

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Голованевой Надежды Викторовны на тему
«Особенности механизма и влияние основных технологических параметров на
характеристики нанофильтрационных мембран»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология

Актуальность работы

В настоящее время нанофильтрация (НФ) – относительно новый баромембранный процесс – находит все большее применение в различных отраслях промышленности. Это связано, в первую очередь, с высокой селективностью по многовалентным катионам при низких энергетических затратах. Основными целями диссертации является выявление особенностей механизма разделения нанофильтрации и исследование влияния основных технологических параметров на характеристики нанофильтрационных мембран и мембранных модулей. Актуальность работы обусловлена еще и тем, что исследования нанофильтрации проведены на отечественных мембране и мембранном модуле.

Научная новизна работы

Установлены закономерности влияния величины рН и концентрации исходного раствора солей двухвалентных металлов на селективные свойства и зарядовые характеристики нанофильтрационной мембраны и мембранного модуля. Показано, что величина рН, при которой наблюдается минимум селективности НФ-модуля, не зависит от температуры и концентрации раствора.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего развития теории мембранного разделения растворов.

Практическая значимость

Представленная работа имеет важное практическое значение для решения задач очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Полученные численные значения селективности и удельной производительности исследованных мембран и мо-

дулей могут быть использованы для расчета технико-экономических показателей систем регенерации стоков на основе процесса НФ.

Результаты работы представлены в виде докладов на следующих конференциях: Всеукраинская научно-техническая конференция молодых ученых и студентов НУХТ, г. Киев, Украина, 27–28 октября 2012 г.; Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Мембраны-2013», г. Владимир, РФ, 1–4 октября 2013 г.; Международная научная конференция «Молодежь в науке – 2013», г. Минск, Беларусь, 19-22 ноября 2013 г.; XIV Конференция и Третий Всероссийский симпозиум с международным участием, г. Воронеж, РФ, 9–14 октября 2014 г.

Доклад по теме диссертации получил 2-е место на VI Конкурсе проектов молодых ученых (Москва, РХТУ им. Д.И. Менделеева, 25 октября 2012 г.).

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, в том числе 3 из них – в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК.

Представленная на отзыв диссертация Н.В. Голованевой состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Текст диссертации изложен на 137 страницах, иллюстрирован 51 рисунком, содержит 3 таблицы и список литературы, включающий 80 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы, выбранной автором, научная новизна и практическое значение проделанной работы. Сформулирована цель работы и задачи, которые требовалось решить для ее достижения.

В главе 1 (литературный обзор) диссертации проведен анализ научно-технической литературы, посвященной теории и практике мембранного разделения растворов. Рассмотрены возможные механизмы переноса массы, показаны интересные экспериментальные результаты, в том числе при использовании различных методов регенерации поверхностного заряда мембран. Приведен анализ влияния различных факторов на селективные свойства и зарядовые характеристики НФ-мембран из полиамида. Сделаны выводы из литературного обзора.

В главе 2 представлены объекты исследования и методики проведения экспериментов, описаны конструкции используемых аппаратов и установок на их основе. Приведены погрешности анализа веществ и описания реагентов и материалов.

В главе 3 приведены результаты исследований их анализ. Предполагается, что ключевыми факторами в механизме разделения нанофильтрации являются взаимодействие двух составляющих: образование ДЭС по электростатическому механизму и наличие слоя связанной воды в межфазном слое (механизм селективной проницаемости). Представлены результаты исследования электроповерхностных свойств образца НФ-мембраны и влияние на них концентрации электролитов типа 2-1. Исследовано влияние основных технологических параметров на характеристики нанофильтрационного мембранного модуля: определена зависимость удельной производительности и селективности мембраны от температуры, типа электролита и его концентрации. Исследовано влияние величины водородного показателя и концентрации исходного раствора на характеристики ОО- и НФ-мембран. Установлено, что в процессе нанофильтрации чем выше концентрация катионов в исходном растворе, тем выше задерживающая способность и значительнее разница в величине рН исходного раствора и пермеата. Это объясняется способностью многозарядных катионов «сорбироваться» на поверхности материала мембраны. Дано обоснование снижения селективности нанофильтрации по нитрат-иону при кислых значениях рН.

В главе 4 исследованы селективность и удельная производительность ОО- и НФ-мембран при разделении многокомпонентного раствора. Установленная селективность выше 96% по каждому из представленных в растворе тяжелых металлов и 92–93% по нитрат-иону подтверждает перспективы промышленного применения исследованной НФ-мембраны и модуля для очистки сточных вод от тяжелых металлов.

Выводы по итогам проделанной работы отражают суть основных результатов и показывают, что поставленные задачи решены в полной мере. Цель научного исследования, сформулированная в диссертации, достигнута полностью. Работа представляет собой законченное, объемное, тщательно спланированное и добросовестно выполненное исследование. В диссертации установлен ряд интересных закономерностей процесса нанофильтрации, которые диссертант обосновывает теорией образования двойного электрического слоя. Представленные в работе теоретические утверждения и большой экспериментальный материал могут быть использованы для

развития теории влияния поверхностных сил на мембранные процессы разделения растворов, предложенную Н.В. Чураевым и его коллегами.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология в части технологических схем с применением мембранных процессов, их экономического и экологического обоснования; применения мембранных процессов в промышленности, охране окружающей среды и медицине, в том числе решения проблем водного хозяйства, разделения жидких и газовых смесей, выделения ценных компонентов из сточных вод и газовых выбросов, использования процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека; методов расчета и оптимизации режимов работы мембранных аппаратов и систем с целью улучшения конструкции аппаратов и повышения эффективности их работы. Теория мембранных процессов, механизмы переноса компонентов через мембраны различной природы. Кинетика мембранного транспорта. Разработка принципов функционирования мембран различного назначения (обратноосмотических, нано-, ультра-, микрофльтрационных, первапорационных, ионообменных, газоразделительных) при мембранном разделении компонентов жидких и газовых смесей и мембранном катализе.

Проведенные исследования имеют большую практическую ценность, показывая перспективы использования относительно нового процесса – нанофльтрации.

Автореферат диссертации содержит все основные результаты и выводы.

Замечания по диссертации и автореферату.

1. Термин «эффективность процесса нанофльтрации» без специальных пояснений носит очень неопределенный характер (см. стр. 115, 118 диссертации и стр. 17 автореферата).
2. Такая характеристика как «селективность мембран по отношению к ионам водорода» определялась на основе измерений величины рН. В то же время, как следует из современных представлений теории электролитической диссоциации воды, протоны гидратированы и представляют ряд аквакомплексов, например ионы гидроксония.

В качестве пожелания можно было бы предложить продолжить эксперименты по мембранному разделению растворов с измерением величины водородного показателя, в которых использовать в качестве растворителя деминерализованную воду с максимально возможной декарбонизацией (например, с помощью ионного обмена или электродеионизации) в нейтральной газовой среде.

Однако высказанные замечания и пожелание не влияют на общую положительную оценку данной диссертационной работы.

В целом диссертационная работа Надежды Викторовны Голованевой выполнена на высоком научном и экспериментальном уровне с использованием современных методов исследования и содержит обширный экспериментальный материал.

Считаю, что по своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ (№ 842, от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология.

Генеральный директор ООО «ГИДРОТЕХ»,

кандидат технических наук



Стариков Евгений Николаевич

РФ, 117587, город Москва, Варшавское шоссе, дом 125, стр.1

Тел.: (495) 781-80-20 , 781-80-21, 781-80-22, 781-80-22

e-mail: estarikov@hydrotech.ru

Подпись Старикова Евгения Николаевича заверяю

Главный бухгалтер ООО «ГИДРОТЕХ»



М.П.

Пуриц Ольга Александровна

25.11.15