

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента о диссертации Алексея Михайловича Ландырева  
«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИКРОПОРИСТОЙ МЕМБРАНЫ  
В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.17.18 - Мембраны и мембранная технология**

Задача эффективной очистки и предочистки воды различного происхождения и состава при помощи методов мембранной технологии является весьма актуальной и привлекает внимание исследователей и инженеров во все возрастающей степени. В рассматриваемой диссертации была поставлена цель разработать и оптимизировать конструкцию рулонного фильтрационного модуля для систем предочистки воды в промышленных установках опреснения. Основной акцент делается на применение микропористой трековой мембраны, что позволяет добиться определенных преимуществ по сравнению с существующими коммерчески доступными продуктами. Конкретной задачей данной разработки явилась предварительная очистка воды для последующей подачи на системы обратного осмоса, с доведением до необходимых норм качества таких показателей как индекс плотности осадка, цветность и концентрация взвешенных веществ при работе с различными источниками исходной воды (морская, сточная, речная). С учетом вышесказанного заявленная цель диссертационной работы имеет высокую актуальность для данной области науки и техники.

В первой главе (литературный обзор) автор рассматривает возможности баромембранных методов для решения задач очистки воды от дисперсной фазы различной природы. Анализируются существующие подходы к созданию систем водоподготовки, и выявляются нерешенные вопросы. Формулируются задачи исследования, включающие применение трековой мембраны в конструкции

рулонного фильтрующего элемента, оптимизацию и моделирование работы данного элемента, а также разработку методов регенерации, позволяющих поддерживать высокую производительность системы в течение длительного периода времени.

Во второй главе автор дает обоснование конструкции рулонного элемента, включая подбор соотношений геометрических размеров, подбор используемых материалов (дренажные и турбулизирующие сетки), а также оснащение элемента ультразвуковым модулем. Оптимизация конструкции подтверждается контрольными экспериментами, проведенными на лабораторной установке с использованием как модельных водных дисперсий, так и природных вод. Эксперименты сопровождались большим объемом исследований качества воды до и после проведения операций очистки.

В третьей главе рассмотрены вопросы стойкости трековой мембраны при воздействии технологических реагентов, методы регенерации мембран в процессе работы фильтрационного элемента, исследованы показатели качества воды до и после очистки, роль коагулянтов, влияние различных ключевых факторов на производительность элемента. Подтверждены преимущества разработанных устройств по сравнению с имеющимися на рынке мембранными аппаратами.

В четвертой главе предложена математическая модель спирального микрофильтрационного элемента. Результаты применения данной модели к конкретным исполнениям разработанных конструкций элементов подтверждаются данными экспериментальных исследований. Таким образом, показано, что разработанная модель обладает предсказательной силой, что очень важно в практических приложениях.

В пятой главе приведены примеры реализованных на практике систем очистки воды промышленного назначения.

Оценивая работу в целом, можно утверждать, что она имеет



несомненную научную и техническую новизну, а также практическую значимость. Основанные на исследовательских результатах технические решения позволили улучшить эксплуатационные характеристики систем очистки воды, применяемых в промышленности. Судя по списку литературы, основные результаты диссертационной работы опубликованы, и публикации достаточно полно отражают содержание диссертации. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

По диссертации можно сделать следующие замечания.

В диссертации рассмотрены характеристики микропористых трековых мембран преимущественно из полиэтилентерефталата. Представляется, что при использовании микропористых трековых мембран из других материалов, например поливинилиденфторида, ряд полученных результатов может несколько измениться.

Расчетная модель верифицирована в узком диапазоне изменения диаметра пор микропористой трековой мембраны (0.2-0.28 мкм), хотя микропористые трековые мембраны выпускаются в гораздо более широком диапазоне изменения диаметров пор - от 0.05 до 5.0 мкм.

Кроме того, оформление работы выполнено на весьма низком уровне. Диссертация изобилует стилистическими и грамматическими ошибками, неправильно расставленными знаками препинания. В ряде случаев эти погрешности препятствуют восприятию сути изложения. Имеются существенные погрешности смыслового порядка. Так на стр. 7 говорится, что объектом исследования в диссертации является микропористая мембрана с порами цилиндрической формы, хотя, по сути, главным объектом исследования является рулонный элемент и осуществляемый с его помощью процесс микрофльтрации. На стр. 12 понятие электрохимического потенциала явно «смешивается» с понятием электрического потенциала. На стр. 13 говорится, что микрофльтрацию

и ультрафильтрацию можно применять для разделения жидкостей. На стр. 18 написано, что «производительность мембран (расход пермеата) падает с понижением температуры, селективность растёт», хотя прилагаемый рисунок (Рис. 3) говорит об обратном. На стр. 36 коэффициент кинематической вязкости назван «динамической вязкостью среды». Эта же ошибка повторяется на стр. 48 диссертации и на стр. 8 автореферата. Эти погрешности чрезвычайно снижают общее впечатление от диссертационной работы. Проблемы со стилем изложения приводят к тому, что даже сильные и выигрышные стороны проделанной работы показаны недостаточно убедительно – зачастую в слишком обобщенном виде, в то время как конкретные формулировки были бы весомее. Можно высказать претензии и к структуре диссертации: например, анализ патентной информации и описание свойств и технологии получения трековых мембран в начале 2-й главы явно должны были присутствовать в литературном обзоре, то есть в первой главе. Наконец, список литературы оформлен не в соответствии с требованиями ВАК.

Вышесказанное сильно затрудняет выработку общей оценки работы. Вместе с тем, выполненные Ландыревым А. М. исследования и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 05.17.18 в части п.7 "Методы расчета и оптимизация режимов работы мембранных аппаратов и систем с целью улучшения конструкции аппаратов и повышения эффективности их работы. Изучение особенностей мембранных систем, таких как концентрационная поляризация, и методов борьбы с этим явлением". При этом нужно отметить, что диссертация не во всём соответствует требованиям ВАК по оформлению.

По актуальности, научно-технической новизне, практической значимости диссертационная работа Ландырева Алексея Михайловича отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 - Мембраны и мембранная технология.

Доктор химических наук, заместитель Центра прикладной физики  
Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова  
Объединенный институт ядерных исследований  
141980, г. Дубна,  
Ул. Жолио-Кюри, 6,  
Тел +7 (49621) 63544.  
E-mail: apel@jinr.ru

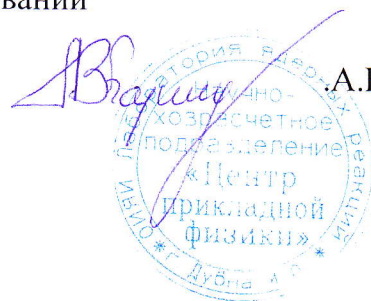
*Подпись*

Апель Павел Юрьевич

*Подпись П.Ю. Апеля заверяю*

Ученый секретарь Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова  
Объединенного института ядерных исследований

28 декабря 2016 г.



А.В. Карпов