

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.03, созданного 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 «28» декабря 2017 года, протокол № 14

О присуждении Ловской Дарье Дмитриевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Процессы получения органических аэрогелей на основе альгината натрия и композиций на их основе» в виде рукописи по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, технические науки, принята к защите «26» октября 2017 года, протокол № 10, диссертационным советом Д 212.204.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего 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 «15» октября 2014 года № 574/нк).

Соискатель **Ловская Дарья Дмитриевна**, «27» июля 1990 года рождения, в 2013 году окончила Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации. Освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации в 2017 году. Работает в должности младшего научного сотрудника в Международном учебно-научном центре трансфера фармацевтических и биотехнологий Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации с 2016 года по настоящее время.

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

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор Меньшутина Наталья Васильевна, гражданка Российской Федерации, руководитель Международного учебно-научного центра трансфера фармацевтических и биотехнологий, профессор кафедры кибернетики химико-технологических процессов Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева.

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор Абиев Руфат Шовкетович, гражданин Российской Федерации, заведующий кафедрой оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Санкт-Петербург;

доктор технических наук, профессор Гатапова Наталья Цибиковна, гражданка Российской Федерации, заведующая кафедрой технологических процессов, аппаратов и техносферной безопасности Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет», Москва, в своем **положительном** заключении, подписанном заведующим кафедрой процессов и аппаратов химических технологий имени Н.И. Гельперина Тараном Александром Леонидовичем, утвержденном первым проректором Прокоповым Николаем Александровичем, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, заслуживает высокой оценки и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Ловская Дарья Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий (отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры процессов и аппаратов химических технологий имени Н.И. Гельперина «14» ноября 2017 года, протокол № 3).

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Общий объем публикаций составляет 82 страницы. Все публикации выполнены в соавторстве, личный вклад соискателя (от 70 до 90 %) состоит в анализе литературы, получении и анализе экспериментальных данных, проведении вычислительных экспериментов, обработке результатов, написании публикаций. Соискателем опубликованы 11 работ в материалах всероссийских и международных конференций и конгрессов, зарегистрировано НОУ-ХАУ. Монографий, депонированных рукописей не имеет. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Меньшутина Н.В., Ловская Д.Д., Лебедев А.Е., Лебедев Е.А. Процессы получения частиц аэрогелей на основе альгината натрия с использованием сверхкритической сушки в аппаратах различного объема // Сверхкритические флюиды: Теория и Практика. 2017. Том 12. № 2. с. 35-48 (Scopus).

2. Lovskaya D.D., Lebedev A.E., Menshutina N.V. Aerogels as drug delivery systems: In vitro and in vivo evaluations // The Journal of Supercritical Fluids. 2015. V.106, 115-121pp (Web of Science).

3. Menshutina N., Lebedev A., Khudeev I., D. Lovskaya. Supercritical drying process modeling and equipment design // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2017, 337-344 pp (Web of Science).

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, **все положительные**. В отзывах указывается, что представляемая работа отличается высоким теоретическим уровнем, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

В отзыве **Мартьянова Олега Николаевича**, доктора химических наук, профессора, заведующего лабораторией исследования процессов в средах повышенной плотности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук в качестве замечаний отмечено, что из текста автореферата не ясно, каким образом рассчитывалась фазовая диаграмма трёхкомпонентной системы, изображение которой приведено на рисунке 7, а также какая температура использовалась для её построения. Кроме того, отмечено, что в автореферате не приведены пояснения относительно разницы в размерах частиц геля, полученных капельным методом и с использованием распыления.

В отзыве **Лабутина Александра Николаевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Техническая кибернетика и автоматика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный

химико-технологический университет» в качестве замечания отмечено, что в автореферате не указан объем аппарата, в котором проводился процесс сверхкритической сушки частиц геля.

Отзывы **Соловьевой Анны Борисовны**, доктора химических наук, профессора, заведующей лабораторией модифицированных полимерных систем отдела полимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики имени Н.Н. Семенова Российской академии наук, **Гумерова Фариды Мухамедовича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Теоретические основы теплотехники» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», **Тихомирова Сергея Германовича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Информационные и управляющие системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», **Егорова Алексея Михайловича**, доктора биологических наук, профессора, академика Российской академии наук, главного научного специалиста кафедры химической энзимологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации определен соответствием тематики работы соискателя областям их научных интересов и направлениям деятельности, что подтверждается большим числом научных публикаций. Высокая квалификация в области основных процессов химической технологии и аппаратов для их проведения позволяет им оценить научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**предложены** способы реализации процессов получения частиц геля на основе альгината натрия на полупромышленном уровне с использованием гомогенизации при высоком давлении и распыления через различные пневматические форсунки;

**разработан** способ совмещения процессов замены растворителя и сверхкритической сушки в одном аппарате, что позволяет обеспечить ресурсо- и энергосбережение, а также сократить время процесса получения частиц аэрогеля;

**развита** математическая модель для описания процесса сверхкритической сушки частиц геля; модель может быть использована для разработки новых конструкций аппаратов высокого давления;

**изучен** процесс сверхкритической адсорбции для получения композиций «аэрогель-активное вещество» с внедренными активными фармацевтическими ингредиентами;

**доказана** возможность использования полученных композиций «аэрогель-активное вещество» в качестве современных систем доставки лекарственных средств.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**проведено** комплексное исследование процессов получения частиц геля на основе альгината натрия лабораторными и полупромышленными способами, что способствует решению проблемы совершенствования и создания эффективных технологических схем производства на основе современных машин и аппаратов;

**изучены** свойства трехкомпонентной системы «диоксид углерода – вода – изопропиловый спирт» при различном давлении с целью последовательного совмещения процессов замены растворителя и сверхкритической сушки в одном аппарате для создания ресурсо- и энергосберегающих процессов в химической и смежных отраслях промышленности;

**предложена** математическая модель сверхкритической сушки частиц геля, которая может быть использована для разработки новых конструкций аппаратов высокого давления.

**раскрыты** факторы, влияющие на величину адсорбции активных веществ в частицы аэрогеля на основе альгината натрия в ходе процесса сверхкритической адсорбции и факторы, влияющие на фазовое состояние соответствующих активных веществ.

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** аналитические методы исследования структур и характеристик получаемых материалов, а именно: азотная порометрия, сканирующая электронная микроскопия, лазерная дифракция, спектрофотометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография, рентгенофазовый анализ; метод математического моделирования с использованием механики сплошных сред.

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

**представлен** комплекс экспериментальных исследований по получению частиц геля на основе альгината натрия масляно-эмульсионным и капельным методами с использованием лабораторного и полупромышленного оборудования. Полученные результаты могут быть использованы для перехода от лабораторного на промышленный уровень производства частиц аэрогелей;

**предложена** конструкция установки для получения частиц геля на основе альгината натрия путем распыления через пневматические форсунки;

**реализовано** совмещение процессов замены растворителя под давлением в среде диоксида углерода и сверхкритической сушки в одном аппарате, что позволило сократить этап замены растворителя в 5,5 раз по сравнению с традиционным способом замены растворителя, а также сократить время процесса получения частиц аэрогеля в целом;

**определены** параметры ведения процесса сверхкритической сушки в зависимости от размера частиц с использованием предложенной математической модели;

**получены** композиции «аэрогель – кетопрофен», «аэрогель – нимесулид», «аэрогель – лоратадин», в которых соответствующие адсорбированные активные вещества находятся в стабильном аморфном состоянии, и для которых показано сокращение времени высвобождения 50% активного вещества до 6,6 раз по сравнению с соответствующими активными веществами в кристаллическом состоянии.

**Результаты работы могут быть рекомендованы** для использования в учебном процессе высших учебных заведений и могут иметь практическую ценность для компаний, занимающихся производством и проектированием сверхкритического оборудования (Закрытое акционерное общество «ШАГ»), а также для предприятий химико- фармацевтической отрасли, таких Публичное акционерное общество «Фармстандарт» и многих других.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью теоретических выводов с результатами, полученными в ходе экспериментальных исследований;

– полученные результаты обоснованы, выводы следуют из анализа результатов и не противоречат известным зависимостям в области химии, гидродинамики, массопереноса, фармацевтической химии;

– использовано современное оборудование и общепринятые методики аналитических исследований;

– использовано современное, прошедшее верификацию и валидацию, программное обеспечение для моделирования гидродинамики, процессов переноса (FLUENT).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке и реализации задач исследований, в планировании и проведении экспериментальных работ, обработке полученных результатов, в развитии математической модели процесса сверхкритической сушки. Автором проведена систематизация, интерпретация и оценка полученных результатов, сформулированы выводы, подготовлены материалы для публикаций и представления результатов исследований на российских и международных научных мероприятиях.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на решение важной задачи разработки научных основ процессов получения частиц аэрогелей на основе альгината натрия на лабораторном и полупромышленном уровнях, что может быть использовано для создания первого российского промышленного производства данных материалов. Полученные в ходе работы аэрогелевые композиции с адсорбированными активными фармацевтическими ингредиентами в аморфном состоянии представляют собой перспективные функциональные материалы для создания новых систем доставки лекарственных средств.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий» по своей теме, содержанию и методам исследования. По формуле специальности: «Решение проблем совершенствования и создания эффективных технологических схем и производств на основе использования современных машин и аппаратов» в части экспериментального исследования процесса получения частиц аэрогелей на лабораторном и полупромышленном оборудовании (Глава 2). По области исследования: «Методы изучения и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности» в части разработки способа совмещения замены растворителя под давлением в среде диоксида углерода и сверхкритической сушки в одном аппарате с целью сокращения времени проведения процесса сверхкритической сушки и повышения энергоэффективности процесса (Глава 3). «Способы, приемы и методология исследования массообменных процессов и аппаратов, совмещённых процессов» в части экспериментального исследования процессов сверхкритической сушки аэрогелей, совмещённой с заменой растворителя в среде диоксида углерода под давлением и сверхкритической адсорбции активных фармацевтических ингредиентов в частицы аэрогеля (Глава 2,4).

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

На заседании «28» декабря 2017 года, протокол № 14, диссертационный совет **принял решение присудить Ловской Дарье Дмитриевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **8** докторов наук по научной специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **21** человека, входящих в состав совета, **проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.**

Председатель диссертационного совета  
Ученый секретарь диссертационного совета



М. Б. Глебов  
А. В. Женса