

В диссертационный совет 24.2.312.05
на базе федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Казанский
национальный исследовательский
технологический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу

Латыпова Дамира Рашитовича

на тему: «Обезвоживание водно-спиртовых смесей полимерными первапорационными мембранами с селективным слоем из полиуретанов на основе аминокэфиров ортофосфорной и борной кислот», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий

Актуальность темы диссертации

Обезвоживание спиртов остается важной технологической задачей для многих промышленных производств. Как правило, остаточное содержание воды определяет качество и стоимость конечного продукта. Первапорация, как процесс, основанный на избирательном испарении компонентов жидкой смеси через мембрану, зарекомендовала себя как перспективный способ для удаления воды из спиртов, в частности, таких как этанол и изопропанол.

Традиционные методы, используемые для обезвоживания спиртов, включая дистилляцию и ее специальные варианты, адсорбцию, часто требуют значительных энергетических и материальных затрат и могут быть менее эффективными в условиях малых концентраций воды.

Эффективность первапорационного разделения во многом определяется характеристиками селективного слоя мембраны. Здесь необходимо отметить многочисленные исследования, проводимые в настоящее время, в области новых мембранных материалов, особенно полимеров, с их уникальными свойствами, которые могут использоваться в качестве селективного слоя мембран. Данная тенденция открывает новые горизонты для применения первапорации в производстве спиртов. Поэтому исследования, направленные на определение сепарационных характеристик полиуретанов на основе аминокэфиров борной и ортофосфорной кислот при разделении водно-спиртовых смесей,

являются актуальными.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст работы изложен на 145 страницах машинописного текста и включает 55 рисунков, 20 таблиц и 2 приложения. Список литературы содержит 107 источников.

Во введении проводится обоснование актуальности диссертационной работы, отражены научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов.

Первая глава посвящена литературному обзору, в котором подробно описаны сферы применения высокочистых спиртов, методы их получения, а также достоинства и недостатки данных методов. Обоснована перспектива использования процесса первапорации в разделении азеотропных, термонестабильных и близкикопящих смесей. В литературном обзоре приведена историческая справка о возникновении первапорации, способах проведения процесса разделения, используемых материалах при изготовлении мембран, а также перспективы развития и текущее состояние.

Во второй главе диссертационной работы отражена методика проведения экспериментальных исследований, дано подробное описание экспериментальной первапорационной установки. Приведена информация о технике изготовления селективного слоя первапорационных мембран. Селективный слой и пленки полимера изготавливались из полиуретанов на основе аминокэфиров ортофосфорной кислоты и аминокэфиров борной кислоты. В исследованиях по первапорационному обезвоживанию смеси изопропанол-вода изучалось влияние модифицирующих добавок в составе полимера на разделительные характеристики первапорационных мембран.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям по первапорации. Эксперименты проводились в два этапа, на первом этапе проводились поисковые исследования, изучалось влияние модифицирующих добавок в составе селективного слоя полимера на разделительные характеристики мембраны. Иономер из аминокэфиров ортофосфорной кислоты (АЭФК) синтезировался на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ) или полипропиленгликоля (ППГ), дополнительно определялось влияние количества молей

ортофосфорной кислоты в составе. Иономер из аминокэфиров борной кислоты (АЭБК) синтезировался на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ) и изучалось влияние объемных аддуктов (АО) диглицидилового эфира дифенилолпропана и хлорида меди. В качестве исходной смеси для экспериментальных исследований использовалась смесь изопропанол-вода с концентрацией 85 % масс. спирта, при температуре процесса 40 и 60°C и глубине вакуума 20 мм рт. ст. со стороны пермеата. В результате были определены мембраны, селективный слой которых показал наилучшие разделительные характеристики, данные мембраны использовались для проведения второго этапа исследований. На втором этапе экспериментальных исследований для разделения использовались смеси изопропанол-вода и этанол-вода в широком диапазоне концентраций от 50 до 99 % масс. спирта при температуре процесса 40 и 60°C и глубине вакуума 20 мм рт. ст. со стороны пермеата. Результаты экспериментов показали, что лучшим сочетанием показателей коэффициента разделения и потока пермеата через мембрану обладает мембрана АЭФК-5-ПЭГ (цифра в обозначении означает количество молей ортофосфорной кислоты в составе), при температуре процесса 60°C. Сравнение полученных данных с результатами других авторов показало, что мембрана АЭФК-5-ПЭГ имеет поток пермеата в ~2,3 раза выше в сравнении с результатами других авторов при разделении смеси изопропанол-вода полимерными мембранами при аналогичных параметрах проведения процесса.

В результате экспериментальных исследований определены зависимости потоков пермеата через мембрану и коэффициентов разделения от температуры проведения процесса, составов исходной смеси и селективного слоя полимерной мембраны.

В четвертой главе проводилось математическое моделирование процесса первапорации на полимерных мембранах. Приводится описание математической модели, информация о принятых допущениях и граничных условиях. Модель была построена в рамках концепции «растворение-диффузия», в математической модели содержалось 5 неизвестных величин, 3 параметра в выражениях для активности Флори-Хаггинса и 2 для коэффициентов диффузии компонентов в мембране. Для определения неизвестных параметров проводились эксперименты по набуханию пленок исследуемых полимеров в чистых компонентах (вода, изопропиловый и этиловый спирты), а также водно-спиртовых смесях. Полученные в результате моделирования данные удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными во всей концентрационной области. На основании полученной модели можно проводить расчеты необходимой мембранной поверхности для проведения первапорационного разделения водно-спиртовых смесей.

В пятой главе представлен сравнительный технико-экономический анализ процесса обезвоживания изопропилового и этилового спиртов с применением экстрактивной ректификации и совмещенной схемы на основе ректификации и первапорации. В обеих схемах в качестве первой ступени разделения использовалась ректификационная колонна, в которой разделяемая смесь концентрировалась до значений близких к азеотропной области. Технико-экономический анализ основан на сравнении энергетических затрат на проведение процессов разделения. По результатам расчетов выявлено, что при обезвоживании 1 т изопропилового спирта от исходной концентрации до 99,5 % масс., возможно снижение энергозатрат в ~4,9 раз в сравнении с процессом экстрактивной ректификации. Выявлено, что увеличивая температуру проведения процесса первапорационного разделения с 40 до 60°C возможно уменьшение площади мембранной поверхности в ~1,7 раз для полимера АЭФК при обезвоживании изопропилового спирта.

В заключении отражены основные выводы и результаты по диссертационной работе.

Оценка содержания диссертации

Текстовые части диссертации сбалансированы и подкрепляются графиками, таблицами и формулами, стиль изложения материала выдержан в традиционных рамках научных работ. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Цель и задачи соответствуют актуальным направлениям исследований в выбранной области научного знания.

Достоинством представленной работы являются ее практическая ориентированность. Полученные в результате проведенного диссертационного исследования материалы позволяют повысить эффективность процессов обезвоживания спиртов за счет применения процесса первапорации и создания новых материалов селективного слоя мембран.

Оценка научной новизны диссертации

Результаты экспериментальных исследований и разработанная математическая модель первапорационного разделения на полимерных мембранах, обладают научной новизной и имеют большое значение для развития теории и практики проектирования первапорационного оборудования применяемого для разделения азеотропных водно-спиртовых смесей.

Практическая и теоретическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы подтверждается полученными экспериментальными результатами по обезвоживанию изопропилового и этилового спиртов в

мембранном модуле на плоских полимерных мембранах с селективным слоем из полиуретанов на основе АЭФК и АБЭК в широкой концентрационной области от 50 до 99 % масс. спирта при температурах 40 и 60 °С и вакууме 20 мм рт. ст. со стороны пермеата. Теоретическая значимость результатов работы обусловлена полученной математической моделью процесса первапорационного разделения на плоских полимерных мембранах.

Публикации, отражающие основное содержание диссертации

Материалы диссертационной работы прошли апробацию на конференциях различного уровня, опубликованы в 16 научных работах, в том числе 9 статьях в журналах из перечня ВАК.

Обоснованность и достоверность результатов работы

Обоснованность и достоверность результатов работы и сделанных выводов не вызывают сомнений, так как они базируются на анализе большого количества публикаций по теме исследований, экспериментальных данных полученных надежными, современными методами исследований, общепринятых принципах и методах проектирования технологического оборудования.

Основные вопросы и замечания

Несмотря на высокий уровень работы и успешное решение поставленных задач к диссертации Латыпова Д.Р. есть следующие замечания:

1. В работе не представлен список условных обозначений и сокращений.
2. Не исследованы способы регенерации мембран.
3. Не исследованы или не приведены результаты исследования по установлению ресурса мембран, результаты исследования процессов деградации мембраны, селективного слоя мембраны.
4. Не исследованы или не приведены исследования по установлению эмиссии соединений из компонентов селективного слоя мембраны в пермеат.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не изменяют общей положительной оценки работы.

Заключение

По объему, актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства

Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Латыпова Дамира Рашитовича «Обезвоживание водно-спиртовых смесей полимерными первапорационными мембранами с селективным слоем из полиуретанов на основе аминокэфиров ортофосфорной и борной кислот» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на совершенствование процессов разделения азеотропных водно-спиртовых смесей с использованием процесса первапорации, имеющие существенное значение для развития химического и нефтехимического комплекса страны.

Автор работы Латыпов Дамир Рашитович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук (02.00.13 - «Нефтехимия»),

доцент, зам. директора по научной деятельности

Набережночелнинский институт (филиал)

федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Казанский (Приволжский) федеральный университет"



Фазуллин

Динар

Дильшатович

05.09.2024 г.

Контактная информация:

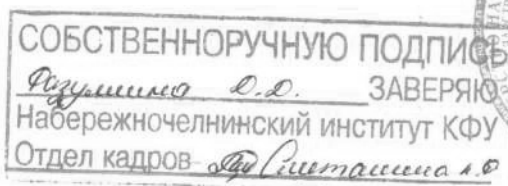
Адрес: 423810, Российская Федерация, Респ. Татарстан, г. Набережные Челны,

пр. Мира, д. 68/19

Тел.: +7(927) 049-11-09

e-mail: fazullindd@yandex.ru

Сайт: <https://kpfu.ru/dinar.fazullin>



Вход. № 05-8627
«17» 09 2024 г.
подпись

[Handwritten signature]