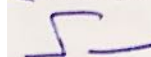


УТВЕРЖДАЮ

о научной работе

Соколов Юрий Юрьевич



2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» на диссертационную работу Лин Маунг Маунга на тему: **«Разработка технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – мембраны и мембранная технология в совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.204.06 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»

Диссертация Лин Маунг Маунга посвящена разработке технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена, что весьма актуально для Республики Союз Мьянмы, гражданином которой является Лин Маунг Маунг. В работе решаются задачи по созданию гибридной технологии, на основе вышеуказанных методов и определения оптимальных параметров ее работы.

Диссертация состоит из введения, основной части, состоящей из 4 глав, содержит 38 рисунков, 11 таблиц, выводов, списка цитируемой литературы и 9 приложений в виде 11 рисунков и 2 таблиц, изложенных на 117 страницах машинописного текста.

Обзор литературы по тематике исследования выполнен Лин Маунг Маунгом на основе 81 отечественного и зарубежного источников, вышедших в период с конца 20 века по 2018 год включительно. Анализ представленных в первой главе материалов показал, что диссертант весьма квалифицированно проработал имеющиеся данные и выявил перечень актуальных проблем по очистке промышленных сточных вод, в том числе и шахтных вод, которые являются источниками загрязнения тяжелыми металлами. Показано, что удаление таких загрязнений позволит снизить затраты на производственные нужды, путем повторного использования воды в основной технологии. Для решения этих задач были рассмотрены различные методы, включая баромембранные процессы разделения, в частности, обратный осмос и нанофильтрацию. В совокупности эти проблемы вполне

обоснованно составили цель исследования, отвечающего уровню кандидатской диссертации.

Для решения практических задач при выполнении работы диссертант использовал самодельные установки для изучения процессов нанофильтрации и обратного осмоса, а также ионного обмена. Для подтверждения достигнутых результатов по очистке модельных растворов использовался широкий спектр химических, физико-химических и физических методов исследования, в том числе и Центра коллективного пользования им. Д.И. Менделеева. Так, для измерения снижения концентрации широкого спектра тяжелых металлов использовался метод атомно-абсорбционной спектроскопии и комплексонометрического титрования. Также контролировалась концентрация ионов водорода при помощи рН-метрии. Особо стоит отметить, что автор в своей работе уделил внимание не очистке и многокомпонентных растворов, по данным об очистке которых можно судить о взаимном влиянии ионов в процессе очистки.

Перечисленные методы позволили диссертанту в полной мере решить поставленные в работе экспериментальные задачи и получить данные, соответствующие современным требованиям к точности измерений.

В последней главе диссертации проведен технико-экономический анализ процесса очистки сточных вод на основе нанофильтрации и ионного обмена. Диссертантом были определены характеристики эффективности нанофильтрации растворов от тяжелых металлов и показано, что нанофильтрационные мембраны обладают высокой селективностью при концентрациях тяжелых металлов более 100 мкг/л. Кроме того, обнаружены закономерности механизмов выделения тяжелых металлов.

Автором впервые удалось показать влияние вклада электростатического механизма в общую задерживающую способность при очистке растворов от нитратов меди и свинца, так как оказалось, что рН пермеата ниже этой величины для исходного раствора.

Анализ этих материалов показывает, что диссертант выполнил большой объем экспериментальных исследований и получил исходные данные для проектирования технологий очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена. Это вносит определённый вклад в развитие представлений о ресурсо- и энергосберегающих химических технологиях очистки воды.

К наиболее важным результатам диссертации следует отнести выяснение особенностей разделения многокомпонентных систем – водных растворов тяжелых металлов. Например, автором было определено, что селективность мембраны по катиону меди значительно ниже, чем по катионам марганца и цинка.

Вышесказанное представляет собой резюме того, что сделано автором диссертационной работы, научная ценность которой бесспорна, а результаты экспериментов и уровень обсуждения результатов не оставляют сомнений в квалификации Линн Маунг Маунга

Ниже представлены основные пункты, по которым делается квалификационное заключение о присуждении искомой степени.

Актуальность исследования не вызывает сомнения. В частности, энергетическая и оборонная безопасность большинства стран мира тесно связана с доступностью водных ресурсов. Нормальное функционирование и развитие может быть обеспечено, если успешно решаются проблемы контроля за сточными водами, в особенности, предприятий тяжелой промышленности, как то, горнодобывающие, металлургические, химические и гальванические производства. Обладание и повсеместное применение технологий очистки сточных вод и переработки концентратов серьезно может снизить экологическую нагрузку на водные ресурсы окружающих вышеуказанных категорий предприятий территории, вместе с получением и экономической выгоды от очистки сточных вод. Поэтому полученные в диссертации характеристики технико-экономического расчета могут быть использованы при решении технологических задач страны в целом.

Наибольший интерес при решении прикладных задач могут представлять результаты диссертации, посвященные разработке гибридной технологии очистки сточных вод. Чем и определяется также и **практическая значимость** работы.

Научная новизна не вызывает сомнений. Результаты диссертационного исследования вносят значительный вклад в развитие мембранной науки в области нанофильтрации и обратного осмоса, в том числе и для разделения многокомпонентных водных растворов тяжелых металлов.

Использование в работе целого ряда современных методов анализа и хорошо согласующиеся между собой результаты исследования процессов очистки воды от тяжелых металлов отражают **степень достоверности полученных результатов**.

Замечания по диссертационной работе:

1. В таблице 1 не указаны данные по «канцерогенности» ртути, меди и цинка.
2. В диссертации встречаются орфографические и синтаксические ошибки, например, правила переноса в таблице 2 или вывод 2.
3. Стоит указать на неточность в использовании символов, указывающих на направление реакции. Обратимые реакции обозначаются стрелками, направленными в

разные стороны, а символом, который использует автор в уравнениях (2)-(4) и (6), обозначаются резонансные структуры.

4. Автор не приводит интервалы ошибок для произведенных измерений, что порой приводит к затруднениям при сравнительном анализе полученных данных.

5. Результаты, представленные автором на рисунке 37 показывают влияние линейной скорости на процесс концентрирования ионов. И как справедливо замечает автор, «при увеличении линейной скорости поток, «проскок» ...наблюдается быстрее». Автор связывает этот эффект с различными значениями величин адсорбции твердой фазой ионов. Однако сами значения автор в диссертации не приводит.

Замечания носят рекомендательный характер и не сказываются на качестве и результатах проделанной работы.

Заключение

Рассматриваемая диссертационная работа Лин Маунг Маунга представляет собой актуальную и законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно исследование, выполнена автором самостоятельно на современном мировом уровне. Работа написана литературным языком, хорошо оформлена и иллюстрирована. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Новизна и практическая значимость выполненной работы сомнений не вызывает. Полученные результаты полностью отражены в статьях в рецензируемых химических журналах и апробированы на научных конференциях. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации. По актуальности изученной проблемы, научной новизне, практической и теоретической значимости полученных результатов, их достоверности и обоснованности выводов диссертационная работа Лин Маунг Маунга **«Разработка технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена»** соответствует критериям пунктов 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842) и паспорту специальности 05.17.18 – мембраны и мембранная технология, в том числе п. 4 - Технологические схемы с применением мембранных процессов, их экономическое и экологическое обоснование; п. 5 - Комбинированные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: адсорбцией, ректификацией и др.); п. 6 - Применение мембранных процессов в промышленности, охране окружающей среды и медицине, в том числе решение проблем водного хозяйства, разделения жидких и газовых смесей, выделения ценных компонентов

из сточных вод и газовых выбросов, использование процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека, а ее автор Лин Маунг Маунг заслуживает присуждения ему **ученой степени кандидата технических наук** по специальности 05.17.18 – мембраны и мембранная технология.

Результаты, полученные Лин Маунг Маунгом, несомненно, будут интересны для специалистов в области мембранной технологии очистки сточных вод и могут быть рекомендованы к использованию в предприятиях Водоканала, Группы компаний РОСТПРОЕКТ, предприятия атомной промышленности, например, ФГУП «ПО «Маяк» (г. Озерск), ГНЦ «НИИ атомных реакторов» (г. Димитровград), ООО «Группа компаний «ГАЗ» и другие.

Диссертационная работа, отзыв на диссертацию заслушаны, обсуждены и утверждены на заседании кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», протокол № 2 от 06 ноября 2018 г.

Профессор кафедры
«Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ
д.т.н., доцент
viv@nntu.ru, +79200609030

Илья Владимирович Воротынцев

Профессор кафедры
«Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ
д.т.н.
drozdovpn@mail.ru, +783124360361

Павел Николаевич Дроздов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24; www.nntu.ru; +7 831 436-23-25

Подписи Воротынцева Илья Владимировича и Дроздова Павла Николаевича заверяю:

Вед. специалистом от А.А. Дроздова М.В.
14.11.2018

