ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.08 РХТУ им. Д.И. Менделеева

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 24/24
решение диссертационного
совета от 21 марта 2025 г. № 7

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Александрову Роману Алексеевичу, представившему диссертационную работу на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» по научной специальности 2.6.15 Мембраны и мембранная технология.

Принята к защите 27 декабря 2024 г., протокол №5 диссертационным советом РХТУ.2.6.08 РХТУ им. Д.И. Менделеева. Дата защиты перенесена приказом проректора по науке и инновациям РХТУ им. Д.И. Менделеева № 44 А от 10 февраля 2025 г. на основании решения диссертационного совета РХТУ.2.6.08 РХТУ им. Д.И. Менделеева от 7 февраля 2025 г., протокол №6.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 11 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 352 А от 8 сентября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 118 ОД от 13 декабря 2024 г.

Соискатель Александров Роман Алексеевич 1992 года рождения, гражданин Российской Федерации. В 2017 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), диплом серия 107704 номер 0084046 от 27 февраля 2017 г. В 2021 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), диплом серия 107732 номер 0005025 от 12 июля 2021 г.

Соискатель работает инженером-исследователем в федеральном государственном унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (ФГУП «ВНИИА»).

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева) на кафедре мембранной технологии.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Каграманов Георгий Гайкович, заведующий кафедрой мембранной технологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор, Шайхиев Ильдар Гильманович, профессор кафедры Инженерной экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»).

Кандидат химических наук, Суворов Сергей Сергеевич, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории технологий получения веществ электронной чистоты федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" (ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского).

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН).

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 12 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе 4 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Scopus, Web of Science, GeoRef, Chemical Abstracts Service), 5 тезисах и материалах международных и всероссийских конференций, а также 3 патентах.

Наиболее значимые работы:

1. Alexandrov R. A., Feklistov D. Y., Laguntsov N. I., Kurchatov I. M. Mobile Installation of Water Treatment in the Aftermath of Emergency Situations // Ecology and Industry of Russia. 2019. Vol. 23. № 1. P. 4-10.
2. Alexandrov R. A., Feklistov D. Y., Salomasov V. A., Tikhonov S. N., Laguntsov N. I., Kurchatov I. M. Investigation of the Water Treatment Process Using a Hybrid Alumosilicic Reagent // Journal of Water Chemistry and Technology. 2018. Vol. 40. № 3. P. 136-142.
3. Alexandrov R. A., Laguntsov N. I., Kurchatov I. M. The development of ejection reagent input in water treatment systems // Physics Procedia. 2015. Vol. 72. P. 103-107.
4. Александров Р. А., Каграманов Г. Г. Разработка блока предварительной подготовки воды для гибридной реагентно-мембранной системы очистки // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 4. С. 8-20.

Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад автора составляет от 50 до 90 % и заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе, обсуждении и обобщении полученных результатов, подготовке работ к публикации.

Результаты диссертации представлены на 5 международных и всероссийских конференциях:

1. Александров Р. А., Каграманов Г. Г. Мобильная мембранная установки очистки воды // III Международная научно-практическая конференция «Наука, общество, инновации: актуальные вопросы современных исследований». Сборник статей. Пенза. 2023. С. 60-64.
2. Alexandrov R. A., Feklistov D. Y. Physico-chemical treatment of waters of complex composition // XVII International Scientific Conference and School of Young Scholars “Physical and Chemical Processes in Atomic Systems”. Book of abstracts. Moscow. 2019. P. 52.
3. Александров Р. А., Феклистов Д. Ю., Тишин А. А. Комплексная очистка вод сложного состава // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Сборник материалов. Том 3. Санкт-Петербург. 2019. С. 285.

4. Александров Р. А., Лагунцов Н. И., Тихонов С. Н. Математическое моделирование электролизной многоступенчатой установки для получения тяжелой и легкой воды // V Международная конференция и молодежная школа «Информационные технологии и нанотехнологии». Сборник докладов. Самара. 2019. С. 104-110.

5. Александров Р. А., Феклистов Д. Ю., Тишин А. А., Ананьева Е. А., Липанова Н. В. Влияние эффекта квазиумягчения на образование накипи на поверхности теплообменников // XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Сборник материалов. Том 3. Санкт-Петербург. 2019. С. 393.

По итогам диссертационной работы было получено 2 патента на полезные модели и 1 патент на изобретение:

1. Устройство дозирования и смешения реагентов: пат. 163042 Рос. Федерация. № 2015156438/05; заявл. 28.12.2015; опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19. 14 с.

2. Мобильная установка очистки воды: пат. 169396 Рос. Федерация. № 2016125961; заявл. 29.06.2016; опубл. 16.03.2017, Бюл. № 8. 9 с.

3. Способ получения гибридного алюмокремниевого реагента для очистки природных и промышленных сточных вод и способ очистки природных и промышленных сточных вод этим реагентом: пат. 2661584 Рос. Федерация. № 2017111285; заявл. 04.04.2017; опубл. 17.07.2018, Бюл. № 20. 14 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук, профессора, Шайхиева Ильдара Гильмановича, профессора кафедры Инженерной экологии ФГБОУ ВО «КНИТУ». В отзыве отражена актуальность темы диссертации, научная новизна, практическая значимость, достоверность полученных результатов и выводов. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания и вопросы по диссертации:

1. Отсутствует указатель условных обозначений и сокращений, хотя таковые имеются в тексте диссертации.

2. В диссертации автор постулирует, что осуществляется очистка от ионов металлов. На самом деле, имеет место удаление ионов металлов из водных сред. Сами тяжелые металлы, как приведено в тексте диссертации имеют плотность более 5 г/см^3 и просто выпадут в осадок.

3. Не описан процесс обратного осмоса в литературном обзоре диссертации, в чем отличие данного метода от нанофильтрации.

4. Размерность объема во всей диссертации приведена в «литрах», а не в единицах СИ – в «дм^3».

5. Таблица 1.2 (стр. 18 диссертации). Обозначения, приведенные после таблицы, не соответствуют приведенным в таблице.

6. Использование сленговых терминов и непонятных словосочетаний, например, в тексте диссертации встречаются термины «железный купорос», «кремнезем» и др., словосочетание «поверхностные сточные воды»?

7. Не приведены графические зависимости удаления ионов марганца полученным гибридным алюмокремниевым реагентом. Не указана валентность ионов марганца.

8. Непонятно, что за реагент ФКС-9 (рисунок 3.12).
9. Цветность воды выражается в градусах цветности, а не в «мг/л».

Заключение по работе положительное. Высказанные замечания относятся в основном к оформительской части диссертации, не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку данной диссертационной работы.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы:

В целом диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича выполнена на высоком научном и экспериментальном уровне с использованием современных методов исследования, содержит обширный теоретический и экспериментальный материал. Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» по содержанию, актуальности, целям и задачам, научной новизне, теоретической и практической значимости удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, а Александров Роман Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

Работа соответствует паспорту научной специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология в п. 5 Комбинированные и гибридные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: абсорбцией, адсорбцией, ректификацией, дистилляцией), 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 или токсичных компонентов из сточных вод и газовых выбросов, использование процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека и п. 7 Изучение особенностей мембранных систем, таких как концентрационная поляризация, засорение и старение мембран, и методов борьбы с этими явлениями.

2. Отзыв официального оппонента – кандидата химических наук, Суворова Сергея Сергеевича, старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории технологий получения веществ электронной чистоты ФГАОУ ВО ННГУ им. Н.И. Лобачевского. В отзыве отражена актуальность темы диссертации, научная новизна, практическая значимость, достоверность полученных результатов и выводов. Отзыв положительный. Основным замечанием к данной работе является недостаточная проработанность теоретической модели, а также отсутствие количественного сравнения ее с результатами экспериментальных исследований. В работе могли быть представлены не только эскизы, но и реальные фотографии узлов установки.

Заключение по работе положительное. Указанные недостатки не нарушают качества и целостности проведенной работы.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы:

Диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича заслуживает высокой оценки, поскольку обладает как новизной, так и практической ценностью. Работа полностью удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, а Александров Роман Алексеевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

Диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» полностью соответствует паспорту научной специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология в п. 5 Комбинированные и гибридные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: абсорбцией, адсорбцией, ректификацией, дистилляцией), 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 или токсичных компонентов из сточных вод и газовых выбросов, использование процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека и п. 7 Изучение особенностей мембранных систем, таких как концентрационная поляризация, засорение и старение мембран, и методов борьбы с этими явлениями.

3. Отзыв ведущей организации – федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук (ИФХЭ РАН). В отзыве отражены актуальность работы, анализ содержания диссертационной работы, практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов. Отзыв положительный.

Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1. С.45. При описании способа получения гибридного алюмокремниевого реагента не указано соотношение Т : Ж и время обработки.
2. С.58. На рис. 3.3 на оси Х отсутствуют значения pH.
3. С.67. В разделе 3.2.2 приведены результаты очистки модельных растворов, содержащих соли жесткости. Однако, под общей жесткостью понимают сумму концентраций кальция и магния. В модельных растворах присутствовал только кальций.
4. С.82. Как осуществляется и контролируется расход рабочих растворов извести, гибридного реагента для обеспечения оптимальной дозировки реагентов, особенно при изменении состава исходной воды?
5. С.84. Являются ли предлагаемые микрофильтрационные мембраны, полученные по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) промышленно выпускаемыми изделиями?

Заключение по работе положительное. Отмечено, что приведенные выше вопросы и замечания не снижают научной значимости результатов работы и не влияют на положительную оценку диссертации, выполненной на высоком экспериментальном и научном уровне с использованием современных физико-химических методов анализа.

Общее заключение и оценка представленной диссертационной работы:

По тематике, методам исследования и полученным результатам диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» соответствует паспорту научной специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология в п. 5 «Комбинированные и гибридные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: абсорбцией, адсорбцией, ректификацией, дистилляцией)», 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 или токсичных компонентов из сточных вод и газовых выбросов, использование процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека» и п. 7 «Изучение особенностей мембранных систем, таких как концентрационная поляризация, засорение и старение мембран, и методов борьбы с этими явлениями».

Также работа удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

Отзыв обсужден и единогласно одобрен на заседании межлабораторного коллоквиума лаборатории хроматографии радиоактивных элементов и лаборатории физико-химических методов локализации радиоактивных элементов ИФХЭ РАН (протокол № 1 от 16.01.2025 г.).

4. Отзыв на автореферат кандидата физико-математических наук, и.о. заведующего кафедрой «Молекулярной физики» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Тронина Ивана Владимировича. Отзыв положительный. По автореферату имеются некоторые замечания и вопросы:

1. С помощью каких методов и приборов определялся химический состав воды до и после очистки?
2. Какова удельная поверхность мембраны, используемой в устройстве микрофильтрации?
3. Оформление автореферата оставляет желать лучшего, имеются опечатки и неточности.

Высказанные замечания, однако, не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича является законченной научно-квалификационной работой, имеет большое теоретическое и практическое значение и соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, а ее автор Александров Роман Алексеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

5. Отзыв на автореферат доктора технических наук, старшего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))» Пашинина Валерия Алексеевича. Отзыв положительный. Представленный автореферат не содержит существенных недостатков. В качестве замечаний необходимо отметить:

1. На рисунке 8 в описании элементов принципиальной гидравлической схемы блока мембранной очистки указано два крана К7 и К8, тогда как на самой схеме их 5.
2. Желательно было бы привести в автореферате фотографию разработанного экспериментального образца мобильной мембранной установки очистки воды.

Высказанные замечания, однако, не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Александрова Р.А. на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» имеет большое теоретическое и практическое значение и соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД.

Автор работы Александров Роман Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

6. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, генерального директора Общества с ограниченной ответственностью "ГИДРОТЕХ" Старикова Евгения Николаевича.

Отзыв положительный. В качестве недостатка работы следует отметить небольшое количество данных экспериментальных исследований по обеззараживанию воды, хотя это является важным, в особенности при получении воды питьевого качества.

С учетом актуальности, научной новизны и практической значимости можно заключить, что диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича на тему «Разработка мобильной мембранной установки очистки воды в условиях чрезвычайных ситуаций» соответствует всем требованиям к кандидатским диссертациям, определенным Положением о порядке присуждения ученых степеней в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, а ее автор Александров Роман Алексеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

7. Отзыв на автореферат кандидата военных наук, профессора кафедры инженерной защиты населения и территорий федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И.Михайлика» (ФГБВОУ ВО "Академия гражданской защиты МЧС России") Тарабаева

Юрия Николаевича. Отзыв положительный. При высоком, в целом, уровне выполнения автореферата диссертационной работы, насыщенности ее фактическим материалом, теоретическими разработками и методическими выводами, она не лишена замечаний, которые не снижают ценности и значимости полученных результатов:

1. В автореферате целесообразно было бы четко сформулировать научную задачу исследования, объект и предмет исследования;

2. К сожалению, в автореферате не представлена математическая модель, на основе результатов которой установлены закономерности процессов очистки воды с использованием гибридного алюмокремниевого реагента (ссылки на нее имеются на стр. 3 и 18) и разработана методика экспериментального исследования процессов очистки модельных растворов (стр. 7);

3. Несмотря на то, что автореферат диссертации выполнен грамотным русским языком, имеются отдельные редакторские замечания, в частности, в перечне решаемых задач (стр. 2, 3) после каждой задачи (за исключением последней) рекомендуется поставить точку с запятой, а не точку.

Диссертационная работа Александрова Р.А. выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в разработке мобильной установки очистки поверхностных вод со сложным составом загрязнителей на основе сочетания реагентного и мембранного методов с высокой эффективностью по степени очистки, реагенто- и энергозатратам, имеющей важное значение для повышения эффективности и надежности водоснабжения населения в условиях чрезвычайных ситуаций различного характера, и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Александров Роман Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

8. Отзыв на автореферат доктора химических наук, профессора кафедры процессов горения и экологической безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Академия ГПС МЧС России) Реформатской Ирины Игоревны. Отзыв положительный. Вместе с тем по автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Пункт 3 раздела «Научная новизна» автореферата скорее относится к практической значимости работы.

2. На стр. 2 автореферата приведена подстрочная ссылка, однако в тексте не указано, к чему она относится.

3. Не объяснено, почему при pH 6-8 образуется наибольшее количество частиц гидроксида алюминия $(Al(OH)_3)^0$ (с. 9 автореферата).

4. Сообщается, что возможно использование водо-водяного и водо-воздушного эжектора, однако не указано, какой из них предпочтительнее (с. 12 автореферата).

Высказанные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Судя по автореферату, диссертационная работа Александрова Романа Алексеевича соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД», а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология.

На все замечания Александровым Романом Алексеевичем даны полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов основывается на их компетентности в соответствующей отрасли науки, наличии у них публикаций по научной специальности и тематике защищаемой диссертационной работы. В качестве ведущей организации выбрана организация, широко известная своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способная определить научную и практическую ценности диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Сформулирована научно-техническая задача разработки мобильной установки очистки поверхностных вод со сложным составом загрязнителей на основе сочетания реагентного и мембранного методов и разработаны следующие технические решения:

- на основании гидродинамического расчета и результатов моделирования разработаны струйные смесители – эжекторы, а также новое устройство эжекционного дозирования и смешения реагентов, использование которого обеспечило повышение степени очистки воды от солей жесткости и соединений тяжелых металлов более чем на 20%, а от нефтепродуктов – на 8% по сравнению со стандартным перемешиванием лопастной мешалкой (120 об/мин) за счет перемешивания в интенсивном гидродинамическом поле при $Re>>Re_{кр}$;

- разработан блок предварительной подготовки воды (предочистки) на основе устройства эжекционного дозирования и смешения реагентов, и блок мембранной очистки воды на основе устройства микрофильтрации с использованием мембраны из пористого карбида титана и устройства обратного осмоса с использованием тонкопленочной композитной полиамидной мембраны.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлены закономерности процессов очистки воды с использованием гибридного алюмокремниевого реагента на основе результатов математического моделирования и экспериментальных исследований;

- обнаружен эффект снижения концентрации остаточного алюминия в воде после обработки алюмосодержащим реагентом и предложена гипотеза о формировании в процессе очистки алюмокремниевых цеолитоподобных структур, обладающих сорбирующим действием в диапазоне pH от 6,0 до 8,0;

- определены оптимальные дозы реагента в зависимости от начальной концентрации загрязнителей в воде.

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

- доказано, что использование разработанного блока предварительной подготовки способствует значительному повышению удельной производительности устройства микрофильтрации до 3,7 раза при очистке воды от нефтепродуктов и солей жесткости и до 4,3 раза при очистке от тяжелых металлов (медь) при сохранении степени очистки;

- использование разработанного блока мембранной очистки позволяет значительно повысить качество воды до показателей, удовлетворяющих нормам предельно допустимых концентраций (ПДК) по СанПиН 1.2.3685-21;

- разработан экспериментальный образец мобильной мембранной установки очистки поверхностных вод в условиях ЧС и показано, что установка обеспечивает высокую степень очистки реальных загрязненных вод (99,9% по тяжелым металлам и 99,7% по нефтепродуктам) при минимальных среди аналогов удельных энергозатратах, которые составляют 2,6 кВт·ч/м^3.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных результатов подтверждается применением известных физических закономерностей, апробированного математического аппарата, аттестованных измерительных средств, апробированных методик измерения, а также воспроизводимостью результатов, полученных экспериментальным путем.

Личный вклад соискателя:

Личный вклад автора состоит в проведении экспериментальных исследований по очистке воды с использованием композиционных алюмокремниевых реагентов, обработке результатов, в расчете струйных гидродинамических смесителей – эжекторов, создании и апробации устройства дозирования и смешения реагентов, экспериментального образца мобильной установки очистки загрязненных вод с блоками предварительной реагентной подготовки и мембранной очистки. Автор принимал активное участие в подготовке материалов для патентования результатов работы.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту научной специальности 2.6.15. Мембраны и мембранная технология в части п. 5 Комбинированные и гибридные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: абсорбцией, адсорбцией, ректификацией, дистилляцией), 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 или токсичных компонентов из сточных вод и газовых выбросов, использование процессов и устройств для поддержания жизнедеятельности человека и п. 7 Изучение особенностей мембранных систем, таких как концентрационная поляризация, засорение и старение мембран, и методов борьбы с этими явлениями.

По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. №103ОД.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.08 РХТУ им. Д.И. Менделеева 21 марта 2025 г., принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Александрову Роману Алексеевичу.

Присутствовало на заседании 10 человек, в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 9 человек, в том числе в режиме видеоконференции 3 человек.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали:

Результаты тайного голосования:
«за» 6,
«против» нет
«воздержались» нет

Проголосовали 3 членов диссертационного совета, присутствовавшие на заседании в режиме видеоконференции:

«за» 3,
«против» нет
«воздержались» нет

Итоги голосования:
«за» 9,
«против» нет
«воздержались» нет

Заместитель председателя
диссертационного совета д.х.н., доцент Гаврилова Н.Н.

Ученый секретарь диссертаци к.т.н. Атласкин А.А.

«21» марта 2025 г.