

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.165.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИРКУТСКОГО ИНСТИТУТА ХИМИИ ИМ. А.Е. ФАВОРСКОГО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ИрИХ СО РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 20 июня 2023 г. № 5

О присуждении **Акамовой Елене Владимировне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Синтез и свойства сетчатых парных полимеров на основе карбо- и гетероцепных азолсодержащих полимеров» по специальностям 1.4.3. Органическая химия и 1.4.7. Высокомолекулярные соединения принята к защите 19 апреля 2023 г., протокол № 3 диссертационным советом 24.1.165.01 (Д 003.052.01), созданным на базе ФГБУН Иркутского института химии им А.Е. Фаворского СО РАН; 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1; приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Акамова Елена Владимировна, 1995 года рождения, в 2018 г. окончила химический факультет ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» с присуждением квалификации магистра по направлению «Химия».

С 01 октября 2018 г. по 30 сентября 2022 г. обучалась в очной аспирантуре по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения в ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет». В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Научно-исследовательском институте нефте- и углехимического синтеза Иркутского государственного университета.

Диссертационная работа выполнена на кафедре теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов химического факультета ФГБОУ ВО «Иркутского государственного университета».

Научный руководитель – Кижняев Валерий Николаевич, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет».

Официальные оппоненты:

1. Бурдуковский Виталий Федорович, доктор химических наук, доцент, ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, заместитель директора по научной работе, главный научный сотрудник лаборатории химии полимеров;

2. Андрей Витальевич Теньковцев, доктор химических наук, доцент, ФГБУН Институт высокомолекулярных соединений РАН (г. Санкт-Петербург) Национального исследовательского центра "Курчатовский институт", заведующий лабораторией анизотропных и структурированных полимерных систем

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" в своем положительном отзыве, подписанном Гришиным Дмитрием Федоровичем, доктором химических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН, заведующим кафедрой химии нефти и нефтехимического синтеза, отметила, что сетчатые

полимерные структуры находят весьма широкое применение в процессах жизнедеятельности человека, в том числе при производстве материалов медико-биологического назначения, сорбентов, средств гигиены и т.п. При этом особое внимание уделяется созданию так называемых «умных» сетчатых полимерных материалов, способных направленно изменять свои свойства и характеристики при незначительных изменениях окружающей среды. В этой связи разработка новых подходов и оригинальных синтетических методов конструирования полимерных сеток, используемых для создания стимулочувствительных гидрогелей, является весьма **актуальной** проблемой современной химии высокомолекулярных соединений и органической химии.

При выполнении диссертационной работы Акамовой Е.В. был получен ряд новых оригинальных научных результатов, находящихся на стыке синтетической органической химии и химии высокомолекулярных соединений. Автором предложен новый модификационный подход к конструированию стимулочувствительных гидрогелевых систем, в основе которого заложены процессы реакционного смешения полимеров различной природы. Предложенный метод позволяет совмещать в полимерной сетке макроцепочечные фрагменты с диаметрально противоположными свойствами, что и обеспечивает проявление ими стимулочувствительности. Это определяет **научную и практическую значимость работы**.

Замечания и вопросы по диссертации касаются уточнения некоторых данных по синтезу и характеристикам использованных в работе исходных линейных полимеров, экспериментальных деталей процессов и объяснений наблюдаемых фактов, а также некорректного формулирования некоторых заключений. Замечания не затрагивают выводы и основные положения, выносимые на защиту.

По актуальности, научной новизне и практической значимости, объему выполненных исследований, полноте опубликования полученных результатов диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.).

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, все по теме диссертации, 4 статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, индексируемых базой Web of Science (ВМС. Сер. В, 8 стр., ВМС. Сер. А, 8 стр., ВМС. Сер. А, 7 стр., e-Polymers, 11 стр.) и 1 статья в журнале из перечня ВАК (Вестник ТвГУ, 11 стр.). Все работы выполнены при непосредственном участии соискателя: анализ литературных данных, планирование и выполнение экспериментов, интерпретация результатов, подготовка и написание публикаций; интересы соавторов не затронуты. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных Акамовой Е.В. Публикации посвящены модификации полисахаридов, исследованию процессов реакционного смешения высокомолекулярных соединений с образованием парных полимеров и изучению свойств, получаемых стимулочувствительных гидрогелей.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кижняев В. Н. Синтез и свойства сетчатых парных полимеров на основе поли-N-винилпирролидона / В. Н. Кижняев, Ф. А. Покатилов, **Е. В. Акамова** // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. – 2020. – Т. 62. – № 5. – С. 356-363.

2. Pokatilov F. Synthesis and properties of tetrazole-containing polyelectrolytes based on chitosan, starch, and arabinogalactan / F. Pokatilov, **Н. Акамова**, V. Kizhnyayev // *e-Polymers* – 2022. – V. 22, N. 1, P. 203-213.

3. Кижняев В. Н. Поведение в водных средах гидрогелей парных полимеров с лактамными и триазольными циклами / В. Н. Кижняев, Ф. А. Покатилов, **Е. В. Акамова**, О. А. Эдельштейн // *Высокомолекулярные соединения. Серия А.* – 2022. – Т. 64. – № 2. – С. 120-126.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы от чл.-кор. РАН, д.х.н. Озерина А.Н. и д.х.н. Деминой Т.С. (Институт синтетических полимерных материалов имени Н.С. Ениколопова РАН); д.х.н. Островского В.А. и д.х.н. Сивцова Е.В. (Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)); д.х.н. Вшивкова С.А. и д.х.н. Русиновой Е.В. (Уральский федеральный университет); д.х.н. Суханова Г.Т. и к.х.н. Филипповой Ю.В. (Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН); д.х.н. Шаталова Г.В. и д.х.н. Шестакова А.С. (Воронежский государственный университет); к.х.н. Грачева В.П. (ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН); к.х.н. Шурпика Д.Н. (Казанский федеральный университет); к.т.н. Калмыкова П.И. (ОАО ФНЦП "Алтай").

В отзывах отмечается, что работа обладает высокой научной новизной и имеет высокое практическое значение, вносит заметный вклад в органическую химию и химию высокомолекулярных соединений. Представленный в работе метод формирования полимерных сеток посредством реакционного смешения полимеров, является весьма перспективным в плане создания «умных» полимерных материалов.

Замечания по автореферату носят характер комментариев и вопросов, касающихся выбора полимерных реагентов, а также их характеристик, выбора низкомолекулярных солей при изучении их влияния на набухаемость гидрогелей, методов анализа получаемых полимерных агентов, уточнения некоторых формулировок, а также рекомендаций для дальнейших исследований.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их несомненной компетентностью в области химии высокомолекулярных соединений и органической химии, в частности, в области модификации полимерных соединений, методов их анализа, что подтверждается соответствующими публикациями. Выбор ведущей организации обосновывается ее широкой известностью своими достижениями в области органической химии и химии высокомолекулярных соединений, способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- продемонстрированы универсальные возможности метода введения в структуру полисахаридов N-H незамещенных тетразольных циклов посредством реакции цианоэтилирования полисахаридов акрилонитрилом с последующим азидированием нитрильных групп цианоэтильных прекурсоров;
- предложен способ формирования полимерных сеток (типа “conetworks”), построенных из цепочечных фрагментов, принадлежащих разнородным макромолекулам, посредством реакционного смешения полимеров, в структуре

которых содержатся «якорные» тетразольные (аминотриазольные) и оксирановые функциональные группы;

– продемонстрировано, что метод реакционного смешения может быть успешно применен в синтезе гибридных полимерных сеток, сформированных из ковалентно связанных макромолекул синтетических карбоцепных полимеров и макромолекул гетероцепных тетразолсодержащих полисахаридов;

– предложен подход к синтезу сетчатых парных полимеров полиэлектролитной природы, гидрогели которых проявляют ярко выраженную чувствительность к изменению pH и ионной силы окружающей среды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– продемонстрирован вариант синтеза новых искусственных полимеров полиэлектролитной природы на основе полисахаридов, посредством введения в их структуру N-H незамещенных тетразольных циклов;

– предложена методология универсального подхода формирования полимерных сеток, построенных из цепочечных фрагментов, принадлежащих разнородным макромолекулам гидрофильных и гидрофобных, ионизирующихся и неионогенных, гибко- и жесткоцепных полимеров;

– продемонстрировано, что метод реакционного смешения может быть успешно применен для получения «умных» гидрогелевых систем с выраженными pH- и термочувствительными свойствами.

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

– разработан удобный и эффективный подход получения на базе полисахаридов водо- и биосовместимых полиэлектролитов с потенциальной химической, комплексообразующей и биологической активностью;

– предложен подход реакционного смешения полимеров с образованием полимерных сеток полиэлектролитной и амфифильной природы, гидрогели на основе которых проявляют pH- и термочувствительные свойства и могут служить компонентами для создания «умных» полимерных материалов медико-биологического назначения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для экспериментальных работ использовалось сертифицированное оборудование, результаты хорошо воспроизводятся;

– теоретические заключения построены на проверяемых данных и согласуются с известными фактами; идея базируется на обобщении передового опыта;

– для доказательства структуры строения синтезированных полимерных соединений и исследования реакций с их участием использованы современные физико-химические методы анализа: спектроскопия ЯМР (^1H , ^{13}C), ИК-спектроскопия, электронная микроскопия, гель-проникающая хроматография, термогравиметрический анализ, вискозиметрия и потенциометрия.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в разработке и проведении экспериментов, анализе и обсуждении результатов, подготовке публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: быть более аккуратным в выборе терминологии.

Соискатель Акамова Е.В. ответила на задаваемые ей вопросы и согласилась с критическими замечаниями.

Диссертационная работа по своим целям и задачам, научной новизне, актуальности исследований, содержанию и методам исследования соответствует пунктам паспорта специальности 1.4.3 – органическая химия: 3. Развитие рациональных путей синтеза сложных молекул; 7. Выявление закономерностей типа «структура – свойство»; 9. Поиск новых молекулярных систем с высокоспецифическими взаимодействиями между молекулами и пунктам паспорта специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения: 3. Основные признаки и физические свойства линейных, разветвленных, в том числе сверхразветвленных, и сетчатых полимеров, их конфигурация (на уровнях: звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Учет влияния факторов, определяющих конформационные переходы. Роль межфазных границ. Надмолекулярная структура и структурная модификация полимеров; 4. Химические превращения полимеров – внутримолекулярные и полимераналоговые, их следствия. Химическая и физическая деструкция полимеров и композитов на их основе, старение и стабилизация полимеров и композиционных материалов; 8. Усовершенствование существующих и разработка новых методов изучения строения, физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии и других свойств, связанных с условиями их эксплуатации; 9. Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их использования в заинтересованных отраслях науки и техники.

На заседании 20 июня 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Акамовой Е.В. ученую степень кандидата химических наук по итогам защиты диссертационной работы, при выполнении которой были решены задачи по разработке нового модификационного подхода к получению стимулочувствительных сетчатых полимерных систем посредством реакций между азол- и оксирансодержащими полимерами, что может иметь значительное теоретическое и практическое значение для органической химии и химии высокомолекулярных соединений в плане развития представления о реакциях с участием высокомолекулярных соединений и разработки методов получения «умных» материалов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 13 докторов наук по специальности 1.4.3. Органическая химия, химические науки и 3 доктора наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения, химические науки, участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета при разовой защите, проголосовали: за - 22, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Зам. председателя

диссертационного совета д.х.н., доцент

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.х.н.

22.06.2023 г.



Розенцвейг Игорь Борисович

Арбузова Светлана Николаевна