

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № 19/24
решение диссертационного совета
от 31 октября 2024 г. № 8

О присуждении ученой степени кандидата технических наук Мочаловой Марии Сергеевны, представившей диссертационную работу на тему «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» по научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий, принятой к защите «31» октября 2024 г., протокол №8 диссертационным советом РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 18 человек приказом и.о. ректора РХТУ № 353 А от «08» сентября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №437 А от «20» октября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №309 А от «26» октября 2023 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказом и.о. ректора РХТУ №349 А от «22» ноября 2023 г.

Соискатель Мочалова Мария Сергеевна 1997 года рождения, в 2021 году с отличием окончила магистратуру ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» диплом серия 107731 номер 0389718.

В 2021 году поступила в аспирантуру ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», научная специальность 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Соискатель с 2020 г. работает в РХТУ им. Д. И. Менделеева, в настоящий момент занимает должности инженера кафедры химического и фармацевтического инжиниринга, по совместительству младшего научного сотрудника структурного подразделения кафедры химического и фармацевтического инжиниринга «Лаборатория разработки инновационных назальных и ингаляторных препаратов для лечения социальнозначимых заболеваний», по совместительству младшего научного сотрудника структурного подразделения кафедры химического и фармацевтического инжиниринга «Лаборатория сверхкритические технологии для медицины».

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий выполнена на кафедре химического и фармацевтического инжиниринга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

Тема диссертационной работы «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» утверждена на заседании Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.09.2021 г. (протокол № 2). Тема диссертационной работы изменена на заседании Ученого совета факультета от 27.10.2023 г. (протокол № 12).

Научный руководитель – профессор, доктор технических наук **Меньшутина Наталья Васильевна**.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Гатапова Наталья Цибиковна**, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»;

доктор технических наук, доцент **Хайрутдинов Венер Фаилевич**, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», исполняющий обязанности заведующего кафедрой «Теоретических основ теплотехники».

Ведущая организация – **ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»**.

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 33 научных работах, опубликованных соискателем, в том числе в 7 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных, в 3 публикации из перечня ВАК и в 23 публикациях в рецензируемых изданиях.

Опубликованные работы общим объемом 170 страниц полностью отражают результаты, полученные в диссертации.

Результаты работы апробированы на 2 всероссийских и 12 международных научных конференциях.

Личный вклад соискателя в работах, выполненных в соавторстве, составляет 60-75% и заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе данных, обсуждении полученных результатов и написании текста работ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Lovskaya D., Menshutina N., Mochalova M., Nosov A., Grebenyuk A //Chitosan-based aerogel particles as highly effective local hemostatic agents. Production process and in vivo evaluations // Polymers – 2020. – Vol. 12, № 9. P. 2055. **(Q1, Web of Science, Scopus)**.
2. Lebedev I., Lovskaya, D., Mochalova M., Mitrofanov I., Menshutina N. // Cellular automata modeling of three-dimensional chitosan-based aerogels fibrous structures with bezier curves //Polymers. – 2021. – Т. 13. – №. 15. – С. 2511. **(Q1, Web of Science)**.
3. Lovskaya D., Bezchasnyuk A., Mochalova M., Tsygankov P., Lebedev A., Zorkina Y., Menshutina N. Preparation of Protein Aerogel Particles for the Development of Innovative Drug Delivery Systems //Gels. – 2022. – Т. 8. – №. 12. – С. 765. **(Q2, Web of Science, Scopus)**.
4. Lebedev I., Uvarova A., Mochalova M., Menshutina N. // Active Pharmaceutical Ingredients Transportation and Release from Aerogel Particles Processes Modeling //Computation. – 2022. – Т. 10. – №. 8. – С. 139. **(Q2, Web of Science, Scopus)**.
5. Menshutina N., Majouga A., Uvarova A., Lovskaya D., Tsygankov P., Mochalova M., ... & Silantyev A.. Chitosan Aerogel Particles as Nasal Drug Delivery Systems //Gels. – 2022. – Т. 8. – №. 12. – С. 796. **(Q2, Web of Science, Scopus)**.
6. Suslova E., Mochalova M., Lebedev A. Experimental and Theoretical Investigation of Supercritical Processes: Kinetics of Phase Transitions in Binary “2-Propanol—CO₂” System //Computation. – 2023. – Т. 11. – №. 7. – С. 122. **(Q2, Web of Science, Scopus)**.
7. Н. В. Меньшутина, А. А. Уварова, М. С. Мочалова [и др.]. Биополимерные аэрогели как назальные системы доставки лекарств // Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика. – 2023. – Т. 1. – № 1. – С. 2-23. **(ВАК, РИНЦ, Web of Science)**.
8. Быков В. Н., Кадысева О. В., Гребенюк А. Н., Стрелова О. Ю., Ловская Д. Д., Лебедев А. Е., Мочалова М. С.//Изучение конформационного состояния и способности к смачиванию как важных показателей для оценки качества сырья хитозана и образцов местных гемостатических средств на его основе //Биофармацевтический журнал. – 2020. – Т. 12. – №. 4. – С. 38-44. **(ВАК)**.
9. Мочалова М. С. и др. Исследование процесса получения частиц аэрогеля на основе хитозана с внедренным гидрохлоридом лидокаина для разработки местных гемостатических средств с анестезирующим эффектом //Российский химический журнал. – 2023. – Т. 67. – №. 2. – С. 59-66. **(ВАК)**.
10. Патент № 2828870, Российская Федерация, МПК А61К 31/722; А61L 15/16 (2024.08). Гемостатические частицы на основе хитозана с внедренными активными субстанциями и способ их получения : № 2016133016 : заявл. 23.05.2023 : опубл. 21.10.2024 / Ловская Д.Д., Мочалова М.С., Комарова Д.С. – 8 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук по научной специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, профессора, заведующего кафедрой "Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность" ФГБОУ ВО «Тамбовский государственной технической университет» **Гатаповой Натальи Цибиковны**. В отзыве отмечены актуальность, научная новизна и практическая значимость

работы, а также достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания и рекомендации:

1. В диссертации желательно было провести сравнительный анализ предложенных методов получения хитозановых аэрогелей (капельный, распылительный, масляно-эмульсионный) и дать рекомендации по практическому использованию каждого метода.

2. Последний пункт научной новизны, касающийся разработки технологической схемы, на мой взгляд, следовало бы отнести к практической значимости работы.

3. Из текста диссертации не ясно, каким образом был проведен выбор поверхностно-активного вещества на этапе гомогенизации (раздел 2.4). Тип поверхностно-активного вещества может оказывать существенное влияние на структурные характеристики материала и его эффективность.

4. Требуется пояснение утверждения автора «В результате перемешивания движущая сила процесса... увеличивается, что приводит к повышению интенсивности процесса» (стр. 118 диссертации, стр. 10 автореферата).

5. При выборе конструктивных размеров приемной емкости (глава 4) не обоснована величина угла скоса.

6. В тексте автореферата в главе 4, посвященной моделированию процессов, автор не приводит математическое описание.

7. В разделе 4.1.3, посвященном разработке установки гелеобразования, не рассмотрены вопросы масштабирования при увеличении производительности установки.

8. В тексте диссертации встречается «вольная» терминология диссертанта, например, «экономика процесса», «виртуальная геометрия емкости», «равномерная гидродинамика», «схематическое изображение установки» и т.п.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

По тематике и методам исследования, предложенным новым научным и практическим приложениям диссертация Мочаловой М.С. соответствует паспорту специальности по 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий в части следующих направлений: «3. Способы, приемы, методология исследования гидродинамики движения жидкости, газов, перемещение сыпучих материалов в технологических аппаратах и схемах», «6. Способы, приемы, методология исследования механических процессов, совершенствование их аппаратного оформления», «8. Интеграция и оптимизация химико-технологических процессов и систем». Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертация Мочаловой Марии Сергеевны представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-квалифицированную работу, в которой решена актуальная задача, выдвинуты новые научные результаты. Автором было проведено большое количество экспериментальных, аналитических и теоретических исследований. Таким образом, работа Мочаловой М.С. на тему «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД Воротынцева И.В. Автор диссертации – Мочалова М.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий.

2. Отзыв официального оппонента доктора технических наук по научной специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника, доцента, исполняющего обязанности заведующего кафедрой «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» **Хайрутдинова Венера Фаилевича**. В отзыве отмечены актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, а также достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Замечания по работе:

1. В работе подробно описаны схемы экспериментальных установок и методики проведения экспериментов. Однако, не приводятся чистота используемых реагентов,

характеристики датчиков и измерителей температуры и давления, а также точность измерений этих величин.

2. Средняя относительная ошибка расчета кинетики ступенчатой замены растворителя в порах частиц хитозановых гелей в работе составила 5,05%. При этом не указывается погрешность (неопределенность) самого эксперимента.

3. Возникает вопрос, касательно методики сброса растворителя из свободного объема аппарата высокого давления. В работе указано, что процесс идет в течение 1 часа при расходе диоксида углерода 2,5 кг/ч. Из описания не понятно, то ли это сброс (декомпрессия), тогда в описанном объеме не может быть столько CO_2 , то ли динамическая непрерывная подача CO_2 ?

4. В качестве рекомендации можно предложить рассмотреть возможность совмещения процессов пневматического распыления и замены растворителя в среде сверхкритического диоксида углерода.

5. Согласно методике, процесс СКФ адсорбции проводится в течение 24 часов. Были ли проведены эксперименты по установлению оптимального времени осуществления процесса с точки зрения достижения «необходимой концентрации за минимальное время»?

6. Объяснение снижения массы эритромицина в порах при повышении температуры до 80°C в рамках СКФ импрегнационного процесса может быть связано не только с разложением (температура разложения 95°C), но и с явлением кроссоверного поведения растворимости веществ в СКФ средах. Известно, что выше второй кроссоверной точки растворимость с ростом температуры падает.

7. Имеются незначительные недостатки при оформлении текста диссертации.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа Мочаловой Марии Сергеевны на тему «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» является законченной научно-квалифицированной работой, в которой решена актуальная задача получения хитозанового аэрогеля с заданными характеристиками. Кроме того, был предложен способ адсорбции активных фармацевтических субстанций в поры частиц хитозановых аэрогелей и доказана эффективность применения этих частиц в качестве местных гемостатических средств для остановки массивных артериальных и венозных кровотечений. Автором было проведено большое количество экспериментальных, аналитических и теоретических исследований. Мочалова Мария Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

3. Отзыв ведущей организации – ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет». В отзыве отмечены актуальность, научная новизна и практическая значимость работы, а также достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Имеются следующие вопросы и замечания:

1. Не совсем удачно сформулированы цель и некоторые из задач работы. Так целью работы не может быть «исследование» (т.е. процесс получения результата), целью должен являться именно полученный научный результат, например, «установление основных закономерностей процесса...». То же относится к задачам один и два: задачей исследования не может быть «изучение». В третьей задаче совершенно непонятно, о каком математическом моделировании идет речь (нет конкретики).

2. Список сокращений и обозначений, имеющийся в диссертации, является формальным, неполным и неудобным для практического применения. При таком обширном использовании в тексте диссертации формул, аббревиатур и сокращений было бы целесообразно включить в него все использованные в тексте обозначения с указанием их размерности (при наличии).

3. Необходимо заметить, что приведенный во второй главе регрессионный анализ зависимости основных характеристик частиц хитозановых аэрогелей от некоторых параметров процесса их получения выполнен достаточно аккуратно. Однако в основу построения регрессионных формул положены простые линейные соотношения. Это существенно облегчает достижение поставленной задачи, но никак теоретически не обосновано и, в

конечном счете, может повлиять на точность предложенных соотношений (но как?). Кроме того, регрессионные соотношения имеют малую общность и плохую воспроизводимость на другом оборудовании, что требует соответствующих комментариев.

4. Во второй главе для проведения испытания полученного хитозанового аэрогеля на свиньях были выбраны образцы K1 и P1, чем был обусловлен выбор именно этих образцов? Кроме того, в таблице 2.14 приведены результаты испытаний МГС (местных гемостатических средств), но нет информации каких именно.

5. В различных методах получения аэрогеля раствор хитозана в уксусной кислоте вносят в раствор щелочи (сшивающего агента), контролировалась ли при этом после сшивки рН полученного хитозанового геля, каким методом и какова воспроизводимость измерений?

6. При ступенчатой замене растворителя расчет концентрации изопропанола ведется по уравнению (2.2), исходя из значения коэффициента диффузии, рассчитанного из уравнения (2.3). Как учитывалось влияние добавления плюроники F-127 на процесс диффузии? Проводились ли аналогичные расчеты для других способов получения хитозанового геля, например, при распылении раствора хитозана (раздел 2.4) или при осуществлении масляно-эмульсионного метода? Если да, то как коррелируются полученные результаты?

7. В разделе 3.2 при определении количества эритромецина спектрометрическим методом, не указано, как проводилась калибровка спектрофотометра? Почему спектрометрический анализ по поглощению света ограничивали длиной световой волны до 480 нм, хотя из рис. 3.4 следует, что спектр эритромицина ограничен длиной волны примерно 530 нм? Кстати заметим, что спектр эритромицина полностью лежит в видимой части спектра, а не в ультрафиолетовой, как указано в подписи к рис. 3.4.

8. В табл. 3.4 для более полного понимания влияния АФС на сорбционную емкость хитозанового аэрогеля следовало бы указать значения концентрации АФС (кстати, какого?) для каждого образца.

9. В четвертой главе при формулировке математической модели процесса получения хитозанового геля методом распыления через форсунку с последующим гелеобразованием предполагалась независимость физико-химических свойств раствора сшивающего агента от наличия в нем частиц геля, что не соответствует действительности. Полагаем, что возникающие вследствие этого погрешности расчета в силу малой концентрации таких частиц не велики. Однако учет их влияния на физико-химические свойства в расчетах не представляет большой сложности.

10. В работе имеется незначительное количество стилистических, грамматических, синтаксических ошибок и опечаток. Однако они никак не влияют на понимание основных изложенных в диссертации научных результатов и положений.

Несмотря на сделанные замечания, считаем, что все они не снижают значимости полученных научных результатов, изложенных в диссертационной работе Мочаловой М. С.

Диссертационная работа Мочаловой М.С. на тему «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД Воротынцева И.В. Диссертация является научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на создание промышленных технологий и совершенствование их аппаратного оформления для реализации процессов получения хитозановых аэрогелей и создания на их основе композиций с использованием активных фармакологических субстанций с перспективой дальнейшего применения в медицине, имеющие существенное значение для развития химической, биотехнологической и смежных отраслей промышленности.

4. Отзыв на автореферат доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой высшей математики филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленск» **Бобкова Владимира Ивановича**. Отзыв положительный. При анализе

автореферата возникли следующие замечания:

1. В подрисуночной подписи (Рисунок 3) обозначены два регулятора температуры ТС1 и ТС2, установленные по месту, однако на схеме они обозначены как TRC1 и TRC2, что по ГОСТ 21.404-85 расшифровывается как прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите.

2. На странице 8 автореферата приводится результат моделирования кинетики процесса ступенчатой замены растворителя в порах хитозанового аэрогеля, однако в тексте отсутствует математическое описание модели, начальные и граничные условия. Также, делается вывод, что разработанная математическая модель позволяет адекватно описывать экспериментальные данные. Непонятно, на основании чего был сделан данный вывод, так как никаких численных значений расчета ошибки не приводится.

3. В четвертой главе приводится математическая модель приемной емкости, представляющая систему дифференциальных уравнений неразрывности и сохранения количества движения, однако само математическое описание с накладываемыми ограничениями (начальными и граничными условиями) на модель в тексте автореферата не приводится.

5. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, ведущего эксперта Курчатовского комплекса химических исследований (ККХИ (ИРЕА)) отдела органических технологий, ФГБУ Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», **Никулиной Елены Аркадьевны** Отзыв положительный.

Однако следует отметить некоторые неточности и недостатки:

1. Автором получен большой объем экспериментальных исследований процессов получения частиц различными методами. Однако, в тексте автореферата не показано, влияние параметров проведения процесса на характеристики этих частиц, влияние параметров. Кроме того, было бы уместно указать в каком диапазоне размеров могут быть получены частицы с использованием рассмотренных методов.

2. В разделе третьей главы (страница 11) сообщается, что на основе полученных экспериментальных данных разработано математическое описание процессов адсорбции на этапе замены растворителя и сверхкритической адсорбции. Определены параметры уравнений Аррениуса, Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича для процессов сверхкритической адсорбции и адсорбции на этапе замены растворителя соответственно. Однако, в автореферате не указано, где в дальнейшем были использованы полученные соотношения помимо подтверждения условий моно- и полимолекулярной адсорбции.

3. На странице 12-13 автореферата приводится описание II этапа математического моделирования, в основу которого положен разработанный алгоритм расчета ступенчатой замены растворителя, но сам алгоритм не приведен. Представляется логичным включить в автореферат краткое описание самого алгоритма и используемых соотношений.

6. Отзыв на автореферат доктора технических наук, заведующего кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)». **Абиева Руфата Шовкетовича.** Отзыв положительный.

По автореферату имеется ряд следующих замечаний:

1. Было бы полезно привести обоснование выявленных зависимостей характеристик частиц хитозановых аэрогелей от параметров процессов их получения. Это поможет читателю лучше понять влияние технологических факторов на свойства материалов

2. Для общего понимания работы в тексте автореферата полезно было бы представить уравнения, с помощью которых проводилось математическое описание процессов адсорбции активных фармацевтических субстанций в поры частиц хитозановых аэрогелей.

3. В тексте автореферата не представлены допущения и граничные условия приемной емкости, в которой осуществляется процесс получения частиц геля хитозана.

7. Отзыв на автореферат кандидата медицинских наук, научного сотрудника отделения неотложной хирургии ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ» **Полуниной**

Натальи Алексеевны. Отзыв положительный.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Во второй главе представлены экспериментальные исследования частиц и микрочастиц хитозановых аэрогелей на лабораторных животных. Однако, не приведены какие-либо количественные показатели эффективности данных гемостатических средств.

2. В третьей главе автор утверждает, что у некоторых образцов была достигнута необходимая дозировка АФС, однако, не обосновывает как была рассчитана данная дозировка.

3. В третьей главе автор использует в качестве антибиотика эритромицин, однако не приводит обоснование, почему был выбран именно этот антибиотик.

8. Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, заведующего кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» **Капрановой Анны Борисовны. Отзыв положительный.** По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Не представлены данные об отклонении разработанной математической модели кинетики процесса ступенчатой замены растворителя от экспериментальных данных.

2. Не описаны граничные условия и допущения к модели гидродинамики потока раствора щелочи в приемной емкости.

9. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, старшего научного сотрудника ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства **Яценко Оксаны Владимировны. Отзыв положительный.**

В качестве замечания к автореферату стоит отметить следующие:

1. Автор утверждает, что в рамках работы были разработаны методики процессов адсорбции активных фармацевтических субстанций с использованием технологий сверхкритических флюидов, которые могут быть использованы при производстве местных гемостатических средств с терапевтическим эффектом, однако из автореферата не ясно зарегистрированы и аттестованы ли данные методики? Ссылки на них в тексте также отсутствуют.

На все замечания Мочаловой Марией Сергеевной даны полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов и ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и их высоким профессиональным уровнем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция исследований процессов получения частиц аэрогелей, включающая новые экспериментальные методики и математические модели процесса. Эта концепция позволила выявить закономерности процесса, определить оптимальные режимы и параметры его реализации;

доказана эффективность разработанного процесса для практики получения частиц аэрогелей, а также доказана эффективность применения частиц хитозановых аэрогелей в качестве гемостатических средств;

решена научно-техническая задача по разработке и моделированию процессов и аппаратов для получения частиц и микрочастиц хитозановых аэрогелей, в том числе, содержащих активные фармацевтические субстанции.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

представлены уравнения и теоретически обоснованы механизмы процесса адсорбции ряда активных фармацевтических субстанций (гидрохлорида лидокаина и эритромицина) в поры частиц хитозанового аэрогеля в зависимости от процесса (адсорбция на этапе замены растворителя или сверхкритическая адсорбция) и его параметров. Установлено влияние параметров ведения процесса на величину массовой загрузки активных фармацевтических

субстанций в поры аэрогелей. Исследована кинетика процесса сверхкритической адсорбции эритромицина в аппарате с различной гидродинамикой;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы экспериментальные методы и математические модели для разработки процессов получения частиц, микрочастиц хитозановых аэрогелей;

разработан концептуальный дизайн технологической схемы процесса получения частиц хитозанового аэрогеля с учетом всех стадий процесса (подготовка исходных растворов, гелеобразование, замена растворителя и сверхкритическая сушка), с учетом экономических затрат;

предложена модель, описывающая движение потоков жидкости в приемной емкости для проведения процесса получения частиц хитозанового геля, и доказано соответствие теоретических результатов экспериментальным;

разработан алгоритм расчета материального баланса процесса замены растворителя для заданной производительности, сокращающей сырьевые затраты, с учетом ограничений, накладываемых остальными стадиями процесса;

разработана модель описания кинетики замены растворителя в порах частиц хитозановых гелей и доказана ее адекватность.

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

представлен и проанализирован большой объем данных по характеристикам частиц и микрочастиц хитозановых аэрогелей в зависимости от параметров процессов их получения. Даны рекомендации по использованию данных материалов для купирования кровотечений различной интенсивности;

проведен анализ эффективности частиц и микрочастиц хитозановых аэрогелей на лабораторных животных (свиньях) в качестве местных гемостатических средств для остановки кровотечений различной интенсивности, в том числе артериальных кровотечений.

разработаны технологические условия для получения хитозановых аэрогелей в форме частиц (ТУ 21.20.24-035-02066492-2023) и лабораторный регламент на получение частиц хитозановых аэрогелей (№ 26.43-099/Б/ПР 189 ОД.444/2023);

апробированы методики процессов адсорбции активных фармацевтических субстанций с использованием технологий сверхкритических флюидов, которые могут быть использованы при производстве местных гемостатических средств с терапевтическим эффектом;

предложена конструкция установки для наработки частиц геля на основе хитозана путем распыления раствора хитозана через пневматическую форсунку с последующим гелеобразованием. На конструкцию разработанной установки зарегистрировано НОУ-ХАУ;

разработан программный модуль, позволяющий осуществлять концептуальный дизайн технологической схемы процесса получения частиц хитозанового аэрогеля с учетом всех стадий процесса и их экономических характеристик.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном аналитическом оборудовании с использованием современных научно-исследовательских методов, стандартизированных методик, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория построена на известных данных механики сплошных сред;

установлена адекватность математических моделей кинетики ступенчатой замены растворителя в порах хитозановых гелей и гидродинамики потоков в приемной емкости для проведения этапа гелеобразования;

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах процесса: в постановке и реализации задач исследований, в планировании и проведении экспериментальных и аналитических работ, а также в обработке полученных результатов; в разработке

математических моделей, алгоритма и программных модулей для процессов получения частиц хитозановых аэрогелей; в сборке разработанного оборудования; в систематизации, интерпретации и оценки полученных результатов, формулировке выводов, подготовке материалов для публикаций и представления результатов исследований на российских и международных научных мероприятиях.

Работа соответствует паспорту научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий по своей теме, содержанию и методам исследования в части **направления исследований:** «способы, приемы, методология исследования гидродинамики движения жидкости, газов, перемещение сыпучих материалов в технологических аппаратах и схемах», «способы, приемы, методология исследования химических, тепловых, массообменных и совмещенных процессов, совершенствование их аппаратурного оформления», «интеграция и оптимизация химико-технологических процессов и систем».

Диссертационная работа Мочаловой М. С. на тему «Процессы получения частиц хитозановых аэрогелей» полностью соответствует пунктам Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103ОД. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача по разработке процессов и оборудования для получения частиц хитозановых аэрогелей.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева 31 октября 2024 года принято решение о присуждении ученой степени кандидата технических наук Мочаловой Марии Сергеевны.

Присутствовало на заседании – 15 членов диссертационного совета,
в том числе в режиме видеоконференции – 3,
в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации – 8.

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

Результаты тайного голосования:

«за» – 12,

«против» – 0.

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

«за» – 3,

«против» – 0.

Итоги голосования:

«за» – 15,

«против» – 0.

Председатель диссертационного совета

д.т.н., профессор Глебов М.Б.

Ученый секретарь диссертационного совета

к.т.н., доцент Василенко В.А.

Дата 31 октября 2024 г.



*С личную подпись Глебова М.Б.,
Василенко В.А. заверяю
Глебов С.Н.*