

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации **Анисимова Сергея Игоревича** «ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ ОБРАТНОГО ОСМОСА», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – мембранные и мембранные технологии

Диссертационная работа Анисимова С.И. посвящена технико-экономической оптимизации систем водоподготовки на основе обратного осмоса (ОО). В последние годы ОО широко используется в процессах водоподготовки в различных отраслях промышленности: медицине, фармацевтике, теплоэнергетике, микроэлектронике и др. Поэтому создание эффективных процессов на базе ОО, а также их технико-экономического обоснования является весьма важной и актуальной задачей.

Математическая модель процесса ОО основана на уравнениях переноса воды и электролитов через мембрану. Наибольшую сложность представляет уравнение переноса электролитов, необходимое для расчета селективности мембраны, особенно в области низких концентраций электролита. В имеющихся на сегодняшний день компьютерных программах расчета систем ОО не приводятся описания соответствующих программ. Кроме того, часто результаты расчета не соответствуют реальным значениям.

Для решения данной проблемы автором было показано, что снижение селективности полиамидных композитных обратноосмотических мембран в разбавленных растворах, обусловлено наличием потока электролита, который характеризуется свойствами мембраны и суммой чисел гидратации катиона и аниона данного сорта электролита. Предложенное математическое описание ОО на основе уравнений модели «растворение-диффузия» было дополнено аддитивной составляющей, которая характеризуется свойствами мембраны и суммой чисел гидратации катиона и аниона электролита. Предложенная система уравнений позволяет рассчитывать селективность при разделении многокомпонентных разбавленных растворов электролитов.

При расчете технико-экономических показателей был разработан и применен метод двухэтапной оптимизации систем водоподготовки на основе ОО, обеспечивающий минимальную себестоимость очищенной воды. Разработан и использован действующий прототип компьютерной программы для расчета и оптимизации систем водоподготовки на основе ОО.

Результаты, полученные в работе, легли в основу разработки мобильной установки подготовки деминерализованной воды для гемодиализа. Изготовлены и внедрены три установки, которые в настоящее время эксплуатируются в КОГБУЗ «Кировская областная клиническая больница» г. Киров и КОГБУЗ «Омутнинская ЦРБ», г. Омутнинск.

*По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:*

1. При изучении влияния концентрации индивидуальных электролитов в разделяемом растворе на коэффициенты массопереноса при pH=7 (рис.1) не учитывалась возможность гидролиза растворов хлорида железа (III) в нейтральных средах.
2. При расчете технико-экономических показателей не оценивали расходы на утилизацию вторичных отходов - концентрата ОО.

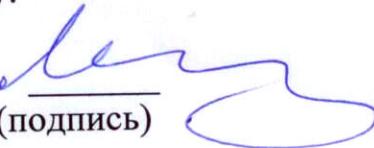
Однако высказанные выше замечания носят непринципиальный характер и не влияют на общую положительную оценку данной диссертационной работы, выполненной на хорошем научном уровне. Актуальность работы, а также ее научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

Таким образом, представленная диссертационная работа соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор - **Анисимов С.И.** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – мембранные и мембранные технологии.

Милютин Виталий Витальевич,  
доктор химических наук, старший научный сотрудник, заведующий  
лабораторией хроматографии радиоактивных элементов Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки Институт физической  
химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук  
(ИФХЭ РАН)  
119071, Москва, Ленинский проспект, 31, корп. 4; <http://www.phyche.ac.ru/>,  
E-mail: [vmilyutin@mail.ru](mailto:vmilyutin@mail.ru), тел.: +7(495)335-9288

Я, Милютин Виталий Витальевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«15 » ноября 2018 г.

  
(подпись)

Подпись Милютина Виталия Витальевича заверяю:  
Ученый секретарь ИФХЭ РАН,  
кандидат химических наук



И.Г. Варшавская