

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 09 октября 2026 года N 23

О присуждении Волкову Валерию Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Пиролиз микрочастиц углей при воздействии лазерного излучения» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 30 июня 2026 года (протокол заседания № 22) диссертационным советом 24.2.315.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, действующим на основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 818/нк от 20 апреля 2023 года.

Соискатель Волков Валерий Дмитриевич, 22 декабря 1997 года рождения, в 2021 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», получив диплом магистра с отличием по направлению 03.04.02 Физика, диплом № 104208 0023334.

В период подготовки кандидатской диссертации соискатель Волков В.Д. являлся аспирантом по направлению подготовки 1.4.4. Физическая химия федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», с окончанием аспирантуры в августе 2026 года.

С 2021 г и по настоящее время соискатель работает ведущим инженером лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский

центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов Института углехимии и химического материаловедения федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Адуев Борис Петрович, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», Институт углехимии и химического материаловедения, лаборатория энергетических соединений и нанокompозитов, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Черкасова Татьяна Григорьевна, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Институт химических и нефтегазовых технологий, научный руководитель;

Слюсарский Константин Витальевич, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа энергетики, Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова, доцент
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанном доктором химических наук, профессором, руководителем семинара, руководителем научного направления Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук, Кузнецовым Борисом Николаевичем и секретарем семинара, кандидатом химических наук Скрипниковым Андреем Михайловичем и утверждённом директором, доктором сельскохозяйственных наук, членом-корреспондентом РАН, Шпедт Александром Артуровичем, указала, что:

В диссертации представлены результаты исследования сложных физико-химических процессов образования газообразных, жидких и твердых продуктов пиролиза углей при воздействии высокоинтенсивных потоков лучистой энергии, содержится решение задачи, существенной для развития физической химии. По актуальности, новизне, теоретической

и практической значимости полученных результатов, их объему и уровню обсуждения диссертационная работа «Пиролиз микрочастиц углей при воздействии лазерного излучения» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Волков Валерий Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

По теме диссертации соискатель имеет 24 опубликованных работы (общий объем 11,86 п.л., вклад соискателя 4,71 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях, из списка ВАК РФ опубликовано 11 работ (общий объем 9,06 п.л., вклад соискателя 2,62 п.л.). Сведения об опубликованных по теме диссертации научных работах указаны соискателем достоверно.

Наиболее значительные публикации Волкова В.Д. по теме диссертации:

1. Kraft, Ya.V. Pyrolysis of high volatile c bituminous coal underthe action of nanosecond laser radiation / Ya. V. Kraft, B. P. Aduев, N. V. Nelyubina, **V. D. Volkov**, Z. R. Ismagilov // Eurasian Chemico-Technological Journal. - 2022. - Т. 24, № 3. - С. 173-181.
2. Крафт, Я.В. Пиролиз бурого угля под воздействием частотно-импульсного наносекундного лазерного излучения / Я. В. Крафт, Б. П. Адуев, **В. Д. Волков** [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2022. – Т. 30, № 5. – С. 517–525. – DOI 10.15372/KhUR2022409.
3. Крафт, Я.В. Пиролиз каменных углей под воздействием наносекундного лазерного излучения / Я. В. Крафт, Б. П. Адуев, **В. Д. Волков** [и др.] // Кокс и химия. – 2023. – № 9. – С. 8–17. – DOI 10.52351/00232815_2023_03_8.
4. Адуев, Б.П. Пиролиз микрочастиц бурого угля, инициируемый воздействием импульсов наносекундной длительности первой гармоники неодимового лазера / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков** // Квантовая электроника. – 2023. – Т. 53, № 9. – С. 731–737.
5. Адуев, Б.П. Лазерный пиролиз бурого угля с различным содержанием минеральных включений / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков**, Я. В. Крафт, Н. В. Нелюбина // Кокс и химия. – 2024. – № 11. – С. 7–16. – DOI 10.52351/00232815_2024_11_7.
6. Адуев, Б.П. Лазерный пиролиз высокометаморфизованных углей / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков**, Н. В. Нелюбина // Химия в интересах устойчивого развития. – 2024. – Т. 32, № 6. – С. 795–802. – DOI 10.15372/KhUR2024612.

7. Адуев, Б.П. Влияние деминерализации на пиролиз бурого угля при импульсном лазерном воздействии / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков**, Н. В. Нелюбина // Химическая физика. – 2025. – Т. 44, № 10. – С. 3–15. – DOI 10.7868/S3034612625100016.
8. Адуев, Б.П. Пиролиз углей при воздействии наносекундными импульсами первой и второй гармоник неодимового лазера / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков**, А. Ю. Митрофанов // Квантовая электроника. – 2025. – Т. 55, № 1. – С. 45–52.
9. Адуев, Б.П. Пиролиз микрочастиц углей при воздействии лазерных импульсов наносекундной длительности / Б. П. Адуев, Я. В. Крафт, **В. Д. Волков**, Н. В. Нелюбина // Физика горения и взрыва. – 2025. – Т. 61, № 4. – С. 35–51. – DOI 10.15372/FGV2023.9422.
10. Адуев, Б.П. Пиролиз микрочастиц бурого угля при воздействии лазерных импульсов различной длительности / Б. П. Адуев, **В. Д. Волков**, Д. Р. Нурмухаметов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2025. – Т. 33, № 6. – С. 705–712. – DOI 10.15372/KhUR2025698.
11. Адуев, Б.П. Лазерный пиролиз бурого угля с включениями металлов Ca, Mg, Fe / Б. П. Адуев, Н. В. Нелюбина, **В. Д. Волков** // Химическая физика. – 2026. – Т. 45, № 4. – С. 17–30. – DOI 10.7868/S3034612626040028.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- **Ципилева Владимира Папиловича**, профессора-консультанта отделения материаловедения Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктора физико-математических наук, профессора. Отзыв положительный, имеются замечания:

1. В описании методики проведения экспериментов не содержится достаточной информации об оценке погрешностей измерений, а данные на рисунках полученных экспериментальных результатов приведены без указания числа параллельных экспериментов для каждой точки.

2. В автореферате упоминается качественный состав полученных газообразных продуктов пиролиза (вывод 1), но нет расчётных данных о количественном составе.

3. В автореферате не указано, чем обусловлен выбор углей марок Б, ДГ, Г, Ж и К для изучения образования газообразных продуктов пиролиза под действием наносекундных лазерных импульсов, тогда как в экспериментах с микросекундными импульсами и непрерывным лазерным излучением использовался только уголь марки Б.

4. В подписи к рисунку 12 перепутаны номера кривых: согласно рисунку, водород на вспомогательной оси обозначен номером 3, а кислород на основной оси – номером 2; в

подписи же, напротив, кислороду на основной оси приписан номер 3, а водороду на вспомогательной оси – номер 2.

- **Хайрулина Сергея Рифовича**, ведущего научного сотрудника, руководителя НТК экологического катализа федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», кандидата химических наук. Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Хотелось бы, чтобы в процессе обсуждения автор провел (пусть очень предварительное) технико-экономическое сопоставление полученных результатов по пиролизу углей при воздействии лазерного излучения с современными традиционными способами пиролиза (газификации) угольного сырья. Тем более, что в Заключение автор обоснованно заявляет, что «Результаты экспериментов подтверждают целесообразность использования лазеров для исследования механизмов термохимических превращений и разработки технологий получения газообразных молекулярных соединений в условиях высокоскоростного и высокотемпературного нагрева угля.»

2. Предполагается ли масштабирование результатов?

- **Архипова Владимира Афанасьевича**, заведующего отделом газовой динамики и физики взрыва Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Национального исследовательского Томского государственного университета, доктора физико-математических наук, профессора. Отзыв положительный, имеются замечания:

1. При описании методов исследования (стр. 5 автореферата) недостаточно внимания уделено оценке погрешностей измерений (в частности, характеристик лазерного излучения). На графиках приведены доверительные интервалы для интенсивности излучения (рис. 1-6) и массовой доли продуктов пиролиза (рис. 8, 11). Однако не указаны значения доверительной вероятности и количество дублирующих опытов для каждой точки.

2. В заключении (стр. 17 автореферата) отмечено, что «Проведенные исследования позволили сформулировать основы моделей сложных термохимических процессов..... ». Однако, в тексте автореферата не приведены сведения об этих моделях.

3. В разделе 1 заключения (стр. 18 автореферата) отмечено, что в продуктах пиролиза при воздействии лазерного излучения в непрерывном режиме отсутствует метан (CH_4), в то время как при импульсно-периодическом режиме этот компонент содержится. Следовало бы объяснить этот результат.

4. В качестве замечания следует отметить использование термина «сверхлинейная зависимость» (стр. 18 автореферата) вместо общепринятого «нелинейная зависимость».

- **Кузнецова Петра Николаевича**, профессора базовой кафедры химии и технологии природных энергоносителей и углеродных материалов Института нефти и газа федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский Федеральный университет», доктора химических наук, профессора и **Жуйкова Андрея Владимировича**, заведующего лабораторией кафедры теплотехники и гидрогазодинамики Политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский Федеральный университет», кандидата технических наук, доцента. Отзыв положительный, замечаний нет.

Все отзывы оканчиваются выводом, что соискатель заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия. Во всех отзывах отмечается соответствие работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о присуждении ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

Черкасова Татьяна Григорьевна имеет работы в области глубокой переработки угля, в том числе пиролизными методами;

Слюсарский Константин Витальевич известен своими работами в области пиролиза и горения твердых топлив, в том числе зажигания ископаемых углей лазерным излучением;

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск ведет обширные исследования в области физической химии твердых горючих ископаемых и их глубокой переработки, включая использование различных пиролизных подходов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

доказано:

- изменение характера зависимости приведенной концентрации газообразных продуктов от интенсивности лазерного воздействия со сверхлинейного при мощных

наносекундных импульсах на линейный при менее интенсивных микросекундных импульсах и непрерывном излучении;

- каталитическое действие минеральной составляющей углей марок Б, ДГ, Г, Ж, К на образование газообразных продуктов при их пиролизе, инициированном импульсно-периодическим наносекундным лазерным излучением, ослабевающее с ростом степени метаморфизма угля;

- возможность селективного управления макрокинетикой пиролиза угля (включая деструкцию и абляцию органической массы, а также генерацию газообразных и жидких молекулярных соединений) изменением режимов и интенсивности лазерного воздействия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность комплексного методологического подхода к исследованию быстропротекающих процессов при лазерном воздействии различной интенсивности, что позволило установить ранее неизвестные закономерности образования газообразных молекулярных соединений при высокотемпературном нагреве сложных многокомпонентных систем (на примере ископаемых углей), расширить теоретические представления о закономерностях их термохимических превращений, установить каталитический эффект включений, вводимых методом пропитки хлоридами металлов в деминерализованную матрицу угля марки Б и показать увеличение их каталитической активности в ряду $Mg \rightarrow Fe \rightarrow Ca$ при воздействии микросекундных лазерных импульсов;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методик лазерного воздействия в импульсно-периодическом и непрерывном режимах на образцы ископаемых углей с фиксацией выхода продуктов пиролиза масс-спектрометрическими методами при одновременном пирометрическом определении температуры поверхности образца;

изложены закономерности влияния режимов лазерного воздействия (импульсно-периодического нано- и микросекундной длительности, непрерывного) на макрокинетику пиролитического образования газообразных и жидких молекулярных соединений, вклад абляционных процессов и трансформацию элементного состава твердого остатка бурого угля.

определены оптимальные режимы лазерного воздействия (в импульсно-периодическом и непрерывном режимах излучения), обеспечивающие конверсию бурого угля в газообразные продукты до 60 % и получение смолы с выходом до 20 % от массы исходного образца, что создает научно-технологическую базу для внедрения лазерного пиролиза в процессы глубокой переработки твердых горючих ископаемых;

представлены детальные данные о составе образующихся газообразных продуктов (H_2 , CO , CH_4), пригодных для использования в качестве энергетического топлива и химического сырья в производстве аммиака, метанола и синтетических углеводородов, что напрямую способствует решению задач рационального и экологически безопасного использования бурых углей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

идея базируется на детальном анализе и обобщении передового мирового опыта в области лазерного пиролиза твердых топлив; автором аргументировано отсутствие современных сравнительных экспериментов при варьировании режимов излучения, что позволило обосновать необходимость комплексного изучения закономерностей образования молекулярных соединений в непрерывном и импульсно-периодическом (нано- и микросекундном) режимах;

использовано современное высокоточное оборудование (импульсный YAG:Nd^{3+} -лазер, полупроводниковый диодный лазер непрерывного действия, масс-спектрометр QMS 300, оптический спектрометр АТР2000) с калибровкой приборов, экспериментальные методики с высокой статистикой измерений, физико-химические методы исследования углей (элементный и технический анализы, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой, ЯМР ^{13}C -спектроскопия, электронная микроскопия);

установлено согласие полученных результатов с известными в научно-технической литературе закономерностями образования газообразных продуктов пиролиза углей, что подтверждает достоверность полученных экспериментальных данных.

Работа выполнена в рамках государственного задания Федеральному исследовательскому центру угля и углехимии СО РАН по проектам № 121031500513-4 и 124041100056-6 при поддержке гранта Кемеровской области – Кузбасса (соглашение № 2 от 22.03.2022) и Российского научного фонда № 22-13-20041.

Личный вклад соискателя ученой степени заключается в сборе, анализе и систематизации литературных данных по теме исследования, изготовлении таблетированных образцов микрочастиц углей, проведении экспериментов по лазерному пиролизу и обработке полученных экспериментальных данных. Все научные результаты, составляющие основное содержание диссертации, получены автором лично. Интерпретация полученных результатов и формулирование выводов, а также подготовка основных публикаций по теме исследования выполнены при определяющем участии

автора совместно с научным руководителем и сотрудниками лаборатории энергетических соединений и нанокмползитов Института углехимии и химического материаловедения федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук».

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не проведено измерение энергии каждого импульса, использованы средние значения, хотя масса, аблируемая в отдельном импульсе, нелинейно зависит от плотности энергии.
2. В эксперименте не выполнен контроль однородности лазерного пучка, что принципиально важно при исследовании процессов с сильной нелинейной зависимостью от температуры.
3. Исследование влияния хлоридов металлов на скорость лазерного пиролиза угля марки Б выполнен без уточнения способа включения ионов металлов (в виде осадка или в результате хелатирования функциональными группами угольной матрицы). Недостаточно рассмотрена роль аниона при введении каталитических добавок солей.

Соискатель Волков В.Д. ответил и частично согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по последнему из замечаний:

Использование одного инертного аниона (хлорид-аниона) позволяет унифицировать результаты эксперимента по влиянию каталитических добавок металлов. Полученные результаты, в целом, соответствуют наблюдаемым для пиролиза в условиях медленного нагрева при введении аналогичных каталитических добавок солей.

На заседании 09 октября 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Волкову В.Д. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи, имеющей важное значение для развития физической химии процессов пиролиза углей, а именно: установление закономерностей протекания сложных высокотемпературных физико-химических процессов образования газообразных соединений при воздействии на ископаемые угли потоков лазерного излучения в импульсно-периодическом и непрерывном режимах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 12 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации (специальность 1.4.4. Физическая химия, физико-математические науки), участвовавших в заседании, из 15 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., профессор

Звеков Александр Андреевич

Заключение оформлено 12 октября 2026 г.