концентрированию ионов тяжелых металлов и красителей из реальных смесей с помощью нанофильтрационных мембран из полимера с внутренней микропористостью PIM-1 и его композитов с металлорганическими каркасными структурами (MIL-125 и MIL-140A). На основании полученных результатов сделаны обоснованные выводы, которые в полной мере отразили результаты работы, их новизну и значимость. **Научная новизна работы** заключается в следующем: было показано, что введение металлорганических каркасных структур приводит к улучшению транспортных характеристик первапорационных и нанофильтрационных мембран из различных по природе полимеров (поли-м-фениленизофталамида, альгината натрия и полимера с внутренней микропористостью PIM-1); были предложены оптимальные составы для композитов полимер/металлорганическая каркасная структура, обеспечивающие наиболее эффективное разделение и концентрирование аналитов; была установлена корреляция структуры разработанных полимерных мембран, модифицированных металлорганическими каркасными структурами, с их физико-химическими и транспортными свойствами; было проведено концентрирование аналитов из реальных смесей с помощью разработанных полимерных мембран (полимер/металлорганическая каркасная структура) и найдены коэффициенты концентрирования.

В работе следует отметить большой объем исследований, которые выполнены с привлечением большого количества экспериментальных методов (сканирующая электронная микроскопия, ядерный магнитный резонанс, атомно-силовая микроскопия, термогравиметрический анализ, исследование равновесного набухания мембран, исследование углов смачивания, исследование механических свойств, первапорация, нанофильтрация, газохроматографический анализ, спектрофотометрический анализ, инверсионная вольтамперометрия, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой), что подтверждает достоверность результатов. Личный вклад автора является несомненным и состоял в активном участии в постановке задач, исследовании, планировании, подготовке и проведении первапорационных и нанофильтрационных экспериментов, исследовании физико-химических и транспортных свойств мембран, а также в анализе, интерпретации и обобщении полученных результатов, подготовке докладов и публикаций. Материалы диссертационной работы опубликованы в 14 работах (3 статьи в рецензируемых международных изданиях и 11 тезисов докладов на конференциях). Также работа была выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 17-73-20060 «Разработка новых мембран со смешанной матрицей для высокоэффективного, экологически чистого и ресурсосберегающего разделения жидких смесей» (2017-2020 г.)) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 19-38-90008 Аспиранты «Разработка и изучение новых мембран на основе альгината натрия, модифицированного металлорганическими каркасными полимерами» (2019-2022 г.)).

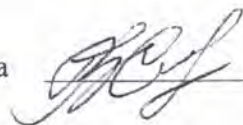
К диссертации имеется ряд вопросов:

- Почему для нанофильтрационных мембран из полимера с внутренней микропористостью PIM-1 и его композитов с металлоорганическими каркасными структурами не были изучены сорбционные характеристики мембран?
- От чего зависит выбор способа совмещения модификатора и полимера (твердофазный или растворный)? Так, для создания композитов из альгината натрия/Zr-MOFs и PIM-1/MOFs был применен твердофазный способ приготовления композитов (порошки полимера и модификатора перетирались в агатовой ступке и далее к ним добавляли растворитель), а для композита поли-м-фениленизофталамид/Zr-MOFs – растворный (в раствор полимера вводили модификаторы в ДМА).
- Недостаточно обоснован выбор пористых подложек для создания первапорационных и нанофильтрационных композиционных мембран с тонким селективным слоем. Какие были критерии выбора? И зависит ли это от проводимого мембранного процесса?

Указанные замечания не оказывают влияния на положительную оценку диссертации, которая представляет собой успешно выполненное исследование.

Диссертация Кузьминовой Анны Игоревны на тему «Оптимизация процессов первапорации и нанофильтрации путем создания новых полимерных мембран, модифицированных металлоорганическими каркасными структурами» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Кузьминова Анна Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.2. Аналитическая химия (химические науки). Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор,
профессор кафедры аналитической химии,
Института химии,
Санкт-Петербургского государственного университета



Семенов В.Г.

Дата 14 марта 2022 г.