

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Пяткова Евгения Сергеевича

“Мезопористые керамические мембраны для фракционирования низкомолекулярных углеводородов”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

В настоящее время развитие новых технологий привело к созданию нового класса неорганических мембранных материалов для проведения различных процессов разделения различных газов на отдельные фракции, очистки жидкостей и газов. Существует проблема подготовки попутного нефтяного газа по качеству до требований нормативных документов для транспортировки по магистральным газопроводам, а также для использования в качестве топлива для бытовых и производственных нужд. Для такой подготовки могут быть использованы мембраны анодного оксида алюминия, функционирующие в режиме капиллярной конденсации. Поэтому разработка воспроизводимых методов синтеза мембран на большой площади, изучение течения конденсирующихся газов и газовых смесей, содержащих конденсирующиеся компоненты через мембраны и развитие методов модификации поверхности стенок пор мембран для увеличения стабильности процесса фракционирования газов, содержащих пары воды, **являются актуальными задачами** для практического внедрения таких мембран.

Предлагаемый в работе метод создания таких мембран основан на анодном окислении алюминиевых фольг в растворяющих электролитах. Автором оптимизированы методики синтеза и удаления барьерного слоя мембран анодного оксида алюминия на площади, достаточной для их практического применения (10x10 см) и обладающих достаточной для использования механической прочностью.

Проведено изучение газопроницаемости мембран анодного оксида алюминия по индивидуальным постоянным и конденсирующимся газам в зависимости от диаметра пор и структуры мембран, изучен процесс фракционирования углеводородов с использованием смеси газов, имитирующих

по своему составу попутный нефтяной газ при различных условиях эксперимента (температура конденсора, потоки сырьевой смеси, давления сырьевой смеси и пермеата), а также построена теоретическая модель процесса разделения углеводородов в режиме капиллярной конденсации в каналах нанометрового размера.

Проведенные исследования имеют несомненную **практическую значимость**. Предложенные в рамках работы методики формирования мембран анодного оксида алюминия в режиме «жесткого» анодирования с предварительным формированием защитного слоя, формирования асимметричных мембран при изменении напряжения анодирования, удаления барьерного слоя с контролем пористости мембраны позволяют синтезировать асимметричные мембраны анодного оксида алюминия с возможностью воспроизводимого синтеза мембран на площади до 100 см^2 , что позволяет использовать их для решения многих технологических задач. Разработанный способ выделения тяжелых фракций конденсируемых компонентов газовых смесей с использованием капиллярной конденсации позволяет подготовить ПНГ по качественным показателям точки росы по углеводородам и по воде до требований нормативных документов. Способ является перспективным для использования как на месторождении, так и на газоперерабатывающих производствах, и благодаря высокой производительности мембран более $300 \text{ нм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{час})$ и возможности работать при низких давлениях сырьевой смеси (5-7 бар) позволяет снизить капитальные затраты на создание мембранных модулей. Проведенная технико-экономическая оценка эффективности указанного выше способа позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты.

Примененные для исследований структуры и функциональных свойств мембран методы позволили установить взаимосвязь между параметрами пористой структуры мембран и селективности процессов разделения углеводородов, а также объяснить их природу. При этом сравнение результатов, полученных различными экспериментальными методами, свидетельствует о **достоверности** полученных результатов.

К сожалению из текста автореферата осталось непонятным проводились ли опытные испытания не на синтетической смеси газа, а на реальных образцах ПНГ, который может содержать также взвешенные частицы и кислые газы,

которые, в свою очередь могут привести к ухудшению характеристик мембранных материалов.

Материалы диссертационной работы опубликованы в академических журналах и прошли апробацию на Международных и Российских конференциях.

Несмотря на указанное выше замечание, считаю, что диссертационная работа **Пяткова Е.С.** соответствует всем требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Старший научный сотрудник

лаборатории атомной структуры и анализа поверхности Отдела физики и химии поверхности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технического института Уральского отделения Российской академии наук, кандидат физико-математических наук

 Валеев Ришат Галеевич

Адрес: 426000, г.Ижевск, ул. Кирова, 132

e-mail: rishatvaleev@mail.ru

тел. 8(3412)430163

Подпись Валеева Р.Г. заверяю.

Ученый секретарь ФТИ УрО РАН,

кандидат химических наук

 Гончаров Олег Юрьевич

