

ОТЗЫВ

на диссертацию Пеньковой Анастасии Владимировны на тему: «Транспортные характеристики и физико-химические свойства мембран на основе полимерных материалов, модифицированных углеродными наночастицами», представленную на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.18 - Мембраны и мембранная технология.

Мембранные технологии являются одним из важных компонентов устойчивого развития, поскольку являются мало энерго- и ресурсоемкими и обеспечивающими экологическую чистоту различных производств в таких отраслях промышленности как газо- и нефтедобыча и переработка а также в химической промышленности.

Мембранные процессы являются достойной альтернативой существующим традиционным методам разделения, которые, как правило, энергозатратны и неэкологичны. В связи с чем, развитие мембранной технологии, несомненно, актуально.

Работа А.В. Пеньковой посвящена двух мембранных методов: первапорации и ультрафильтрации. Выбор данных процессов обусловлен их высокой востребованностью для практического использования. Пervaпорация (процесс разделения низкомолекулярных веществ) является перспективным процессом для химической, нефтехимической и биохимической отраслей промышленности в связи с тем, что открывает возможность разделения азеотропных смесей, смесей изомеров, близкикопящих или термически неустойчивых веществ. Ультрафильтрация (процесс отделения высокомолекулярных от низкомолекулярных компонентов) применяется в пищевой и молочной, фармацевтической, текстильной, металлургической и химической промышленности, в основном для очистки воды. В рамках диссертации были разработаны новые мембраны со смешанной матрицей для данных процессов и оптимизированы их свойства в зависимости от природы полимера для проведения высокоэффективной очистки и разделения жидких смесей, а именно, промышленно-значимых смесей. Для разработки новых мембран с заданными характеристиками использовали такие полимеры, как полифениленизофталамид, полифениленоксид, поливиниловый спирт, полисульфон. В качестве модификаторов были использованы углеродные наночастицы (фуллерен, фуллеренолы, графитовая сажа, астралены, мультислойные углеродные нанотрубки, карбоксифуллерен), а также для мембран на основе поливинилового спирта – полиэлектролиты. Данная работа является, несомненно, актуальной в связи с быстрым развитием мембранных процессов и активным их внедрением в промышленность для снижения энергопотребления и повышения эффективности систем.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые было изучено влияние углеродных наночастиц на физико-химические и транспортные характеристики первапорационных и ультрафильтрационных полимерных мембран на основе полученных композитов.

Диссертация состоит из введения, четырех глав (литературный обзор, экспериментальная часть, исследование композитов и первапорационных мембран, исследование ультрафильтрационных мембран), выводов, списка сокращений и списка литературы (407 источника).

09/2-70 от 30.01.2020

В литературном обзоре подробно описываются мембранные процессы первапорация и ультрафильтрация и суммируются опубликованные автором результаты по разработке мембран для данных процессов, а также результаты исследований влияния введения углеродных частиц в полимерные матрицы на свойства мембран.

В экспериментальной части представлены основные характеристики применяемых материалов и реактивов, способы получения композитов и мембран, методы изучения структур и физико-химических свойств, методики проведения экспериментов по первапорации и ультрафильтрации для изучения транспортных свойств разработанных мембран. Здесь следует отметить, что применение широкого спектра современных методов исследования как самих полимерных мембран так и процессов ультрафильтрации и первапорации с применением этих материалов обеспечивает достоверность полученных результатов.

Третья глава посвящена изучению первапорационных мембран на основе полифенилизофталамида, полисульфона, поливинилхлорида, поливинилового спирта и полифениленоксида. К наиболее значимым новым результатам, представленным в этой главе, следует отнести следующие: 1) модификация мембран на основе полифенилизофталамида, модифицированных фуллереном и углеродными нанотрубками, обеспечивает увеличение фактора разделения в процессах первапорации смесей, содержащих метанол, в т.ч. и азеотропного состава; 2) создание композиционных мембран (на подложках МФФК[®]) с селективными слоями из композитов полисульфона и поливинилхлорида с фуллереном приводит к значительному увеличению проницаемости таких мембран при сопоставимой селективности по сравнению с известными; 3) композиционные мембраны с тонкими селективными слоями на основе полифениленоксида, модифицированного фуллереном, и поливинилового спирта, модифицированного фуллереном, перспективны для применения в гибридном процессе «реакция+первапорация» и приводят к увеличению эффективности селективного выделения продуктов реакции; 4) одновременное применение объемной и поверхностной модификаций для мембран на основе поливинилового спирта приводит к значительному улучшению транспортных свойств в процессе первапорационной дегидратации промышленно-важных смесей, в т.ч. содержащих метанол. Производительность композиционных мембран (с подложками МФФК[®]) в 1.5 – 2 раза превышает известные мембраны.

В четвертой главе представлены результаты по изучению ультрафильтрационных мембран на основе полифенилизофталамида и полифениленоксида. Было продемонстрировано, что модификация мембран из полифенилизофталамида астраленом и фуллереном приводит к улучшению антифаулинговой устойчивости. При модификации этих же мембран фуллереном (до 2%мас.) на 40% увеличивается плотность материала и, соответственно, на 30% уменьшается свободный объем.

Практическая значимость результатов, полученных в диссертационной работе А.В. Пеньковой, определяется тем, что разработанные автором мембраны со смешанной матрицей на основе композитов превосходят по комплексу транспортных свойств известные коммерческие аналоги. Это дало возможность защитить разработки четырьмя патентами и опубликовать 27 статей в ведущих рецензируемых международных и отечественных изданиях.

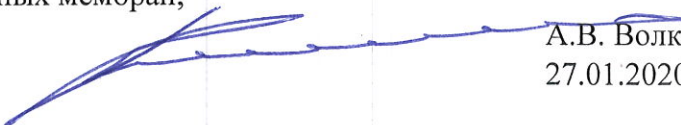
По работе можно сделать следующие замечания:

- Встречаются неточные формулировки. Например, на стр. 8: «К транспортным свойствам относятся для пористых (ультрафильтрационных) мембран задержание и удельная производительность, для непористых (диффузионных, композиционных) мембран – фактор разделения и удельная производительность». Здесь неточность формулировки приводит к смешению понятий, например, что ультрафильтрационные мембраны не могут быть композиционными.

- Следует также отметить, что представленная в таб.1 (стр.19) классификация процессов мембранного разделения вызывает вопросы, поскольку все мембранные процессы (за исключением электромембранных) реализуются в конечном итоге за счет перепада давлений (в том числе и парциальных) в над- и подмембранном пространстве. Эти замечания ни в коей мере не снижают высокой оценки диссертационной работы А.В. Пеньковой.

Считаю, что диссертация Пеньковой Анастасии Владимировны на тему: «Транспортные характеристики и физико-химические свойства мембран на основе полимерных материалов, модифицированных углеродными наночастицами» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Пенькова Анастасия Владимировна заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.18 - Мембраны и мембранная технология.

Заместитель директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени
Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева
Российской академии наук (ИНХС РАН),
заведующий лабораторией полимерных мембран,
доктор химических наук


А.В. Волков
27.01.2020

Подпись д.х.н. А.В. Волкова заверяю

Ученый секретарь ИНХС РАН им. А.В. Топчиева
к.х.н., доцент Ю.В. Костина



