



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора РХТУ им Д.И. Менделеева
д.т.н., профессор Е.В. Румянцев

_____ 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему «Методология разработки экологичных эффективных высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов» по научной специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (технические науки) выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» на кафедре техносферной безопасности.

В процессе подготовки диссертации Султанов Егор Витальевич, «20» января 1997 года рождения, был аспирантом кафедры техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с 01.09.2021 г. по 31.08.2025 г.; был инженером кафедры техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с 04.05.2022 г. по 15.10.2023 г.; был ассистентом кафедры техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с 15.10.2023 г. по 19.05.2025 г. В настоящее время является лаборантом головного подразделения в ООО «НИТРО-ЭМ», а также инженером научного отдела технического департамента в АО «НИТРО СИБИРЬ».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2025 году

Научный руководитель – доктор технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Акинин Николай Иванович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Методология разработки экологичных эффективных высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы определяется развитием технологии производства промышленных эмульсионных взрывчатых веществ (далее – ПЭВВ), включая совершенствование их основы – эмульсионной матрицы, изменение сырьевой базы и средств сенсibilизации, что приводит к появлению на рынке новых эмульсионных взрывчатых составов. Объем применения промышленных взрывчатых веществ (далее – ПВВ) в период с 2017 по 2024 гг. увеличился на 25 % с 1,8 млн т до 2,4 млн т, при этом на ПЭВВ приходится не менее 1,5 млн т. Вместе с ростом применения также возрастают выбросы токсичных продуктов взрыва. Добыча полезных ископаемых стабильно занимает первое место по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, основные из которых – оксиды углерода и азота. Только в 2024 году в атмосферу было выброшено 6,7 млн т загрязняющих веществ в результате данного вида деятельности.

Для оценки безопасности взрывчатых веществ (далее – ВВ), применяемых в промышленности, в обязательном порядке, установленном Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20.07.2012 № 57 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» (вместе с «ТР ТС 028/2012. Технический регламент Таможенного Союза. О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе») подлежит определению показатель «объем вредных газов в продуктах взрыва». Это согласуется с мировой практикой, согласно которой определяют суммарное количество токсичных газов, приведенное к удельному количеству условного оксида углерода. Данный параметр, впервые введенный России Б. Д. в XX веке и использовавшийся при расчетах шахтной вентиляции, получил название «газовая вредность». В настоящее время он упоминается в отечественных нормативно-правовых актах, например, в приказе Ростехнадзора от 08.12.2020 № 507 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Вместе с тем единая утвержденная методика определения количества вредных газов после взрывных работ, а именно оксидов азота и оксида углерода, отнесенных к наиболее опасным в соответствии с приказом Ростехнадзора от 08.12.2020 № 506 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт», до настоящего времени отсутствует, хотя исследования ведутся с 1930-х годов.

В настоящее время отсутствует единый подход к проведению измерений состава и количества продуктов взрыва. Полигонные испытания характеризуются вариативностью условий и значительным числом факторов, влияющих на экспериментальные данные. Расчетные методы не учитывают гетерогенную природу рассматриваемых составов. Лабораторные опыты сопряжены со сложностью безопасного проведения эксперимента и учетом ограничивающих характеристик взрывчатых составов, таких как критический диаметр, что требует в дальнейшем дополнительных экспериментов как для определения удельного образования продуктов взрыва, так и для подтверждения полноты детонационных процессов. В результате складывается ситуация, в которой экспериментальное прогнозирование состава продуктов

взрыва при разработке ПЭВВ затруднено, стандартизированные методики отсутствуют, а обобщенные рекомендации по разработке и оптимизации эмульсионных взрывчатых составов не существует. Настоящая работа направлена на развитие темы создания единой методологии разработки подобных составов.

Научная новизна заключается в следующем:

Впервые экспериментально получены составы продуктов детонации ПЭВВ в среде азота, исключаяющей их вторичные преобразования при контакте с атмосферой.

Впервые экспериментально показано смещение фактического минимума газовой вредности от расчетного брутто стехиометрического соотношения, обуславливаемое особенностями прохождения химических реакций в гетерогенной структуре эмульсионной матрицы рассматриваемого вида высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов.

На основе оценки площади контакта эмульсионной матрицы с сенсibilизатором, а также результатов измерений параметров детонации и состава продуктов взрыва для высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов с различными способами сенсibilизации предложено обоснование наблюдаемых особенностей протекания детонационного процесса в ПЭВВ. Обоснование учитывает сочетанное влияние состава эмульсионной матрицы и вида сенсibilизатора.

Впервые сформированы критерии оптимизации рецептур эмульсионных взрывчатых составов, одновременно учитывающие параметр газовой вредности и детонационные характеристики конечного состава.

Теоретическая и практическая значимость работы:

– предложен новый подход к экспериментальному лабораторному определению газовой вредности высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов с помощью разработанного лабораторного стенда на основе бомбы Бихеля при использовании зарядов малого диаметра и массы;

– установлены технические закономерности позволяющие управлять образованием вредных продуктов взрыва при использовании высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов;

– предложены и обоснованы критерии оптимизации рецептур высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов, способствующие снижению образования вредных продуктов взрыва, выбрасываемых в окружающую среду, при сохранении эффективности результирующих детонационных характеристик и определены их значения;

– на основе критериев оптимизации разработаны рекомендации по созданию и совершенствованию существующих рецептур высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов.

– результаты работы могут быть использованы для формирования единой методологии разработки высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов, в которой будут учитываться не только важные эксплуатационные характеристики, но и их влияние на окружающую среду.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 2 статьях в журнале, индексируемом в международной базе данных Chemical Abstracts.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: V Международной конференции молодых ученых по проблемам техносферной безопасности (г. Москва, 2022 г.); XVIII Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии (МКХТ-2022) (г. Москва, 2022 г.); Заседании Научного Совета РАН по проблеме «Народнохозяйственного использования взрыва» (г. Москва, 2023 г.); XV Международной научно-практической конференции «Образование и наука для устойчивого развития» (г. Москва, 2023 г.), VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф (SAFETY-2023) (г. Саратов, 2023 г.); Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2024» (г. Москва, 2024 г.); VI Международной конференции молодых ученых по проблемам техносферной безопасности (г. Москва, 2024 г.); XVIII Международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии (МКХТ-2024) (г. Москва, 2024 г.); Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2025» (г. Москва, 2025 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Султанов Е.В. Исследование влияния сенсibilизатора на детонационные характеристики эмульсионного взрывчатого вещества электромагнитным методом / **Е. В. Султанов**, Д. И. Михеев, Е. С. Солодухин, Н. И. Акинин // Химическая промышленность сегодня. – 2025. – № 3. – С. 41-45. (**Chemical Abstracts**)

2. Султанов, Е. В. Метод оценки выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду при применении промышленных взрывчатых веществ / **Е. В. Султанов**, Д. А. Булушев, Н. И. Акинин // Химическая промышленность сегодня. – 2023. – № 4. – С. 30-36. (**Chemical Abstracts**)

Публикации в прочих изданиях:

1. Булушев Д.А. Снижение экологического вреда от применения аммиачно-селитренных промышленных взрывчатых веществ / Д. А. Булушев, **Е. В. Султанов**, Н. И. Акинин, С. П. Смирнов // Взрывное дело. – 2023. – № 141-98. – С. 168-184.

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Михеев Д.И. Практика исследования продуктов взрыва промышленных взрывчатых веществ / Д. И. Михеев, **Е. В. Султанов**, А. А. Чукарева [и др.] // Успехи в специальной химии и химической технологии : Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 90-летию Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д.И.

Менделеева, 120-летию профессора К.К. Андреева, 130-летию профессора А.С. Бакаева, Москва, 24–25 апреля 2025 года. – Москва: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2025. – С. 334-337.

2. Султанов Е.В. Определение детонационных характеристик промышленного эмульсионного взрывчатого вещества электромагнитным методом / **Е. В. Султанов**, А. К. Шептухин, А. А. Чукарева, Д. И. Михеев // Успехи в химии и химической технологии. – 2024. – Т. 38, № 10 (289). – С. 138-140.

3. Султанов Е.В. О методиках оценки выбросов и сбросов загрязняющих веществ при применении аммиачно-селитренных промышленных взрывчатых веществ эмульсионного типа / **Е. В. Султанов**, Д. А. Булушев, Н. И. Акинин // Образование и наука для устойчивого развития : XV Международная научно-практическая конференция, посвящённой Международному году фундаментальных наук в интересах устойчивого развития, Москва, 18–21 апреля 2023 года. – Москва: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2023. – С. 186-189.

4. Булушев Д.А. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации промышленных взрывчатых веществ / Д. А. Булушев, Е. С. Солодухин, **Е. В. Султанов**, А. Н. Шушпанов // Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф (Safety-2023) : Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 19–20 октября 2023 года. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2023. – С. 439-445.

5. Султанов Е.В. Количественное определение газовой вредности и содержания оксидов азота (II) в продуктах взрыва модельных промышленных составов на основе аммиачной селитры / **Е. В. Султанов**, Д. А. Булушев, Н. И. Акинин // V Международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции, Москва, 17–18 мая 2022 года. – Москва: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2022. – С. 137-142.

6. Султанов Е.В. Количественное определение оксидов азота (II) в продуктах взрыва модельных промышленных составов на основе нитрата аммония / **Е. В. Султанов**, Д. А. Булушев, Н. И. Акинин, С. П. Смирнов // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т. 36, № 10 (259). – С. 124-128.

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ в части:

п. 11. Научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства специальных продуктов;

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Султанова Е.В. является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты принадлежат Султанову Е.В.; они оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к подобным работам, диссертация на тему: «Методология разработки экологичных эффективных высокоэнергетических эмульсионных взрывчатых составов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Диссертация рассмотрена на расширенном заседании кафедры техносферной безопасности, состоявшемся «4» июня 2025 года, протокол № 15.

В обсуждении приняли участие: заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Н. И. Акинин; профессор кафедры, д.т.н., профессор А. Я. Васин; доцент кафедры, к.т.н., доцент Н. О. Мельников; доцент кафедры, к.т.н., доцент В. М. Райкова; доцент кафедры, к.т.н., доцент Е. Б. Аносова; доцент кафедры, к.т.н. Г. Г. Гаджиев; доцент кафедры, к.т.н. А. Н. Шушпанов; доцент кафедры, к.х.н. В. В. Серегин; доцент кафедры, к.т.н. Д. И. Михеев; доцент кафедры, к.т.н. А. С. Мосолов; заведующий лабораторией кафедры Н. В. Дмитриев; ассистент кафедры А. А. Монахов; старший лаборант кафедры Е. С. Солодухин; декан Инженерно-химического факультета, заведующий кафедрой химии и технологии органических соединений азота, д.х.н., профессор В. П. Синдицкий; заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений, д.т.н., профессор В. А. Петров.

Принимало участие в голосовании 12 человек. Результаты голосования: «За» – 12 человек, «Против» – 0 человек, «Воздержались» – 0 человек, протокол № 15 от «4» июня 2025 г.

Профессор кафедры
техносферной безопасности
д.т.н., профессор



А. Я. Васин

Секретарь заседания
доцент кафедры
техносферной безопасности
к.т.н., доцент



Н. О. Мельников