

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.315.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 02 февраля 2024 года N 12

О присуждении Галкиной Елене Владимировне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Закономерности лазерного инициирования пентаэритриттетранитрата, содержащего наночастицы металлов, в том числе со структурой «ядро-оболочка»» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 29 ноября 2023 года (протокол заседания № 10) диссертационным советом 24.2.315.09, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, действующим на основании приказа Министерства науки и высшего образования РФ № 818/нк от 20 апреля 2023 года.

Соискатель Галкина Елена Владимировна, «30» марта 1992 года рождения, в 2016 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», получив диплом с отличием магистра по направлению «Химии», в период подготовки кандидатской диссертации соискатель Галкина Е.В. являлась аспирантом кафедры химии твердого тела и химического материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», с окончанием аспирантуры в 2022 году, диплом № 104234 0027565.

С сентября 2022 г и по настоящее время соискатель работает ассистентом кафедры химии твердого тела и химического материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре химии твердого тела и химического материаловедения Института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, доцент Звеков Александр Андреевич, профессор кафедры химии твердого тела и химического материаловедения Института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения "Кемеровский государственный университет".

Официальные оппоненты:

Ципилев Владимир Папилович – доктор физико-математических наук, профессор, профессор-консультант Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

Лисков Игорь Юрьевич – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов Федерального

государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим отделом газовой динамики и физики взрыва Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университета доктором физико-математических наук, профессором Архиповым Владимиром Афанасьевичем, и утвержденном и.о. проректора по научной и инновационной деятельности доктором физико-математических наук, профессором Ворожцовым Александром Борисовичем, указала, что диссертационная работа Галкиной Е.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи модернизации микроочаговой модели теплового взрыва с учетом сложной структуры наночастиц – наличия оксидной оболочки, имеющей существенное значение для развития физической химии взрывчатых веществ, и разработки материалов на их основе. По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований и уровню обсуждения полученных результатов диссертационная работа «Закономерности лазерного инициирования пентаэритриттетранитрата, содержащего наночастицы металлов, в том числе со структурой «ядро-оболочка»» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9-11, 13, 14), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Галкина Елена Владимировна заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия.

Соискатель Галкина Е.В. имеет 44 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 36 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ, также получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Суммарный объем публикаций составляет 8,99 п.л., в том числе вклад Галкиной Е.В. составляет 2,08 п.л. Сведения об опубликованных по теме диссертации научных работах указаны соискателем достоверно.

Наиболее значительные публикации Галкиной Е.В. по теме диссертации:

1. Zvekov, A.A., The dependence of the critical energy density and hot-spot temperature on the radius metal nanoparticles in PETN/ A.A. Zvekov, A.P. Nikitin, E.V. Galkina, A.V. Kalenskii// Наносистемы: физика, химия, математика. – 2016. – Т. 7. – № 6. – С. 1017-1023.
2. Каленский, А.В. Критические параметры микроочаговой модели импульсного лазерного инициирования взрывного разложения энергетических материалов/ А.В. Каленский, А.А. Звеков, Е.В. Галкина, Д.Р. Нурмухаметов // Химическая физика. – 2017. – Т. 36. – № 9. – С. 45-52.
3. Никитин, А.П. Связь закономерностей инициирования взрывного разложения PETN с физическими свойствами сенсibilизирующих наночастиц/ А.П. Никитин, Г.Э. Иващенко, Е.В. Галкина, К.А. Радченко // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2017. – Т. 14. – №1. – С. 64-69.
4. Kalenskii, A.V. The critical parameters of the thermal explosion micro hot-spot model dependence on the pulse duration/ A.V. Kalenskii, A.A. Zvekov, E.V. Galkina// Journal of Physics: Conference. – 2017. - V. 830. - Issue 1. - P. 012128.
5. Ananyeva, M.V. The influence of optical properties of Au nanoparticles on their laser heating in an inert medium / M.V. Ananyeva, A.A. Zvekov, E.V. Galkina, A.V. Kalenskii // Procedia Engineering. - 2017. - V. 201. - P. 603-611.

6. Каленский, А.В. Моделирование спектральных характеристик композитов прозрачная матрица-наночастицы со структурой ядро-оболочка/ А.В. Каленский, А.А. Звеков, Е.В. Галкина, Д.Р. Нурмухаметов // Компьютерная оптика. - 2018. - Т. 42. - № 2. - С. 254-262.

7. Kalenskii, A.V. Micro hot-spot model of thermal explosion taking into account dielectric shell of sensitizing nanoparticle/ A.V. Kalenskii, M.V. Anan'eva, E.V. Galkina, V.G. Kriger, A.A. Zvekov // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – P. 052017.

8. Звеков, А.А. Методика расчета оптических характеристик композитов на основе прозрачной матрицы с остаточной пористостью и наночастиц металлов/ А.А. Звеков, М.В. Ананьева, А.В. Каленский, Б.П. Адуев, Е.В. Галкина // Журнал прикладной спектроскопии. – 2019. – Т. 86. – № 3. – С. 438-446.

9. Адуев, Б.П. Оптоакустическое исследование и моделирование оптических свойств композитов циклотриметилентринитрамин-ультрадисперсные частицы никеля / Б.П. Адуев, Д.Р. Нурмухаметов, А.А. Звеков, Н.В. Нелюбина, С.А. Созинов, А.В. Каленский, М.В. Ананьева, Е.В. Галкина // Оптика и спектроскопия. - 2020. - Т. 128. - № 5. - С. 659-668.

10. Зверев, А.С. Нелинейное поглощение лазерного излучения частицами алюминия в матрице бромида калия / А.С. Зверев, А.В. Каленский, Г.Е. Овчинников, А.А. Звеков, Е.В. Галкина //Квантовая электроника. - 2021. - Т 51. - № 8. - С. 712–717.

12. Каленский, А.В. Инвариант микроочаговой модели теплового взрыва/ А.В. Каленский, М.В. Ананьева, А.П. Боровикова, Н.В. Газенаур, Е.В. Галкина, А.А. Звеков, А.П. Никитин // свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ RUS. № 2017613068. Дата приоритета 10.01.2017, дата гос. регистрации 9.03.2017

13. Каленский, А.В. Расчет оптических свойств наночастиц со структурой ядро-оболочка / А.В. Каленский, М.В. Ананьева, А.П. Боровикова А.А. Звеков, Е.В. Галкина, Н.В. Газенаур// свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ RUS. №20186643081. Дата приоритета 24.09.2018, дата гос. регистрации 14.11.2018.

14. Никитин, А.П., Закономерности взрывного разложения композитов PENT - наночастицы металлов/ А.П. Никитин, Е.В. Галкина, К.А. Радченко, Г.Э. Иващенко //В сборнике: Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 14-17.

15. Галкина, Е.В. Критические параметры микроочаговой модели теплового взрыва/ Е.В. Галкина, А.П. Никитин// В сборнике: Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей. материалы XI (XLIII) Международной научно-практической конференции. Кемеровский государственный университет; составитель: Ногтев Д. Ю., – 2016. – С. 683-684.

16. Ананьева, М.В. Влияние оптических свойств наночастиц золота на их лазерный нагрев в инертной матрице/ М.В. Ананьева, А.А. Звеков, Е.В. Галкина, А.В. Каленский// В сборнике: Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2017). сборник трудов III международной конференции и молодежной школы. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. – 2017. – С. 1358-1364.

17. Каленский, А.В. Влияние температуры на оптические свойства наночастиц металлов/ А.В. Каленский, А.А. Звеков, Е.В. Галкина, А.П. Никитин// В книге: Эволюция дефектных структур в конденсированных средах. Сборник тезисов XV Международной школы-семинара. – 2018. – С. 50-51.

18. Каленский, А.В. Сенсibilизация наночастицами металлов взрывного разложения PETN, инициированного лазерными импульсами наносекундной длительности/ А.В. Каленский, А.А. Звеков, Е.В. Галкина// В сборнике: Третий междисциплинарный молодежный научный форум с международным участием "Новые материалы". Сборник материалов. – 2017. – С. 582-585.

19. Галкина, Е.В. Характеристическая кривая взрывного разложения композитных составов PETN - наночастицы металлов/ Е.В. Галкина// В сборнике: XIV Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов "Физико- химия и технология неорганических материалов" (с международным участием). Сборник трудов. - 2017. - С. 95-97.

20. Каленский, А.В. Влияние толщины оксидной оболочки на оптические свойства наночастицы в различных матрицах/ А.В. Каленский, Е.В. Галкина, А.А. Звеков// Актуальные вопросы науки и техники: проблемы, прогнозы, перспективы: Сборник тезисов национальной конференции / под общ. ред. И.С. Морозовой и И.А. Короткого; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2019. - С. 26.

21. Каленский, А.В. Влияние физических процессов на протекание быстропротекающих химических реакций / А.В. Каленский, Е.В. Галкина // Сборник статей Национальной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы реализации междисциплинарных исследований» (Волгоград, 22.09.2020 г.). – Уфа: OMEGA SCIENCE, 2020. – с. 9-12.

22. Galkina, E. V. Micro hot-spot model of initiation of composites based on the explosives and inclusions of nanoparticles with shell-core structure / E. V. Galkina, A. V. Kalenskii, A. A. Zvekov, M. V. Anan'eva, B. P. Aduiev, V. V. Galkina // 7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE-2020 online), (19th International Conference on Radiation Physics and Chemistry of Condensed Matter): Abstracts. Tomsk: Publishing House of IAO SB RAS, 2020. – P. 482.

23. Галкина, Е.В. Математическое моделирование быстропротекающих химических процессов/ Е.В. Галкина, В.В. Галкина// В сборнике: XIV Машеровские чтения. материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Витебск. – 2020. – С. 17-18.

24. Галкина, Е.В. Лазерное инициирование взрывчатых материалов, содержащий наночастицы «ядро-оболочка»/ Е.В. Галкина, Е.Н. Ладченко // Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике: материалы симпозиума рамках XVI (XLVIII) Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей», приуроченной к 300-летию Кузбасса. [Электронный ресурс] / сост. Ю.А. Степанов, С.Ю. Завозкин; Кемеровский государственный университет. – Электрон. дан. (объем 9,97 Мб).– Кемерово: КемГУ, 2021. – Вып. 22. – с. 81-83.

25. Данильченко С.С., Галкина Е.В. Сенсibilизация тэна наночастицами металлов и их оксидов В сборнике: Фундаментальные и прикладные исследования в физике, химии, математике и информатике. Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ. Сост. А.А. Звеков. Кемерово, 2023. - С. 75-76.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- Безносюк Сергея Александровича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой физической и неорганической химии института химии и химико-фармацевтических технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет». Отзыв положительный, замечаний нет.

- Олешко Владимира Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Отзыв положительный, замечаний нет.

- Башмакова Александра Сергеевича, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры фармацевтической и общей химии Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет». Отзыв положительный, имеется замечание: «В работе не рассматривается влияние дисперсии характеристик наночастиц, неизбежной в реальных материалах, на параметры инициирования. Учет такого влияния, возможный в будущем на основе предложенной модели, еще больше бы приблизил результаты моделирования к реальным объектам».

- Масленникова Даниэля Владимировича, кандидата химических наук, научного сотрудника, заведующего лабораторией механо-ферментативной конверсии твердых биополимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН». Отзыв положительный, замечаний нет.

- Митрофанова Анатолия Юрьевича, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук». Отзыв положительный, содержит замечания:

«1. Наличие опечаток и некоторая небрежность в оформлении. К примеру, подпись к рис. 5 *«линия - теоретическое значение инварианта»* не соответствует его описанию в тексте *«линия - среднее значение параметра»*; подпись к рис. 11 скопирована из диссертации и содержит ссылку на источник [48], отсутствующий в автореферате; и др.

2. В научной новизне сказано *«С относительной погрешностью 10^{-12} ... рассчитаны зависимости H_c PETN (при $Q_{abs} = 0$)*. По всей видимости, имеется в виду относительный шаг, а не погрешность, т. к. рассчитанные величины более чем на порядок отличаются от экспериментальных из того же [48].

3. Полученное значение степени у инварианта в виде произведения $t_H H_n^x$, *«Определенное значение степени с точностью около 1 % составило величину один»*, почему такая низкая точность?

4. Т.к. спрямляющие координаты на (рис. 3) - квадрат радиуса (фактически сечение) от обратной теплоемкости, то критическая плотность энергии обусловлена приростом температуры области, в которой расположена частица. В связи с тем, что амплитуды зависимостей для обеих длительностей импульса (14 и 12 нс) относятся на рисунке как 14/12, следует, что расчет был сделан не для одной энергии импульсов длительностью 12 и 14 нс, а для одинаковой амплитуды профиля плотности мощности от времени. На мой взгляд, интереснее было бы сравнивать импульсы одной энергии с разной длительностью.

5. Самое первое предложение автореферата: *«Причина многих техногенных катастроф на шахтах страны - это несанкционированное срабатывание электродетонаторов»*. При попытке поиска причин аварий на шахтах России, по крайней мере, в период с 1990 по 2019 гг, данная причина не встречается ни разу. Скорее, актуальность состоит в том, чтобы эту причину еще сильнее минимизировать.»

Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Галкиной Е.В. полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9-11, 13, 14), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Галкина Елена Владимировна заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Ципилев Владимир Папилович является признанным специалистом в области экспериментального исследования и моделирования лазерного инициирования взрывчатых веществ, соавтором цикла работ по исследованию лазерного инициирования иницирующих и вторичных взрывчатых веществ; Лисков Игорь Юрьевич - признанный специалист в области экспериментального исследования процессов лазерного

инициирования взрывчатых веществ и зажигания углей, соавтор цикла работ по лазерному инициированию пентаэритрита тетранитрата с включениями наночастиц металлов; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, ведет обширные исследования, а ее сотрудники активно публикуются в области горения порохов и ракетных топлив, в том числе в условиях лазерного поджига.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложена оригинальная научная гипотеза, позволяющая учесть оксидную оболочку на поверхности наночастицы, обогащающая концепцию лазерного инициирования теплового взрыва.

введено понятие инварианта модели в случае теплового взрыва, инициируемого лазерным нагревом наночастиц металла в матрице взрывчатого вещества.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана перспективность совместного учета теплофизических и оптических свойств оксидной оболочки на поверхности наночастиц для интерпретации чувствительности композитов на основе пентаэритриттетранитрата, содержащих наночастицы алюминия, к лазерному инициированию.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс моделей и компьютерных программ для моделирования оптических свойств наночастиц и кинетических закономерностей экзотермических химических реакций осложненных наличием процессов тепло-массопереноса.

изложены теоретические зависимости, показывающие влияние теплоемкости металла на величину критической плотности энергии лазерного инициирования.

проведена модернизация микроочагового варианта модели теплового взрыва взрывчатых веществ, сенсibiliзирующими наночастицами со структурой металлическое ядро-прозрачная оболочка.

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

разработаны и внедрены на кафедре химии твердого тела и химического материаловедения Кемеровского государственного университета программы для ЭВМ (свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ RUS. №№ 2017613068, 20186643081), предназначенные для расчета оптических характеристик наночастиц со структурой “ядро-оболочка” и моделирования кинетики и расчета критической плотности энергии лазерного инициирования пентаэритрита тетранитрата, содержащего поглощающие свет наночастицы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Результаты теоретических расчетов основаны на привлечении концепции теплового взрыва в микроочаговом варианте, принятого в научном сообществе, ее применении для исследования композитных систем PETN с включением наночастиц металлов, в том числе со структурой “ядро-оболочка”.

использованы современные устойчивые численные методы решения «жестких» систем дифференциальных уравнений в частных производных с переменным шагом по координате и времени.

установлено качественное и в ряде случаев количественное согласие результатов моделирования с имеющимися экспериментальными данными и результатами расчетов других авторов.

Значительное количество публикаций и поддержка исследований соискателя Министерством образования и науки РФ (№ 3.5363.2017/8.9) и грантами РФФИ № № 14-

03-00534А, 19-33-90261, МД-3502.2021.1.2 также свидетельствует в пользу высокого уровня полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в изучении и анализе литературных данных по теме работы, получении численных результатов работы. Формулировка задач, выбор методов решения, анализ полученных результатов проведен совместно с научным руководителем. В опубликованных в соавторстве статьях автору принадлежат результаты, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, и основных результатах и выводах работы раздела «Заключение».

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Разработка и совершенствование оптических детонаторов в настоящее время неактуально для использования в горном деле, поскольку электрические линии в схеме подрыва зарядов в последние годы стали достаточно помехозащищенными;

2. Расчет критических параметров инициирования с точностью 10^{-12} не имеет особого смысла, поскольку порог является стохастической величиной, определяемой с низкой точностью;

3. Есть ряд неудачных формулировок в тексте диссертации и автореферата.

Соискатель Галкина Е.В. ответила и частично согласилась с замечаниями на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию по двум из замечаний:

1. Оптические детонаторы могут применяться не только в горной промышленности, но и в специальных приложениях.

2. Расчеты с повышенной точностью имеют смысл скорее для понимания особенностей модели, чем для сравнения с экспериментом.

3. С замечанием согласна.

На заседании 02 февраля 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Галкиной Е.В. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи, имеющей важное значение для развития физической химии взрывчатых веществ, а именно, уточнение микроочаговой модели лазерного инициирования теплового взрыва, в том числе с учетом прозрачной оксидной оболочки металлических наночастиц.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 12 докторов наук по специальности 1.4.4 – физическая химия, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор

Каленский Александр Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н., доцент

Звеков Александр Андреевич

02 февраля 2024 года

