

**Аннотация цикла научных работ**  
**«Транспортные характеристики и физико-химические свойства полимерных мембран, модифицированных углеродными наночастицами».**

**Авторы:**

**(1) к.х.н., доцент кафедры аналитической химии Института химии СПбГУ**

**Анастасия Владимировна Пенькова,**

**(2) ассистент Института химии СПбГУ, Мария Евгеньевна Дмитренко**

Мембранные процессы широко применяются для очистки веществ, природных и сточных вод, концентрирования и фракционирования промышленных жидких и газовых смесей. Объектом исследования соискателей премии Пеньковой А.В. и Дмитренко М.Е. являются два технологически значимых мембранных процесса - испарение через непористую полимерную мембрану (первапорация) и ультрафильтрация. Первапорация и ультрафильтрация - это мембранные процессы для разделения жидких смесей. Первапорация позволяет разделять путем испарения через мембрану жидкие смеси, содержащие близкокипящие компоненты или азеотропные смеси, которые трудноразделимы посредством дистилляции и других методов. Ультрафильтрация применяется в различных отраслях промышленности: в молочной, пищевой, текстильной, фармацевтической и в металлургической. Современные проблемы химической технологии определяют актуальность и необходимость не только развития совмещенных (гибридных) процессов, но и поиска новых мембран, в том числе, направленной модификации известных мембранных материалов, в связи с тем, что интенсивное развитие мембранных методов требует поиска новых мембран, обладающих улучшенными физико-химическими и транспортными свойствами. Одним из основных современных методов изменения функциональных свойств полимерных материалов является введение модификаторов в полимерную матрицу. Важнейшим видом модифицированных материалов являются полимерные нанокомпозиты, включающие наночастицы как модификаторы. В то же время, несмотря на эффективность модификации полимеров наночастицами, например, улучшение механических и физико-химических свойств, существенных для мембранныго разделения, этим задачам в современной литературе посвящено только ограниченное число работ. Введение модификаторов позволяет гибко и направленно изменять физико-химические характеристики мембранныго материала и процесса. В связи с этим представляет интерес одновременное изучение важнейших транспортных свойств, селективности и других параметров при модификации мембранныго материала. Для этих целей представляется необходимым и анализ физико-химических аспектов трансмембранныго массопереноса. Знание механизма массопереноса через мембрану необходимо для обоснования выбора материалов, анализа, оценки и предсказания результатов процесса. Следует отметить, что существующие подходы к анализу мембранныго транспорта в большинстве имеют теоретическое значение; в практике в основном применяются достаточно упрощенные варианты, например, основанные на законе Фика.

Таким образом, основными направлениями работы Пеньковой А.В. и Дмитренко М.Е. являются следующие:

- Разработка способов модификации полимеров углеродными наночастицами в растворах и в отсутствии растворителя (твердофазное взаимодействие); получение композитов с различным содержанием углеродного наномодификатора и приготовление различных типов мембран на их основе (непористых: диффузионных, композиционных (с тонким селективным слоем) и пористых: ультрафильтрационных).
- Изучение структурных характеристик и физико-химических свойств композитов.
- Исследование транспортных свойств и селективности мембран на основе нанокомпозитов полимер – углеродные частицы в процессах первапорации бинарных и четырехкомпонентных систем, а также в процессе ультрафильтрации. Разработка рекомендаций по оптимизации их структуры.
- Физико-химический анализ закономерностей трансмембранныго массопереноса при первапорации (с учетом влияния модификаторов), исследование возможностей термодинамического описания (моделирования) процесса.

Соискателями премии Пеньковой А.В. и Дмитренко М.Е. впервые было изучено влияние наноуглеродных структур, введенных в полимерную матрицу на свойства мембранныго материала в процессах первапорации и ультрафильтрации. В качестве полимерных матриц для мембран были выбраны следующие: полифениленоксид, полифениленизофтalamид, поливиниловый спирт, а в качестве наполнителя полимерной матрицы углеродные наночастицы (фуллерен, сажа, углеродные нанотрубки, фуллеренолы, астралены). Были впервые разработаны новые методы модификации полимеров наноуглеродными структурами. Новые нанокомпозитные мембранны были созданы для улучшения транспортных свойств полимерных мембран.

Было показано, что мембранны, модифицированные углеродными наночастицами, обладали лучшими транспортными характеристиками как при разделении бинарных, так и многокомпонентных смесей в процессе первапорации и обладали высокой антифouлинговой способностью при разделении белков в процессе ультрафильтрации (поверхность мембран не загрязнялась вследствие адсорбции белков на поверхности и в порах мембран).

Пеньковой А.В. была показана и подтверждена на основе результатов кандидатской диссертации и литературных данных возможность термодинамического описания процесса первапорации и аппроксимации экспериментальных данных в бинарных системах с использованием соотношений неравновесной термодинамики.