



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им Д.И. Менделеева
д.х.н., профессор С.Н. Филатов

« 10 »

10

2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация на тему «Разработка технологии получения промышленных эмульсионных взрывчатых веществ с использованием регенерированных исходных компонентов» 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 Панфилов Сергей Юрьевич, «19» апреля 1977 года рождения, был соискателем кафедры техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» с 01.10.2024 г. по 30.09.2025 г. В настоящее время является главным инженером ООО «Азоттех».

Справка о сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ (технические науки) выдана в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» в 2025 году. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов по иностранному языку и истории и философии науки выдана в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов» в 2011 году.

Научный руководитель – кандидат технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность, доцент, доцент кафедры техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Мельников Никита Олегович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему: «Разработка технологии получения промышленных эмульсионных взрывчатых веществ с использованием регенерированных исходных компонентов» принято следующее заключение.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена стабильным ростом применения промышленных эмульсионных взрывчатых веществ в горной промышленности. По данным Ростехнадзора на 2024 г. в Российской Федерации при добыче полезных ископаемых использовано 2,4 млн т промышленных

взрывчатых веществ (ПВВ) из них 87 % (2,1 млн т) изготовлено на местах применения из невзрывчатых компонентов. Из них 73 % (1,6 млн т) составили наиболее безопасные промышленные эмульсионные взрывчатые вещества (ПЭВВ), которые производятся в процессе зарядания взрывных скважин смесительно-зарядными машинами на основе эмульсионной матрицы, изготовляемой в производственных условиях и представляющей собой эмульсию второго рода (обратная эмульсия – «вода-в-масле»), в которой водный раствор аммиачной селитры (дисперсная фаза) диспергирован в смеси нефтепродуктов и эмульгаторов. Эмульсионная матрица представляет собой метастабильную систему и несмотря на использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) и различных добавок, повышающих стабильность, в ней всегда происходят процессы деструкции – коалесценции и флокуляции, которые со временем приводят к полному разрушению эмульсии. Как правило, время разрушения превышает срок, требуемый для ее использования по назначению. Однако, при определенных условиях эти процессы значительно ускоряются и происходит образование полностью или частично разрушенной эмульсии. Поэтому при производстве эмульсионной матрицы возможно образование некондиционной, то есть не соответствующей нормативно-технической документации эмульсии. Она может образовываться вследствие ошибок технологического процесса производства, использования некачественного сырья и из-за свойств самой эмульсионной системы. Ориентировочно объем таких отходов производства может достигать 5 %, что составляет более 70 тыс. т в год.

В российском законодательстве такие отходы определены приказом Росприроднадзора № 242 от 22.05.2017 как «отходы эмульсии диспергирования раствора аммиачной и натриевой селитр в индустриальном масле» и подлежат утилизации. Законодательно в РФ предписывается только утилизация уже сенсibilизированных эмульсий, которые являются ПЭВВ. Утилизация самой эмульсионной матрицы не прописана и осуществляется изготовителем по принятым внутренним документам.

Сегодня такие отходы в основном уничтожаются подрывом или сжиганием в виду отсутствия требований и промышленных способов переработки. Поэтому вопросы регенерации некондиционных эмульсий ПВВ в исходные компоненты для повторного их использования имеют не только научно-технический интерес, но и большое экономическое и экологическое значение.

Научная новизна заключается в следующем:

Экспериментально подтверждена возможность получения регенератов раствора окислителя и масляной фазы из эмульсионных матриц типа «вода-в-масле» являющихся основой ПЭВВ.

Получена эмпирическая зависимость необходимой концентрации раствора деэмульгатора для эффективного проведения процесса полного разрушения эмульсионной матрицы в зависимости от её состояния, определяемого по вязкости и закристаллизованности.

Впервые исследованы физико-химические и эксплуатационные свойства эмульсионных матриц и ПЭВВ, полученных с частичным и полным замещением исходных компонентов на их регенераты, извлекаемые из некондиционных полупродуктов.

Определена зависимость вязкости от температуры исходных эмульсионных матриц и полученных с применением регенерированных исходных компонентов.

Впервые исследованы параметры детонации ПЭВВ на основе регенерированных исходных компонентов электромагнитным методом. Получены значения скорости детонации, профили массовой скорости и давление взрыва.

Впервые получены характеристики чувствительности к удару некондиционной эмульсии, вновь произведенной эмульсии, подкисленной уксусной кислотой и ПЭВВ, полученных из исходных компонентов и регенерированных из некондиционных полуфабрикатов, в зависимости от времени хранения после проведения газификации.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработан химический способ разрушения, разделения и извлечения регенератов из эмульсионной матрицы типа «вода-в-масле» основы ПЭВВ.

Разработана и сконструирована лабораторная установка для разделения и извлечения регенератов из некондиционных эмульсионных матриц ПЭВВ.

Получены эмульсионные матрицы и ПЭВВ с частичным и полным замещением исходных компонентов на регенерированные растворы окислителя и масляную фазу.

Подтверждено соответствие физико-химических и эксплуатационных свойств, а также требований безопасности нормативно-техническим документам эмульсионной матрицы и ПЭВВ, полученных с применением регенерированных исходных компонентов.

Спроектирован мобильный пункт переработки некондиционной эмульсионной матрицы, которым может оснащаться действующее производство ПЭВВ без дополнительного изменения технологических параметров. Разработан технологический регламент переработки некондиционных эмульсионных матриц в регенераты исходных компонентов.

Подана заявка на патент на способ разрушения и утилизации некондиционных эмульсионных полуфабрикатов ПЭВВ (№ № 2025104336 от 26.02.2025).

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждена актами внедрения.

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

Основные положения диссертации получили полное отражение в 6 статьях, 5 из которых опубликованы в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и 1 в Chemical Abstracts.

Результаты диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях, в том числе на: VIII международной научно-технической конференции «Промышленные взрывчатые вещества (ПВВ): состояние, перспективы разработки и применения» (г. Дзержинск, 2023 г.); XIX, XX, XXI Международных конгрессах молодых учёных по химии и химической технологии (Москва, 2023, 2024, 2025 гг.); Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (Москва, 2024, 2025 гг.); VI Международной научно-практической конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности (Москва, 2024 г.); XI Международной научно-практической конференции «Инновационные

направления в проектировании горнодобывающих предприятий. Безопасное и эффективное освоение месторождений полезных ископаемых» (Санкт-Петербург, 2024 г.); Всероссийской научно-технической конференции «Успехи в специальной химии и химической технологии» (Москва, 2025 г.).

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. Панфилов С.Ю. История создания, состояние, проблемы и перспективы развития производства и применения взрывчатых материалов в Российской Федерации / **С.Ю. Панфилов** // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S10. – С. 42-56. (**Scopus**)

2. Тихонов В.А. Особенности ведения взрывных работ при освоении минеральных ресурсов северных и арктических районов России / В.А. Тихонов, Г.А. Дудник, **С.Ю. Панфилов**, В.В. Жуликов // Горная промышленность. – 2021. – №2. – С. 102-106. DOI:10.30686/1609-9192-2021-2-102-106. (**Scopus**)

3. Панфилов С.Ю. Разработка способа переработки эмульсионного полуфабриката промышленных эмульсионных взрывчатых веществ / **С.Ю. Панфилов**, Г.А. Дудник, Е.В. Султанов, Д.А. Булушев, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин // Химическая промышленность сегодня. – 2024. – №1. – С.13-17. (**Chemical Abstracts**).

4. Панфилов С.Ю. Разработка технологии регенерации некондиционных эмульсионных полуфабрикатов промышленных взрывчатых веществ/ **С.Ю. Панфилов**, Г.А. Дудник, В.А. Тихонов, С.С. Назаров, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин // Горная промышленность. – 2024. – №2. – С. 57-62. DOI:10.30686/1609-9192-2024-2-57-62. (**Scopus**)

5. Панфилов С.Ю. Исследование детонации промышленных эмульсионных взрывчатых веществ электромагнитным методом / С.Ю. Панфилов, Г.А. Дудник, В.А. Тихонов, Д.И. Михеев, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин // Горная промышленность. – 2024. – № 6. – С. 111-115. DOI:10.30686/1609-9192-2024-6-111-115. (**Scopus**)

6. Панфилов С.Ю. Чувствительность к удару промышленных эмульсионных взрывчатых веществ / С.Ю. Панфилов, Г.Г. Гаджиев, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин // Горная промышленность. – 2025. – № 5. – С. 91-97. DOI: 10.30686/1609-9192-2025-5-91-97. (**Scopus**)

Публикации в прочих изданиях:

1. Панфилов С.Ю. Пути решения проблемы утилизации эмульсии / **С.Ю. Панфилов**, Е.В. Султанов, Д.А. Булушев, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин // Взрывное дело. – 2023. – № 140/97. – С. 49-62. DOI:10.18698/0372-7009-2023-9

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

1. Степанов М.Е. О разработке способа утилизации полуфабрикатов промышленных эмульсионных взрывчатых веществ / М.Е. Степанов, Е.В. Султанов, Д.А. Булушев, Н.О. Мельников, **С.Ю. Панфилов** // Успехи в химии и химической технологии. – 2023. – Т. 37, № 10 (272). – С. 86-89.

2. Терентьева А.А. Получение и свойства промышленных взрывчатых веществ на основе утилизируемых эмульсионных полуфабрикатов / А.А. Терентьева, **С.Ю. Панфилов**, Н.О. Мельников, Н.И. Акинин, Д.И. Михеев, Г.Г. Гаджиев // Успехи в химии и химической технологии. – 2024. – Т. 38. № 10 (289). – С. 141-143.

3. Сергунова А.Э. Схема опытной технологии переработки некондиционного эмульсионного полуфабриката / А.Э. Сергунова, А.А. Терентьева, **С.Ю. Панфилов**, Н.О. Мельников, Г.Г. Гаджиев // VI международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам техносферной безопасности: материалы конференции, Москва, 25 – 26 апреля 2024 года. – Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2024. – С. 181-184.

4. Панфилов С.Ю. Получение промышленных эмульсионных взрывчатых веществ с использованием регенерированных исходных компонентов / **С.Ю. Панфилов**, Н.О. Мельников, А.А. Терентьева, Н.И. Акинин // 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.289-301.

5. Панфилов С.Ю. Исследование детонации эмульсионных взрывчатых веществ, полученных на основе регенерированных исходных компонентов / **С.Ю. Панфилов**, Н.О. Мельников, А.А. Терентьева, Н.И. Акинин // В сборнике: 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.295-298.

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;

п. 13. Экологические аспекты переработки топлив. Разработка технических и технологических средств и способов защиты окружающей среды от вредных выбросов производств по переработке топлив, товарных нефтепродуктов и высокоэнергетических веществ.

Аннотация отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Панфилова С.Ю. 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 Панфилову С.Ю.; 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: «Разработка технологии получения промышленных эмульсионных взрывчатых веществ с использованием регенерированных исходных компонентов» 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 «24» сентября 2025 года, протокол № 2.

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. Г. Г. Гаджиев; доцент кафедры, к.т.н. А. Н. Шушпанов; доцент кафедры, к.т.н. Д. И. Михеев; доцент кафедры, к.т.н., доцент А. С. Мосолов; ассистент кафедры, к.т.н. Н. В. Дмитриев; заведующий кафедрой химии и технологии высокомолекулярных соединений, д.т.н., профессор В. А. Петров.

Принимало участие в голосовании 10 человек. Результаты голосования: «За» – 10 человек, «Против» – 0 человек, «Воздержались» – 0 человек, протокол № 2 от «24» сентября 2025 г.

Председатель заседания
заведующий кафедрой
техносферной безопасности
д.т.н., профессор

Н. И. Акинин

Секретарь заседания
ассистент кафедры
техносферной безопасности
к.т.н.

Н. В. Дмитриев