

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»

И.Ф. Шарифуллин, доцент



/ И.Ф. Шарифуллин

сентября 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Синтез и закономерности агломерации наноразмерных солей щелочноземельных металлов (кальция, бария, стронция) и серы, получаемых из полисульфидных растворов» выполнена на кафедре физической химии и химической экологии института химии и защиты в чрезвычайных ситуациях федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

В период подготовки диссертации соискатель Ахметшин Булат Салаватович обучался в аспирантуре по очной форме обучения, по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия. С 2018 г. по настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры физической химии и химической экологии института химии и защиты в чрезвычайных ситуациях федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

В 2014 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет» по направлению подготовки 020100.68 Химия с присвоением квалификации «Магистр». В 2018 г. окончил

аспирантуру по очной форме обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия. Диплом об окончании аспирантуры выдан Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Башкирский государственный университет» в 2018 г.

С 2017 по 2020 был прикреплен к кафедре физической химии и химической экологии химического факультета Башкирского государственного университета для подготовки диссертации и сдачи кандидатских экзаменов по научной специальности 1.4.4 Физическая химия.

Справки об обучении со сведениями о сданных кандидатских экзаменах выданы Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в 2024 г.

Научный руководитель – Массалимов Исмаил Александрович, доктор технических наук (02.00.21-Химия твердого тела), доцент, профессор кафедры физической химии и химической экологии института химии и защиты в чрезвычайных ситуациях Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Диссертация Ахметшина Булата Салаватовича на тему «Синтез и закономерности агломерации наноразмерных солей щелочноземельных металлов (кальция, бария, стронция) и серы, получаемых из полисульфидных растворов», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия, является самостоятельным законченным исследованием.

Актуальность работы. В связи с развитием нанотехнологий актуальна задача синтеза наночастиц неорганических соединений разного химического состава. Привлекательны с точки зрения применения на практике наночастицы различных щелочноземельных металлов (ЩЗМ), в том числе карбонаты, сульфаты и фосфаты. Эти наносоединения являются основными строительными блоками многих современных материалов, применяемых в таких областях, как электроника, медицина, катализ и др., например, в электронике они могут использоваться для создания наноэлектронных устройств и квантовых точек, в медицине – для создания наномедицинских препаратов и систем доставки лекарств, а в катализе – для разработки эффективных катализаторов для промышленных процессов. Таким образом,

изучение и развитие наночастиц карбонатов, сульфатов и фосфатов щелочноземельных металлов играет важную роль в создании инновационных материалов и технологий, что открывает новые перспективы для различных отраслей науки и промышленности.

В литературе предложен достаточно большой набор методов, позволяющих получать соединения наноразмерного диапазона. В то же время, эти методы не универсальны и достаточно дороги. В связи с изложенным, разработка простого и сравнительно дешевого способа получения наноразмерных солей ЩЗМ и серы с возможностью их последующего разделения и контроля за размерами получаемых частиц, представляется крайне важной и актуальной задачей.

Синтез наночастиц с контролем их размеров имеет решающее значение, так как дает возможность регулировать потребительские качества наноматериалов и определять направления их применения. Контроль процессов агломерации нанообъектов позволяет эффективнее использовать ресурсы при производстве наноматериалов, так как он способствует формированию более стабильных структур. Это может привести к сокращению потребления ресурсов, уменьшению количества отходов и энергозатрат, что в свою очередь снизит негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, использование наночастиц с контролируемой агломерацией может способствовать созданию более эффективных и экологически чистых технологий и продуктов, что будет способствовать устойчивому развитию общества. Таким образом, учет агломерации наночастиц при разработке новых материалов и технологий играет важную роль в минимизации негативного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду и способствует созданию более устойчивой и экологически чистой промышленности.

Цель диссертационной работы. Разработка способа получения наноразмерных солей щелочноземельных металлов (Ca, Ba, Sr) и серы с установлением кинетических закономерностей агломерации, способов разделения получаемых суспензий и контроля за их размерами.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие **задачи:**

1. Разработка способа получения наноразмерных солей – карбонатов, сульфатов, фосфатов щелочноземельных металлов (кальция, бария, стронция) – и серы с возможностью их последующего разделения.

2. Исследование кинетических закономерностей агломерации наноразмерных соединений, получаемых в водной среде из полисульфидных растворов.

3. Идентификация полученных высокодисперсных соединений металлов и серы физико-химическими методами анализа.

4. Исследование возможностей практического применения наноразмерных солей щелочноземельных металлов и серы.

Научная новизна.

1. Предложен сравнительно простой и удобный способ одновременного осаждения нанодисперсных частиц карбонатов, сульфатов, фосфатов щелочноземельных металлов и серы путем смешения растворов полисульфидов ЩЗМ и соответствующих неорганических кислот. Показана возможность разделения получаемых смесей на отдельные компоненты.

2. Выявлены кинетические закономерности агломерации наноразмерных смесей (солей ЩЗМ и серы) и отдельных компонентов этих смесей (солей ЩЗМ, серы), которые позволяют регулировать протекание данных процессов во времени.

3. Проведены исследования по влиянию температуры, концентрации использованных кислот, добавок неонала (поверхностно активного вещества) на скорости совместной агломерации смесей. Полученные результаты открывают возможности для контроля за размерами изучаемых смесей.

Практическая значимость.

1. Предложенный универсальный метод синтеза позволяет получать смеси наноразмерных соединений (солей ЩЗМ и серы) с возможностью разделения их на отдельные компоненты и контроля за размерами образующихся частиц.

2. Обнаружено, что обработка составом на основе полисульфида кальция и серы пористых неорганических материалов позволяет придать им водоотталкивающие свойства, что может быть использовано для гидрофобизации строительных материалов.

3. Установлено, что обработка семян смесями наноразмерных соединений ($\text{CaCO}_3 + \text{S}$ или $\text{CaSO}_4 + \text{S}$) приводит к стимуляции роста растений и значительному увеличению длины побегов и корешков растений, что позволяет рекомендовать данные смеси для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Способ одновременного получения наноразмерных смесей (солей щелочноземельных металлов и серы) с возможностью их последующего разделения.

2. Кинетические закономерности совместной агломерации солей щелочноземельных металлов и серы, получаемых из полисульфидных растворов.

3. Результаты исследований по влиянию различных факторов (температуры, концентрации использованных в работе кислот, добавок поверхностно активного вещества) на скорости совместной агломерации смесей.

4. Кинетические закономерности агломерации отдельных компонентов (солей ЩЗМ, серы), получаемых путем разделения осаждаемых смесей.

5. Результаты ИК- и УФ- спектроскопии, а также рентгенофазового анализа, позволяющие установить индивидуальность синтезированных соединений и присутствие характерных кристаллических решеток, соответствующих наночастицам индивидуальной серы и соединений ЩЗМ в твердой фазе.

Достоверность и обоснованность результатов исследований.

Достоверность полученных результатов, теоретических и экспериментальных исследований обеспечивается корректностью используемых апробируемых методов и компьютерной обработки данных рентгенофазового анализа, электронного и зондового микроскопа. Общие выводы и конкретные результаты эквивалентны аналогичным результатам, полученным другими исследователями.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация «Синтез и закономерности агломерации наноразмерных солей щелочноземельных металлов (кальция, бария, стронция) и серы, получаемых из полисульфидных растворов» соответствует паспорту научной специальности 1.4.4. Физическая химия, а именно: пункту 1 - Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик; пункту 4 в части «Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия. ...»; пункту 12 - Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов.

Отрасль науки -химические науки поскольку данное исследование направлено на изучение синтеза и закономерностей агломерации

неорганических солей щелочноземельных металлов и серы из полисульфидных растворов.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы представлены на всероссийских и международных конференциях: Международная научно-практическая конференция «Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК» в рамках XXVIII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2018» (Уфа, 2018); III Всероссийская конференция (с международным участием) «Горячие точки химии твердого тела: от новых идей к новым материалам», посвященная 75-летию Института химии твердого тела и механохимии СО РАН (Новосибирск, 2019); V-VIII Всероссийские научно-практические молодежные конференции с международным участием «Современные технологии композиционных материалов» (Уфа, 2020-2023); VI Международная молодежная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современного материаловедения» (Уфа, 2020); Международная научно-практическая конференция «Концепции, теория и методика фундаментальных и прикладных научных исследований» (Стерлитамак, 2022); VII Всероссийская (заочная) молодежная конференция «Достижения молодых ученых: Химические науки» (Уфа, 2022); VI и VII Всероссийские молодежные конференции «Проблемы и достижения химии кислород- и азотсодержащих биологически активных соединений» (Уфа, 2022, 2023) и др.

Публикации. Соискателем опубликовано 29 научных работ, из них по теме диссертационной работы опубликованы 11 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК (из которых 5 статей – в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus), 5 статей – в изданиях, входящих в базу данных РИНЦ, и 12 тезисов докладов в сборниках Всероссийских и Международных конференций. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Личный вклад автора. Автором диссертационной работы самостоятельно проведены все эксперименты и расчеты. Результаты экспериментов, под руководством научного руководителя, были обработаны, обсуждены и оформлены в виде научных публикаций. Диссертация написана автором самостоятельно.

Основные результаты диссертации изложены в следующих научных работах:

В ведущих рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus:

1. Массалимов И.А., Кинетика роста наночастиц серы при их осаждении из водных растворов полисульфида кальция / Массалимов И.А., Массалимов

Б.И., **Ахметшин Б.С.**, Урукаев Ф.Х., // Журнал физической химии. – 2024. – Т. 98, № 1, - С. 177-191.

2. Массалимов И.А., Гидрофобизация бетона и газобетона пропиткой полисульфидом кальция / Массалимов И.А., Массалимов Б.И., **Ахметшин Б.С.**, Хусаинов А.Н., Мустафакулов Ш.С., Мустафин А.Г. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2024. – Т. 16., № 2. – С. 140-151.

3. Массалимов И.А., Преобразование отходов добычи известняка-ракушечника пропиткой полисульфидными растворами / Массалимов И.А., Массалимов Б.И., **Ахметшин Б.С.**, Урукаев Ф.Х., Буркитбаев М.М. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2020. – Т. 12., № 2. – С. 77-83.

4. Массалимов И.А., Долговременная защита строительных конструкций с использованием наноразмерных покрытий на основе серы / Массалимов И.А., Чуйкин А.Е., Массалимов Б.И., **Ахметшин Б.С.**, Урукаев Ф.Х., Буркитбаев М.М., Мустафин А.Г. // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2019. – Т. 11., № 3. – С. 276-287.

5. Массалимов И.А., Совместное осаждение из растворов полисульфидов нанокompозитов на основе коллоидных частиц серы и карбонатов щелочноземельных металлов / Массалимов И.А., Самсонов М.Р., **Ахметшин Б.С.**, Мустафин А.Г., Буркитбаев М.М., Шалабаев Ж.С., Урукаев Ф.Х. // Коллоидный журнал. – 2018. – Т. 80., № 4. – С. 424-434.

В рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации:

6. Массалимов И.А., Химическое осаждение наночастиц серы в водно-органических средах/ Массалимов И.А., **Ахметшин Б.С.**, Массалимов Б.И., Ильясова Р.Р., Мустафин А.Г. // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 75., № 8. – С. 48-59.

7. Массалимов И.А., Формирование наноразмерных покрытий из наночастиц серы на поверхностях различной природы / Массалимов И.А., **Ахметшин Б.С.**, Ханова А.Д., Хисматуллин И.Ф., Буркитбаев М.М., Урукаев Ф.Х. // Башкирский химический журнал. – 2019. - Т. 26., № 2. – С. 16-24

8. Мухамедзянова А.А., Особенности выделения наночастиц серы из водного раствора полисульфида кальция при осаждении органическими кислотами / Мухамедзянова А.А., **Ахметшин Б.С.**, Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Хисматуллин И.Ф., Ханова А.Д. // Вестник Башкирского университета. – 2019. – Т. 24., № 4. – С. 858-864.

9. Массалимов И.А., Получение наночастиц серы в реакции тиосульфата натрия с одно- и двухосновными кислотами в области низких концентраций и

изучение их антифунгальной активности / Массалимов И.А., Берестова Т.В., **Ахметшин Б.С.**, Садиков Э.И., Мустафин А.Г. // Бутлеровские сообщения. – 2018. – Т. 54., № 5. – С. 74-81.

10. Массалимов И.А., Структурные и термодинамические характеристики механически обработанной серы / Массалимов И.А., **Ахметшин Б.С.**, Хусаинов А.Н. // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 50., № 6. – С. 56-60.

11. Массалимов И.А., Получение дисперсных неорганических веществ с высоким энергосодержанием механической обработкой / Массалимов И.А., Шаяхметов А.У., Самсонов М.Р., **Ахметшин Б.С.** // Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20., № 3. – С. 132-134.

В рецензируемых научных журналах, входящих в РИНЦ

12. Массалимов И.А., Антифунгальные свойства наночастиц серы и ее значение в современном растениеводстве / Массалимов И.А., **Ахметшин Б.С.**, Мустафин А.Г., Буркитбаев М.М., Уракаев Ф.Х. // Принципы экологии. – 2022. - № 1 (43). – С. 74-81.

13. Массалимов И.А., Антифунгальное воздействие наночастиц серы на фитопатогенные грибы / Массалимов И.А., **Ахметшин Б.С.**, Ильясова Р.Р., Мустафин А.Г. // Успехи медицинской микологии. – 2021. – Т. 22. – С. 73-80.

14. Фархутдинов Р.Г., Влияние обработок препаратом на основе полисульфида кальция на всхожесть семян и урожайность растений пшеницы. / Фархутдинов Р.Г., Федяев В.В., **Ахметшин Б.С.**, Гарипова М.И., Уфимцева М.Г. // Аграрный вестник Урала. – 2020. - № 4 (195). – С. 38-46.

15. Мухамедзянова А.А., Получение наночастиц серы осаждением кислотами из водного раствора полисульфида кальция / Мухамедзянова А.А., **Ахметшин Б.С.**, Массалимов И.А., Хисматуллин И.Ф. // Доклады Башкирского университета. – 2019. – Т. 4., № 6. – С. 576-581.

16. Массалимов И.А., Фунгицидные свойства полисульфида кальция / Массалимов И.А., Ярмухаметова И.А., **Ахметшин Б.С.**, Самсонов М.Р. // Защита и карантин растений. – 2018. - № 10. – С. 27-28.

Свидетельства о регистрации электронных ресурсов, патентов

17. Массалимов И.А., Способ безотходного производства композиции полисульфида кальция. / **Ахметшин Б.С.**, Массалимов Б.И., Ильясова Р.Р., Мустафин А.Г., Мустафакулов Ш.С., Хусаинов А.Н. // Патент № 2815352. Оpubл. 17.05.2023. Заявка № 20233112820.

Результаты диссертационной работы обсуждались на научных семинарах кафедры физической химии и химической экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Уфимский университет науки и технологий». Основные положения диссертации Ахметшина Б.С. представлены на конференциях международного и всероссийского уровней.

Диссертационная работа Ахметшина Булата Салаватовича является самостоятельной законченной научно-исследовательской работой и отвечает критериям п.п. 9-11, 13, 14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. В диссертации отсутствуют заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, результаты научной работы, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

Диссертация Ахметшина Булата Салаватовича на тему «Синтез и закономерности агломерации наноразмерных солей щелочноземельных металлов (кальция, бария, стронция) и серы, получаемых из полисульфидных растворов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Заключение принято на заседании кафедры физической химии и химической экологии института химии и защиты в чрезвычайных ситуациях федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Присутствовало на заседании 18 чел., из них докторов наук 5 чел.

Результаты голосования: «за» – 18 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Протокол № 2 от «11» сентября 2024 г.

Заведующий кафедрой
физической химии и химической экологии
института химии и защиты в чрезвычайных
ситуациях ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»,
доктор химических наук, профессор

Мустафин А.Г.



Мустафин А.Г.
верю « 11 » 09 2024 г.
начальника общего отдела УУНИТ Т.Шош
Митинбаева Т.Р.