

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пяткова Евгения Сергеевича "Мезопористые керамические мембраны для фракционирования низкомолекулярных углеводов", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Реализация существующих технологических процессов получения и очистки веществ приводит к тому, что около 80% исходного сырья переходят в отходы, которые, в свою очередь могут являться ценным сырьем, переработка которого может оказаться в несколько раз рентабельнее по сравнению со стандартным сырьем. К такому сырью, относится попутный нефтяной газ (ПНГ), выделяющийся в процессе добычи или сепарации нефти. Решение проблемы переработки ПНГ позволит решить ряд экологических проблем, связанных с выбросом в атмосферу продуктов его сжигания, а также повысить прибыль нефтедобывающих компаний за счет продажи дополнительного товарного продукта. Диссертационная работа Е.С. Пяткова связана с развитием мембранного способа переработки ПНГ с использованием эффекта капиллярной конденсации, что определяет актуальность данной работы.

Диссертационная работа обладает существенными элементами **научной новизны**, среди которых можно выделить:

- Оптимизацию методики формирования асимметричных мембран с подбором оптимальных условий методом гальваностатического анодирования.

- Изучение механических свойств мембран, в частности впервые определен модуль Юнга анодного оксида алюминия, составивший 146 ГПа. А определена зависимость предела прочности мембраны на разрыв от пористости материала.

- Проведено теоретическое моделирование процесса течения конденсирующегося газа через мембраны. На основании результатов моделирования была подобрана оптимальная микроструктура мембраны, позволившая достичь проницаемости мембраны более $500 \text{ нм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{атм} \cdot \text{ч})$.

- Разработаны основы процесса фракционирования смесей углеводов с использованием эффекта капиллярной конденсации.

Также не вызывает сомнений **практическая значимость** данной работы:

- Разработанные в рамках данной работы методики формирования мембран анодного оксида алюминия в режиме жесткого анодирования на достаточно большой площади (до 100 см^2) и контролируемого удаления барьерного слоя позволяют синтезировать мембраны анодного оксида алюминия, обладающие заданными параметрами пористой структуры, высокой проницаемостью и достаточной механической прочностью. Такие мембраны могут применяться не только в процессе газоразделения, но и в процессах ультра- и микрофильтрации.

- Предложенный в рамках данной работы способ выделения тяжелых углеводов и паров воды позволяет подготовить попутный нефтяной газ по качественным показателям температуры точки росы по воде и углеводородам до требований нормативных документов без полного охлаждения сырьевой смеси. При этом предложенный способ мембранного фракционирования позволяет удалять до 80% широкой фракции легких углеводов при охлаждении мембраны до -45°C . А возможность работы на низких давлениях 5-7 бар и высокая производительность мембраны – более $300 \text{ нм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ позволяет использовать данные мембраны в условиях промышленных месторождений. При этом, предложенный в работе подход также может быть распространен на удаление других конденсирующихся компонентов, таких как сероводород, меркаптаны и углекислый газ при повышении давления сырьевой смеси.

- Проведенный технико-экономический расчет продемонстрировал эффективность использования данной технологии по сравнению с традиционной технологией низкотемпературной сепарации и мембранной технологией, основанной на использовании

полимерных мембран.

К недостатку диссертационной работы можно отнести отсутствие сравнения расчетов, проведенных с использованием диаграммы Де Пристера с результатами расчетов в программных пакетах, широко используемых при расчетах химических процессов, таких как ASPEN Hysys или SimSci PRO/II. Однако, данное замечание не влияет на все достоинства работы.

Из автореферата видно, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. Кроме того, данная работа имеет значительные перспективы внедрения в технологические процессы разделения попутного нефтяного газа. Суммируя вышесказанное можно заключить, что диссертационная работа Евгения Сергеевича Пяткова отвечает всем требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней» ВАК России, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Доктор технических наук (специальность 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий), профессор,
Заведующий кафедрой информационных компьютерных технологий,
ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»
125047, г. Москва, А-47
Миусская пл., 9
Тел.: +7 (495) 495-21-26,
E-mail: kolts@muctr.ru


Кольцова Элеонора Моисеевна

Подпись Кольцовой Э.М. заверяю.

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»,
к.т.н.
125047, г. Москва, А-47
Миусская пл., 9
Тел.: (499) 978-86-48,
E-mail: nkalinina@muctr.ru




Калинина Нина Константиновна