

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вурдовой Надежды Георгиевны **«Совершенствование мембранных и сорбционных технологий в водообороте крупных предприятий на основе эколого-экономической сбалансированности»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук, специальность: **2.10.2. Экологическая безопасность**

Диссертационная работа Вурдовой Н.Г. представляет собой комплексное исследование, направленное на решение актуальной научно-практической проблемы – оптимизацию водопользования в нефтехимической отрасли путем внедрения замкнутых водооборотных систем с применением инновационных сорбционных и мембранных технологий. Работа выполнена на стыке экологии, химической технологии и экономики, что подчеркивает ее междисциплинарный характер и соответствие современным требованиям к устойчивому развитию промышленности.

Тема диссертации соответствует приоритетам Национального проекта «Экология» и федеральным программам («Оздоровление Волги», «Внедрение НДТ»), который получил продолжение, как нацпроект «Экологическое благополучие», в рамках которого будет продолжена работа по сокращению объемов нечищенных сточных вод, попадающих в реки, а снижение водоемкости производств и переход на ЗВС определены как приоритетные задачи. Автор диссертации также обосновала необходимость перехода на технологии «нулевого сброса» (ZLD) в условиях ужесточения экологических нормативов (например, ИТС 8-2022) и дефицита водных ресурсов.

Исследование Вурдовой Н.Г. напрямую связано с ключевыми направлениями развития нефтехимической отрасли, водного хозяйства и экологической безопасности, закрепленными в иных стратегических документах:

Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», требующий минимизации сбросов сточных вод.

Стратегия научно-технологического развития РФ, акцентирующая внимание на ресурсосбережении и импортозамещении критических технологий.

Отмечу основные положения научной новизны:

- впервые обоснован принцип эколого-экономической сбалансированности (ПЭЭС), как инструмент выбора технологий водоочистки, учитывающий не только капитальные затраты, но и предотвращенный экологический ущерб.

- установлены закономерности массопереноса при импульсном электродиализе, объясняющие снижение энергозатрат (в 1,2-2,4 раза) за счет подавления поляризации мембран и электроконвекции.

- доказана возможность использования природных дисперсных кремнеземов (опок) в качестве сорбентов, превосходящих по экономической эффективности активированный уголь (стоимость ниже в 20 раз при сопоставимой емкости).

Практическая значимость работы заключается во внедрении разработанных технологий на предприятиях отрасли технологий, в т.ч. ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ООО «ЗапСибНефтехим» и др. Это позволило, например, увеличить долю оборотной воды до $R_{об}=96\%$ (эффективность использования воды источника $K_{и} = 0,93$); сократить забор воды из природных источников на 8,0 млн.м³/год; снизить эксплуатационные затраты на 5,8 млн.руб./год (после реконструкции) и энергопотребление на 30–50% (для импульсного электродиализа).

Автором разработаны технические условия на отечественное водоочистное оборудование типа «UniRain», «UniDEF», освоенное заводами АО «ГМС Нефтемаш» и ООО «ЮниЭкоПром», что способствует импортозамещению в области экологического машиностроения.

Диссертантом разработаны методики оценки экологических рисков и оптимизации инвестиций, использованные при проектировании водоочистных сооружений.

Разработанные автором в соавторстве технологии, процессы и оборудование их реализующее подтверждены 6-ю патентами РФ.

В своей работе автор применил современные методы анализа: электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ, импульсная вольт-амперометрию. Обработка данных проведена с использованием математической статистики ($R^2 = 0,8-0,9$). Эксперименты на модельных и реальных стоках подтвердили воспроизводимость результатов.

Считаю необходимым также отметить, сопоставление полученных в работе результатов с мировым уровнем, например:

- эффективность опоки, как сорбента (адсорбция по метиленовому синему составляет порядка 42,5-50,4 мг/г), сопоставима с зарубежными аналогами (например, силикагелями Purolite), но при существенно меньшей стоимости.

- результаты по импульсному электродиализу превосходят данные исследований китайскими учеными по энергоэффективности (1,2–2,4 кВт·ч/м³ против 2,5–3,5 кВт·ч/м³).

- подход к оценке экологических рисков интегрирует лучшие практики стандартов ISO31000 и HAZOP, адаптированные к российским реалиям.

Работа логично структурирована, содержит детальный анализ (108 таблиц, 101 рисунок, список литературы из 522 наименований), апробацию на 67 публикациях (включая WoS, Scopus, CA(pt) и проектной документации). Объем диссертации (404 страницы) соответствует требованиям ВАК.

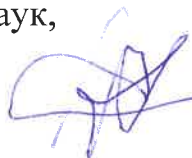
К автореферату имеются следующие замечания:

1. Объем автореферата превышает 2 п.л. Автору следовало более лаконично изложить материал.
2. В автореферате слабо освещены долгосрочные аспекты эксплуатации предложенных технологий, например, износ мембран при импульсном токе или влияние опои на гидродинамику фильтров в масштабах крупнотоннажных производств.

Диссертация Вурдовой Н.Г. является значимым вкладом в развитие экологической безопасности промышленных предприятий. Предложенные технологии и методики соответствуют критериям научной новизны, практической применимости и экономической эффективности.

Диссертационная работа «Совершенствование мембранных и сорбционных технологий в водообороте крупных предприятий на основе эколого-экономической сбалансированности», представленная на ученой степени доктора технических наук, является законченным научным исследованием, соответствует требованиям Положения о порядке присуждений ученых степеней в НИТУ «МИСИС», соответствует п. п. 3, 10, 11 паспорта специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность», содержит все необходимые элементы, присущие докторским диссертациям. Работа заслуживает высокой оценки, а ее автор Вурдова Надежда Георгиевна - присуждения ученой степени доктора технических наук.

Профессор кафедры промышленной экологии, доктор технических наук, профессор



Десятов Андрей Викторович

09. 04. 2025 г.

Тел.: +79645861912

E-mail: avdesyatov@mail.ru

Я, Десятов Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева. Адрес: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д. 9

Подпись профессора, д.т.н. Десятова А.В. заверяю.

