

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Михеева Дениса Иголевича
«Научные аспекты разработки водно-гелевых составов на основе утилизируемых
пироксилиновых порохов для обеспечения необходимых параметров детонации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических
веществ

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и содержит 157 страниц машинописного текста, включающего 45 рисунков, 35 таблиц и список литературы из 100 наименований.

Актуальность избранной темы. Порядок, номенклатура и объемы утилизации боеприпасов определяются на основе нормативной-правовой базы, представленной в документах Правительства РФ, Минобороны России и др. ведомств. Реализация государственной политики в области утилизации вооружения и военной техники осуществляется на основе программно-целевого подхода, в рамках которого актуальной в настоящее время является Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011-2015 годы и на период до 2020 года». Годовой объем высвобождаемых энергетических материалов, с учетом достигнутых показателей предшествующих программ, превышает 4 тыс. тонн взрывчатых веществ и 7 тыс. тонн порохов, использование которых производится, в основном, во взрывных технологиях разрушения горных пород.

В горном производстве группа промышленных взрывчатых веществ, включающих в рецептуру компоненты разрывных и (или) метательных зарядов утилизируемых боеприпасов, имеет обобщающее название – конверсионные ВВ. Применение конверсионных ВВ характеризуют такие особенности, как взрывные технологии, методы взрывных работ, параметры взрывания, характеристики взрывчатых веществ, которые зависят от вида геотехнологии, способа разработки месторождений, метода добычи.

Компоненты разрывных и метательных зарядов боеприпасов имеют отличия от промышленных ВВ в удельной химической энергии, пределах распространения и скорости детонации, чувствительности к механическим, тепловым и электрическим воздействиям, ударно-волновой чувствительности и др. показателях, определяемых химической природой взрывчатых соединений и смесей. Широкий спектр форм и размеров пороховых элементов определяется задаваемым режимом горения в различных видах оружия. Это определяет научный интерес автора в изучении свойств извлекаемых энергетических материалов для разработки рецептур эффективных промышленных конверсионных взрывчатых веществ. В группу наиболее сложных с точки зрения вторичного использования энергонасыщенных компонентов входят пироксилиновые пороха, проявляющие способность к взрывному

превращению при определенных условиях, в частности использовании высокоплотных наполнителей малой сжимаемости. Одним из наиболее перспективных наполнителей, позволяющих не только снизить опасность в обращении, но и повысить эффективность взрывного воздействия являются энергоемкие водные гели.

Достоверность научных исследований, выводов и рекомендаций подтверждается: достаточным объемом экспериментальных исследований с применением современных измерительных приборов и приемлемым измерительным процессом, высокой сходимостью, повторяемостью и сопоставимостью с ранее полученными результатами.

Основное содержание работы: Работа выполнена на кафедре техносферной безопасности федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева).

Диссертация работа Михеева Д.И. состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 100 источников и 3 приложений. Работа изложена на 157 страницах машинописного текста и содержит 45 рисунков, 35 таблиц.

В первой главе диссертантом исследуются общие принципы утилизации боеприпасов с истекшими сроками хранения, дается анализ использования энергоемких компонентов боеприпасов в промышленных взрывчатых составах. В рамках данной главы особого внимания заслуживает изучение вопросов применения пироксилиновых порохов в качестве компонентов промышленных взрывчатых составов и отдельно для сенсibilизации водно-гелевых взрывчатых составов.

Оценочные расчеты параметров детонации пороховых водно-гелевых составов, проведенные во второй главе с использованием программного комплекса Shock and Detonation, интересны в плане составляющей процесса разработки взрывчатых составов, позволяющего определить большой круг параметров и показателей детонации: скорость, давление в точке Чепмена-Жуге, массовую скорость продуктов, температуру, удельный объем, теплоту взрыва, объем газообразных продуктов, показатель политропы, состав продуктов.

Выполненные аналитические проработки позволили диссертанту в третьей главе, в которой сконцентрировано основное содержание диссертации, экспериментально исследовать детонационные характеристики пороховых водно-гелевых составов на основе энергоемких компонентов утилизируемых боеприпасов. В рамках этой главы используются методики исследований, основанные на литературных данных - методики изготовления и экспериментального определения параметров детонации пороховых водно-гелевых составов. Однако, в практическую сторону реализации используемых методов автор работы добавил новации, позволяющие исследовать параметры детонации зарядов пороховых водно-гелевых составов (критический диаметр, полнота детонации, ускорение распространения детонации пироксилиновых порохов) с учетом влияния состава водного геля (химически инертного, окислительного и энергоемкого), его содержания в пороховых водно-гелевых составах, размеров зерен пироксилиновых порохов.

Заключение отражает основные итоги проведенных исследований в соответствии с поставленными целями и задачами по созданию и совершенствованию рецептур пороховых водно-гелевых составов. Показывает практические результаты разработки рецептур для предприятий по утилизации боеприпасов и предприятий горного профиля.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат диссертации и основные публикации автора в достаточной мере отражают

основное содержание и выводы, изложенные в диссертационной работе «Научные аспекты разработки водно-гелевых составов на основе утилизируемых пироксилиновых порохов для обеспечения необходимых параметров детонации».

Полнота изложения материалов исследований в публикациях автора. Основное содержание исследований опубликовано автором в 12 печатных работ, в том числе 10 работ в изданиях, индексируемых РИНЦ, 7 из которых входят в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК.

Новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций. Новизна исследований заключается в разработке научных основ разработки рецептур пороховых водно-гелевых составов на основе утилизируемых пироксилиновых порохов. В работе впервые определены скорости детонации, массовые скорости и давления детонации пороховых водно-гелевых составов на основе пироксилиновых порохов различных марок и водных гелей различной энергоемкости. Электромагнитным методом получены профили массовой скорости исследованных пороховых водно-гелевых составов. Определены критические диаметры детонации и минимальное содержание пироксилинового пороха, обеспечивающее устойчивую детонацию с учетом химического состава водного геля. Предложен экспериментально обоснованный механизм протекания детонационного процесса в пороховых водно-гелевых составах. Автором впервые разработаны рекомендации по созданию рецептур пороховых водно-гелевых составов с учетом свойств пироксилиновых порохов, водного геля и управления параметрами детонации в зависимости от целей применения.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично автором.

1. Обосновано создание и модифицирование рецептур пороховых водно-гелевых составов, описывающие основные требования к компонентам составов и способы обеспечения необходимых параметров детонации.

2. Показано влияние химической активности водных гелей на критические диаметры детонации пороховых водно-гелевых составов на основе зерненных пироксилиновых порохов.

3. Установлены зависимости снижения детонационной способности пороховых водно-гелевых составов от содержания водного геля и показаны пределы сохранения детонационной способности при увеличении энергоемкости используемого водного геля.

4. Выявлено выраженное влияние химического состава водного геля на параметры детонации пороховых водно-гелевых составов. При использовании инертного водного геля происходит повышение массовой скорости и давления до 9 % относительно окислительного водного геля. Водные гели, содержащие окислительные и топливные компоненты, обеспечивают детонацию с повышением параметров на 10-20 %.

5. Установлено влияние размеров и внутренней структуры пороховых элементов пироксилиновых порохов на детонационный процесс. Исследованные пироксилиновые пороха обеспечивают достижение массовой скорости не менее 1200 м/с вне зависимости от состава водного геля, что указывает на обособленное протекание детонации в пироксилиновых порохах, как макрокомпоненте пороховых водно-гелевых составов. Увеличение размеров пороховых элементов способствует ускорению распространения по ним детонационного процесса.

6. Обнаружено влияние внутренних каналов пороховых элементов на течение детонационного процесса и параметры детонации. В полых внутренних каналах вероятно развитие ускорения детонации пироксилиновых порохов за счет образующихся потоков

продуктов детонации, опережающих детонационную волну и способных инициировать детонацию в подлежащем веществе.

7. Предложен механизм течения детонационного процесса в пороховых водно-гелевых составах, заключающийся в обособленном развитии детонационных процессов в пироксилиновых пороховых элементах и водном геле. Развитие детонации в пироксилиновых порохах протекает с ускорением внутрь порохового элемента благодаря пористой микроструктуре и незаполненным каналам. Развитие детонации в водном геле реализуется только в случае наличия достаточного количества окислительного и топливного компонентов.

Практическое значение диссертационной работы и реализация ее результатов заключается в следующем:

- установлены параметры детонации, особенности протекания и распространения детонационного процесса, характерные для пороховых водно-гелевых составов на основе утилизируемых зерненных пироксилиновых порохов с учетом размеров пороховых элементов для водных гелей на основе нитратов;

- по результатам исследований подготовлены практические рекомендации по разработке рецептур пороховых водно-гелевых составов, направленные индустриальным партнерам буровзрывной компании ООО «Промстройвзрыв» (г. Санкт-Петербург), и заводу по утилизации боеприпасов ООО «Гефест-М» (г. Реж, Свердловская обл.), с учетом их ресурсной базы.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Международных конференциях и симпозиумах: XIV Ежегодной международной научно-практической конференции по взрывному делу, г. Порторож, Словения, 2014 г.; Международный научный симпозиум «Неделя горняка - 2015», «Неделя горняка - 2017», НИТУ «МИСИС», Москва, 2015, 2017 гг.; Всероссийская научно техническая конференция "Успехи в специальной химии и химической технологии", посвященная 80-летию основания Инженерного химико-технологического факультета, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2015 г.; Международный конгресс молодых ученых по химии и химической технологии, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, 2017 г.; 21st Seminar of the New Trends in Research of Energetic Materials, University of Pardubice, г. Пардубице, Чехия, 2018 г.; Европейский симпозиум по геомеханике "EUROCK 2018", Санкт Петербург, 2018 г.

На защиту диссертантом выносятся:

Результаты экспериментального исследования влияния химического состава водного геля на критический диаметр детонации пороховых водно гелевых составов;

Результаты экспериментального исследования влияния содержания водных гелей в пороховых водно-гелевых составах на их детонационную способность;

Результаты экспериментального исследования влияния химического состава водных гелей на параметры детонации пороховых водно-гелевых составов;

Результаты экспериментального исследования влияния размеров пороховых элементов на параметры детонации пороховых водно-гелевых составов;

Результаты анализа процессов, происходящих в детонационной волне, определяющих течение детонации в пороховых водно-гелевых составах;

Научные основы разработки рецептур пороховых водно-гелевых составов на основе утилизируемых пироксилиновых порохов для обеспечения необходимых параметров детонации.

В качестве недостатков можно отметить следующее:

1. В литературном обзоре нет ссылки на Акватол - отечественное взрывчатое вещество на гелеобразной основе («Общее отличие акватолов от других взрывчатых смесей в том, что они представляют собой суспензию твёрдых частиц взрывчатого вещества и окислителя в гелеобразной водной среде». Википедия).
2. Непонятно, относится ли утверждение автора (с.6), что « ... характерное для крупных марок порохов проявление потоков продуктов взрыва, опережающих фронт детонации через каналы пороховых элементов, и, вероятно, способствующих распространению детонации» к пироксилиновым порохам марок 6/7 и 9/7. По исследованиям Лобанова В.Ф., Фадеенко Ю.И., Титова В.М. и др. в зарядах с осевой полостью образуется канальная волна, распространяющаяся впереди фронта детонации. Параметры канальной волны зависят от соотношений диаметра заряда и осевой полости. Сильная ударная волна образуется при $d_z/d_n=3-5$. Этот параметр выдерживается как для пороха марки 14/7, так и для марок 6/7 и 9/7.
3. Рекомендации автора по использованию «струйных эффектов в каналах пороховых элементов, как дополнительных элементов воздействия на объекты разрушения» (с.119) весьма спорны, так как их действие носит локальный характер и при хаотичном расположении пороховых элементов вклад в повышение общей эффективности действия взрыва незначителен.
4. Отсутствие в диссертации списка сокращений (что рекомендовано ГОСТ Р 7.0.11) осложняет восприятие информации в тексте.
5. В разделе 2 автор подробно описывает работу с программным комплексом Shock and Detonation, с использованием которого проводятся оценочные расчеты детонации пороховых водно-гелевых составов, однако также приводится отсылка на программу REAL (с.80), необходимость использования которой не показана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ диссертации показал, что несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа Михеева Дениса Иголевича «Научные аспекты разработки водно-гелевых составов на основе утилизируемых пироксилиновых порохов для обеспечения необходимых параметров детонации», по объему, актуальности, научной новизне и практической значимости удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям в положении «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Содержание диссертационной работы и автореферата соответствует паспорту научной специальности 05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, в части по п. 11 - Научные основы и закономерности физико-химической технологии и синтеза специальных продуктов. Новые технологии производства

специальных продуктов, а ее автор, Михеев Денис Иголевич, заслуживает присвоения
искомой ученой степени кандидата технических наук по указанной выше специальности.

Официальный оппонент,

доктор технических наук (25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), ведущий научный сотрудник отдела
№5 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем
комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова Российской академии наук
(ИПКОН РАН)

Франтов Александр Евгеньевич

"27" ноября 2020 г.

111020, Российская Федерация, г. Москва, Крюковский туп., д.4.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем
комплексного освоения недр им. академика Н.В.Мельникова Российской академии наук

Телефон: +7 (495) 360-89-48,

E-mail: aef1948@gmail.com

Подпись докт. техн. наук Франтова А.Е. заверяю:

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института проблем комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова
Российской академии наук (ИПКОН РАН)

докт. техн. наук Федотенко В.С.