

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета ДС.ТПУ.06 от 13 сентября 2023 г. № 18

О присуждении гражданину Российской Федерации **Форату Егору Викторовичу** ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Импульсное лазерное зажигание смесей перхлората аммония с алюминием»** по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества принята к защите 27 июня 2023 года (протокол заседания № 17) диссертационным советом ДС.ТПУ.06, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, утверждённым приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

Соискатель Форат Егор Викторович, 1990 года рождения, в 2014 году соискатель окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» по специальности 200500 Лазерная техника и лазерные технологии.

В 2018 году соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

Работает инженером-оптиком в АО «Информационные технологии и коммуникационные системы»; старшим преподавателем Инженерной школы новых производственных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в Инженерной школе новых производственных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Ципилев Владимир Папилович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа новых производственных технологий, профессор-консультант.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.06:

Заворин Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа энергетики, заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры;

Лисицын Виктор Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа новых производственных технологий, профессор-консультант.

Официальные оппоненты:

Архипов Владимир Афанасьевич, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», заведующий отделом газовой динамики и физики взрыва Научно-исследовательского института прикладной математики и механики;

Лапшин Олег Валентинович, доктор физико-математических наук, ФГБУН Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник лаборатории математического моделирования физико-химических процессов в гетерогенных системах дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается высокой профессиональной компетенцией в области химической физики и физики процессов горения конденсированных веществ, значимыми достижениями и наличием публикаций в данной области науки и техники, отсутствием совместных проектов и печатных работ, опытом научно-исследовательской деятельности. Кроме того, оппоненты соответствуют требованиям положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (приказ ТПУ № 362-2/од от 28.12.2021), имеют профильные публикации за последние 5 лет, не менее 5 в журналах, индексируемых базами данных Scopus или Web of Science, а также не менее 5 в журналах, индексируемых базой данных РИНЦ; обладают наукометрическим показателем индекса Хирша не менее 4.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, 2 из которых индексируются в базе данных Scopus или Web of Science. Общий объем публикаций составляет 2,5 авторских листа с долей авторского участия соискателя не менее 50 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Medvedev, V. V. Effect of ammonium perchlorate and aluminum composition density on characteristics of laser ignition / V. V. Medvedev, V. P. Tsipilev, E. V. Forat // **Propellants, Explosives, Pyrotechnics**. – 2018. – Vol. 43, Issue 2. – P. 122–125.

2. Tsipilev, V. P. Laser ignition of ammonium perchlorate/aluminum

composition confined into PMMA capsule / V. P. Tsipilev, E. V. Forat, V. V. Medvedev, V. P. Vavilov, V. V. Shiryayev, A. N. Yakovlev // **Propellants, Explosives, Pyrotechnics**. – 2022. – Vol. 47, Issue 3. – Article number e202100184.

3. Медведев, В. В. Влияние перхлората аммония на активность порошков алюминия различной дисперсности / В. В. Медведев, А. А. Решетов, С. В. Змановский, А. П. Ильин, Л. О. Роот, А. В. Мостовщиков, **Е. В. Форат** // **Известия высших учебных заведений. Физика**. – 2016. – Т. 59, № 9-3. – С. 181–183.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1) Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора **Адуева Бориса Петровича**, главного научного сотрудника лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов, доктора физико-математических наук **Нурмухаметова Дениса Рамильевича**, ведущего научного сотрудника лаборатории энергетических соединений и нанокompозитов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», г. Кемерово (с замечаниями).

2) Отзыв на автореферат кандидата технических наук **Афанасьева Виталия Павловича**, начальника технологического центра федерального казенного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов», г. Казань (без замечаний).

3) Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора **Каленского Александра Васильевича**, заведующего кафедрой химии твердого тела и химического материаловедения, и доктора физико-математических наук **Звекова Александра Андреевича**, профессора кафедры химии твердого тела и химического материаловедения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово (с замечанием).

4) Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора **Крайнова Алексея Юрьевича**, заведующего кафедрой математической физики, кандидата физико-математических наук, доцента **Порязова Василия Андреевича**, доцента кафедры математической физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск (с замечаниями).

5) Отзыв на автореферат доктора химических наук, профессора **Синдицкого Валерия Петровича**, заведующего кафедрой химии и технологии органических соединений азота и кандидата химических наук, **Колесова Василия Ивановича**, доцента кафедры химии и технологии органических соединений азота федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», г. Москва (с замечаниями).

6) Отзыв на автореферат доктора физико-математических наук, профессора **Ханефта Александра Вилливича**, профессора кафедры теоретической физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово (с замечанием).

Все отзывы положительные, замечания носят рекомендательный и (или) дискуссионный характер. Большинство замечаний состоят в следующем: в тексте автореферата отсутствуют сведения о длительности импульса излучения, о роли ударных волн в результате лазерного воздействия, о кинетических характеристиках взрывного разложения; местами используются ненаучные термины; недостаточно описаны методики подготовки образцов и проведения некоторых экспериментов; не раскрыта тема влияния размера лазерного пучка на критические уровни энергии зажигания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый подход к экспериментальному исследованию характеристик физико-химических процессов при инициировании горения лазерным импульсным излучением двухосновных металлизированных пиротехнических смесей в условиях сдерживания газодинамической разгрузки;

предложена оригинальная научная гипотеза о механизме формирования очага нагрева в образце смесового состава ПХА/Al, закрытого прозрачной пластиной, под действием импульса лазерного излучения;

доказана перспективность использования разработанных физических моделей исследуемых процессов для достоверного прогноза условий и характеристик зажигания двухосновных металлизированных пиротехнических составов;

введены новые понятия о пороговых значениях плотности энергии лазерного излучения для зажигания смесей ПХА/Al при различных давлениях прижатия к прозрачной пластине.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения на основании цикла экспериментальных исследований о механизмах и характеристиках зажигания смесей ПХА/Al при лазерном импульсном воздействии через открытую и закрытую прозрачной пластиной поверхность, вносящие вклад в расширение представлений современной теории горения конденсированных веществ;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих методик исследования закономерностей и характеристик быстротекущих физико-химических процессов при инициировании энергетических материалов, интерпретации и обработки экспериментальных данных, подтверждающих достоверность полученных результатов;

изложены доказательства сформулированной гипотезы о причинах влияния накрывающей пластины на пороговые плотности энергии лазерного излучения

для зажигания смеси ПХА с наноразмерным порошком алюминия;

раскрыто влияние основных параметров (показатели поглощения и рассеяния, концентрация поглотителя, дисперсность компонентов и плотность составов, тип окружающей атмосферы, коэффициент температуропроводности накрывающей пластины) на величину пороговой плотности энергии лазерного излучения при зажигании смесей ПХА/Al;

изучена связь оптических характеристик смесей ПХА/Al с массовым содержанием алюминия в смеси и давлением прессования образцов;

проведена разработка экспериментального стенда на основе современных средств регистрации быстропротекающих процессов, выполнена оценка погрешностей измерений, а также разработаны алгоритмы обработки экспериментальных данных.

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

разработаны и внедрены в образовательный процесс стенды, методики и алгоритмы численного решения задач воздействия лазерного излучения на диффузно-рассеивающие среды при подготовке бакалавров по направлению 12.03.02 Оптотехника, а также магистров по направлению 12.04.02 Оптотехника в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

определены пределы и перспективы практического применения составов на основе порошков ПХА и алюминия в лазерных системах поджига, которые имеют преимущества по сравнению с широко используемыми электрическими системами;

созданы практические рекомендации к применению разработанных экспериментальных методик и математических моделей для оценки возможности использования перспективных смесевых энергетических материалов в лазерных системах поджига;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию экспериментальных методик и математических моделей для более детального

описания физико-химических процессов в условиях зажигания смесей ПХА/Al.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты экспериментальных исследований получены на метрологически аттестованном современном оборудовании с многократным повторением опытов, установлена удовлетворительная воспроизводимость результатов исследования при проведении серий экспериментов в лабораторных условиях с варьированием параметров значимых факторов в широких диапазонах, проведена оценка погрешностей измерений;

установлено качественное и количественное соответствие экспериментальных данных и результатов численного моделирования, а также закономерностей изменения характеристик рассмотренных в работе смесей с представленными данными других авторов в рецензируемых периодических изданиях по тематике работы;

использованы современные методики высокоскоростной регистрации и обработки экспериментальных данных, базирующиеся на теориях вероятности и математической статистики и реализованные с применением коммерческого программного обеспечения, а также оригинальных авторских алгоритмов.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке задач, изготовлении образцов исследуемых составов, разработке методик измерения оптических характеристик, разработке экспериментальной установки в соответствии с поставленными задачами, проведении экспериментов, оценке погрешностей измерений, разработке математических моделей и проведении численного моделирования, обработке и анализе результатов исследований, подготовке материалов к публикации статей, формулировке защищаемых положений и выводов, апробации результатов исследования на профильных конференциях.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки экспериментально обоснованных физических моделей зажигания двухосновных смесевых составов ПХА/Al. Диссертация соответствует критерию внутреннего единства, что

подтверждается наличием основной идейной линии, взаимосвязью поставленной задачи, полученных результатов и выводов, и соответствует критериям п. 2 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ректора № 362-1/од от 28.12.2021 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям (dis.tpu.ru).

На заседании 13 сентября 2023 года диссертационный совет ДС.ТПУ.06 принял решение присудить Форату Егору Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет ДС.ТПУ.06 в количестве 7 человек, из них 7 докторов наук по защищаемой специальности, участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 4 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовал: за – 7, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
ДС.ТПУ.06

д.ф.-м.н., профессор

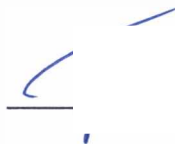


Кузнецов Гений Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета
ДС.ТПУ.06

д.т.н., доцент

13.09.2023



Глушков Дмитрий Олегович