

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.06 на базе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета
от «б» декабря 2018 года, протокол № 16

о присуждении Лин Маунг Маунг, гражданин Республики Союз Мьянма, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена» в виде рукописи по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология, технические науки, принята к защите «27» сентября 2018 года, протокол №13, диссертационным советом Д 212.204.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9; приказ о создании диссертационного совета от «11» апреля 2012 года № 105/нк).

Соискатель Лин Маунг Маунг, «10» мая 1989 года рождения, гражданин Республики Союз Мьянма, в 2013 году окончил Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации в 2018 году. Временно не работает.

Диссертация выполнена на кафедре мембранной технологии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Каграманов Георгий Гайкович, гражданин Российской Федерации, заведующий кафедрой мембранной технологии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, доцент Шайхиев Ильдар Гильманович, гражданин Российской Федерации, заведующий кафедрой инженерной экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань;

Доктор химических наук, старший научный сотрудник Милютин Виталий Витальевич, гражданин Российской Федерации, заведующий лабораторией хроматографии радиоактивных элементов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской Академии Наук, Москва, дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, в своём положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором кафедры нанотехнологии и биотехнологии Воротынцевым Ильей Владимировичем и доктором технических наук, профессором той же кафедры Дроздовым Павлом Николаевичем, указала, что представленная диссертационная работа Лин Маунг Маунг на тему «Разработка технологии очистки сточных вод от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую по выбранной тематике, актуальности, научной новизне и практической и теоретической значимости полученных результатов, их достоверности и обоснованности выводов диссертационная работа Лин Маунг Маунг соответствует критериям п. 9-11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013) и паспорту специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология в части пунктов 4, 5 и 6, а ее автор, Лин Маунг Маунг, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология (диссертационная работа, и отзыв на диссертацию заслушаны, обсуждены, одобрены и утверждены на заседании кафедры нанотехнологии и биотехнологии «06» ноября 2018 года, протокол № 2).

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы.

В публикациях представления результаты исследований по очистке сточных вод от тяжелых металлов, в том числе шахтных вод методами нанофильтрации и ионного обмена. Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад соискателя составляет 80-85% и заключается в непосредственном участии в планировании работы, разработке методики проведения экспериментальных исследований, сборке и наладке лабораторных установок, проведении экспериментов, анализе и обсуждении полученных результатов и написании работ. Общий объем опубликованных работ составляет 17 страниц. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Соискателем опубликовано 2 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Монографий, патентов, депонированных рукописей не имеет.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Лин Маунг Маунг, Фарносова Е.Н., Каграманов Г.Г. Очистка сточных от тяжелых металлов методами нанофильтрации и ионного обмена // Химическая промышленность сегодня. 2017. № 8. С. 30-35.

2. Каграманов Г.Г., Фарносова Е.Н., Лин Маунг Маунг, Бланко-Педрахон А.М. Удаление тяжелых металлов из шахтных сточных вод // Химическая промышленность сегодня. 2018. № 1. С. 44-49.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, **все положительные**. В отзывах указывается, что представленная работа выполнена с использованием современного оборудования, на высоком научно-техническом уровне с применением современных физико-химических методов исследования, экспериментальных методик и аналитических средств, методов обработки экспериментальных данных, обуславливающих достоверность и обоснованность полученных результатов и сделанных выводов, имея значительную пользу для науки и практики.

В отзыве доктора химических наук, Волкова Алексея Владимировича, заведующего лабораторией №18 «Полимерных мембран» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева Российской академии наук, в качестве замечаний отмечено: содержится ряд синтаксических ошибок, например: ионообменная очистка изменяет во времени, т.е. имеет различную скорость при различных условиях; на рисунках 1, 4 и 5 в автореферате не приводит условия проведения экспериментов; на рисунке 8а приведена зависимость селективности нанофильтрационной мембраны от величины рН исходного раствора в диапазоне от 4 до 6 при $\Delta P = 4$ бар и $T = 20 \pm 1$ °С. Из полученных зависимостей в работе следует вывод о том, что при рН = 5,7-5,8 для меди и рН = 5,2-5,4 для цинка, селективность имеет минимальные значения ($R \approx 83\%$ для меди и $R \approx 99,2\%$ для цинка) ввиду отсутствия электростатического взаимодействия между мембраной и ионами растворенных веществ за счет снижения потенциала поверхности мембраны. Однако, из рисунка 8а следует, что при разделении модельного раствора аналогичного состава и температуры ($T = 20 \pm 1$ °С) при рН раствора $6,6 \pm 0,1$, $R \approx 65\%$ для меди и $R \approx 88\%$ для цинка, что значительно ниже минимальных значений, представленных на рисунке 8а.

В отзыве кандидата физико-математических наук, доцента Лагунцова Николая Ивановича, ведущего научного сотрудника Публичного акционерного общества «АкваСервис», в качестве замечаний отмечено: на рисунке 3 автореферата зависимости селективности от концентрации исходного раствора имеют максимум, причем для иона меди максимум выражен значительно сильнее, чем для иона марганца; объяснение зависимости нанофильтрационной мембраны от давления (рисунок 7) не выглядит убедительно; зависимости селективности мембран для многокомпонентных растворов (рисунок 8) имеют различный характер для составов №1 и №2. В частности селективности для состава №1 сильно различаются для различных ионов, а для состава №2 они практически одинаковы; в принципиальной схеме очистки сточных вод (рисунок 10) не приведены способы регенерации фильтра (позиция 2) и стадии ионного обмена (позиция 4).

В отзыве кандидата технических наук Фазуллина Динара Дильшатовича, доцента кафедры химии и экологии Набережночелнинского института (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», в качестве замечаний отмечено: влияние водородного показателя исходного раствора на процесс нанофильтрации рассмотрен в диапазоне от 3,5 до 7 рН, когда водородный показатель промышленных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, может достигать значений более 10 рН, что случится с мембраной при таких условиях не известно.

В отзыве доктора технических наук Цхай Александра Алексеевича, директора Товарищества с ограниченной ответственностью «Мембранные технологии, С.А.», в качестве замечаний отмечено: в предлагаемой принципиальной схеме очистки сточных вод не показано количество регенерационного раствора со стадии ионного обмена и его дальнейшее использование.

В отзыве кандидата химических наук Касперчика Виктора Петровича, ведущего научного сотрудника лаборатории мембранных процессов Государственного научного учреждения «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси», в качестве замечаний отмечено: не прослеживается четкой взаимосвязи между выбором для модельных исследований типа индивидуальных солей тяжелых металлов и составом многокомпонентных систем. По крайней мере, ионный состав многокомпонентных систем

значительно сложнее, что затрудняет теоретическую интерпретацию полученных на первом этапе исследований экспериментальных данных; из представленных экспериментальных данных в автореферате по ионному обмену достаточно сложно понять, как они были фактически использованы для разработки гибридной технологии наночистки и ионообменной очистки сточных вод; выводы по результатам работы весьма схематичны и не отражают в полной мере содержание и интерпретацию выполненных диссертантом исследований.

Отзыв кандидата технических наук Дряхлова Владислава Олеговича, доцента кафедры «Инженерная экология» Казанского национального исследовательского технологического университета замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что официальные оппоненты являются ведущими специалистами в области мембранной технологии, а ведущая организация имеет большой исследовательский и практический опыт в области разработки и применения баромембранных процессов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

определены основные характеристики используемой в процессе очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов наночистки мембраны – селективность, удельная производительность и изоэлектрическая точка;

установлено, что наночистки мембраны обладают селективностью до 98% при концентрациях тяжелых металлов в сточных водах более 100 мг/л;

обнаружено, что селективность исследованной мембраны по катиону меди в многокомпонентных растворах значительно ниже, чем по катионам марганца и цинка;

определены величины динамической и полной обменной емкости для ряда физико-химических систем «катион металла – смола» (Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} - КУ-2-8);

Научная значимость исследования обоснована тем, что:

исследовано влияние физико-химической природы системы «ион-мембрана» на селективность мембран как в одно-, так и в многокомпонентных растворах;

определены величины рН изоэлектрических точек наночистки мембраны, отвечающих минимуму селективности в зависимости от природы пары «ион-мембрана» для одно- и многокомпонентных растворов;

определены значения динамической и полной обменной емкости для наиболее широко применяемой ионообменной смолы российского производства КУ-2-8. Описано влияние линейной скорости на характеристики этой смолы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработано технологическое решение очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов на основе интеграции наночистки и ионного обмена;

определена оптимальная для наночистки очистки сточных вод концентрация тяжелых металлов;

проведена технико-экономическая оценка процессов наночистки и ионного обмена при очистке шахтных сточных вод.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования на ресурсодобывающих предприятиях, в научно-исследовательских институтах при решении задач, связанных с экологическими проблемами, а также в учебном процессе по подготовке

бакалавров и магистров в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева и других учебных заведениях Российской Федерации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что их достоверность обеспечена использованием корректных методик эксперимента, соответствующих современному научному уровню, и подтверждается согласованностью результатов, полученных в различных сериях экспериментов; экспериментальная часть работы выполнена с применением современных методов анализа; выводы диссертации обоснованы, не вызывают сомнений и согласуются с современными представлениями о мембранных и ионообменных процессах на промышленных предприятиях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке основных задач исследования; проведении всех экспериментов; обработке и интерпретации экспериментальных данных; разработке основных методов эксперимента; личном участии в апробации результатов исследования; подготовке и оформлении основных публикаций по выполненной работе.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.17.18 – мембраны и мембранная технология в части пункта 3: «Разработка принципов функционирования мембран различного назначения (обратноосмотических, нано-, ультра-, микрофильтрационных, первапорационных, ионообменных, газоразделительных) при мембранном разделении компонентов жидких и газовых смесей и мембранном катализе», пункта 5: «Комбинированные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: адсорбцией, ректификацией и др.)».

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для решения задач водоподготовки и очистки сточных вод от ионов двухвалентных металлов в различных отраслях промышленности страны.

По актуальности, научной новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным Положением «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании «6» декабря 2018 года, протокол № 16, диссертационный совет принял решение присудить Лин Маунг Маунг ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

В.А. Колесников

Ученый секретарь диссертационного совета

В.Т. Новиков

