

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пояркова Андрея Александровича

### **«Интенсификация процессов массопереноса с использованием мембранных контакторов на основе нанопористых мембран»,**

предоставленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.15. Мембраны и мембранная технология и 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Диссертационная работа Пояркова А.А. посвящена одному из важнейших вопросов современной мембранной технологии – разработке способов очистки от «кислых» газов и осушения природных и технологических газовых смесей путём пертракции, с использованием мембранных контакторов. Очистка природного и попутного нефтяного газа от серосодержащих газов, диоксида углерода и воды необходима для снижения коррозии трубопроводов и с целью предотвращения в них конденсации паров воды. Применение пертракции может существенно снизить энергоёмкость и, соответственно, стоимость этих процессов, что и определяет *актуальность* и *практическую значимость* темы исследования. В рамках диссертации Пояркова А.А. разработана математическая модель массопереноса в газожидкостном мембранном контакторе, учитывающая множество факторов, таких как геометрия системы, распределение скоростей потоков и диффузии компонентов, массоперенос в наноразмерных каналах и т.д., в определении параметров, влияющих на эффективность работы мембранных контакторов, что определяет *теоретическую значимость* работы. В работе подробно изучены различные способы очистки газов от «кислых» газов и паров воды с использованием мембранных контакторов, что включает исследование взаимосвязи эффективности извлечения, потоков жидких и газовых сред и условий процесса. В результате исследований сделан ряд практически полезных выводов и выявлен ряд особенностей различных способов очистки газов с использованием мембранных контакторов, определяющих *новизну* исследования, например, синергетический эффект конденсации и абсорбции при использовании абсорбционно-рефрижераторного осушения газов. Сильной стороной диссертации Пояркова А.А. является большой потенциал полученных результатов для дальнейшего практического применения в мембранной технологии, подтверждаемый технико-экономической оценкой и наличием большого числа публикаций по теме работы.

Результаты работы Пояркова А.А. изложены логично и последовательно, хорошим научным языком. Содержательная часть автореферата включает достаточно подробное описание вышеупомянутой математической модели массопереноса, способов осушения и очистки газов жидкими абсорбентами с использованием мембранных контакторов, применённых в работе (абсорбционное осушение с использованием триэтиленгликоля, абсорбционно-рефрижераторное осушение с использованием этиленгликоля, удаление «кислых» компонентов с использованием щелочных и аминовых абсорбентов) и особенностей применения этих способов, изучения ряда подходов по улучшению характеристик мембран (поверхностная модификация путём фторирования, использование композиционных мембран на основе оксида графена). Лаконично, но при этом достаточно содержательно обсуждены особенности каждого способа очистки газов, результаты исследования взаимосвязей между эффективностью очистки и внешними факторами, а также между структурными и транспортными характеристиками (для мембран на основе оксида графена) и найденные закономерности. Выводы работы вполне обоснованы и грамотно сформулированы. Ценность полученных в работе результатов подтверждается наличием пяти патентов и девяти статей в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах, в том числе высокорейтинговых, таких как *Desalination, Separation and Purification Technology* и т.д. Достоверность полученных результатов не

вызывает сомнений и подтверждается применением комплекса взаимодополняющих современных физико-химических методов исследования и анализа.

По тексту автореферата имеются следующие замечания:

1. Из текста автореферата непонятно, какого состава сырьевые смеси газов использовались в экспериментах по абсорбционному и абсорбционно-рефрижераторному осушению. Из рисунка 5 можно понять, что это воздух, но это требует пояснения и вызывает вопрос, могут ли измениться характеристики мембраны, если воздух заменить на газ, для осушения которого и предназначены такие мембранные контакторы (метан с примесью воды,  $H_2S$  и  $CO_2$ ).
2. Чем обосновано различие абсорбентов, применяемых в абсорбционном и абсорбционно-рефрижераторном осушении газов (растворы этиленгликоля и триэтиленгликоля)?
3. Раздел «Научная новизна» оформлен несколько неоднобразно. Например, первое и последнее предложение логичнее было бы начать со слова «найлены» и «обнаружен» соответственно.

Вышеуказанные вопросы и замечания имеют частный характер и, в целом, не влияют на общую положительную оценку данной работы.

Таким образом, можно заключить, что по научной новизне, актуальности, теоретической и практической значимости, объёму и обоснованности полученных результатов диссертационная работа Пояркова Андрея Александровича является законченным исследованием и полностью соответствует всем требованиям к кандидатским диссертациям, определённым Положением о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утверждённым приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева №1300Д от 14.09.2023 г., а её автор, Поярков Андрей Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.15. Мембраны и мембранная технология и 2.6.17. Материаловедение.

Кандидат химических наук

Исполняющий обязанности старшего научного сотрудника лаборатории кремнийорганических и углеводородных циклических соединений ИНХС РАН,

«13» февраля 2024 г.

Алентьев  
Дмитрий Александрович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН)

Контактные данные:

Адрес: Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 29

E-mail: [d.alentiev@ips.ac.ru](mailto:d.alentiev@ips.ac.ru)

Тел. +7(495)647-59-27\*3-01

Подпись к.х.н. Алентьева Д.А. удостоверяю.

Учёный секретарь ИНХС РАН,  
д.х.н., доцент



Костина Ю.В.