

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Булушева Даниила Андреевича
на тему «Высокоэнергетические эмульсионные промышленные
взрывчатые вещества с повышенной водоустойчивостью»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ (технические науки)

Актуальность темы. Работа посвящена совершенствованию промышленных ВВ (ПВВ) в плане повышения их водоустойчивости для минимизации их влияния на загрязнение подземных и поверхностных вод в зоне функционирования горнодобывающих предприятий. Водоустойчивость является важной характеристикой ПВВ, отражающей его способность сохранять работоспособность при контакте с водой и минимизировать вымывание водорастворимых компонентов во внешнюю среду. Интенсивность вымывания водорастворимых компонентов ПВВ при проведении буровзрывных работ (БВР) зависит от целого ряда технологических факторов: времени, температуры и площади контакта заряда с водой; уровня и скорости фильтрации вод, высоты столба воды в скважине; трещиноватости горного массива; минерального состава горной породы, контактирующей с зарядом ПВВ, и так далее. Но основное влияние на процесс миграции водорастворимых компонентов ПВВ в контактирующую с зарядом воду оказывает его рецептурный состав, который обуславливает степень его водоустойчивости.

Эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ), разработанные специально для ведения взрывных работ в условиях обводнённых скважин и скважин с проточной водой, с 1980 года прочно вошли в современную практику взрывных работ во всех крупных горнодобывающих странах. Имея состав, близкий к АСДТ, ЭВВ обладают мощностью на уровне гранулолола, водоустойчивостью на уровне гелевых карбатов. Благодаря отсутствию взрывчатых компонентов, они имеют низкую чувствительность к механическим и тепловым воздействиям; изготавливаются на местах применения и заряжаются механизированным способом. Однако в период хранения и использования ЭВВ постепенно теряют живучесть и водоустойчивость, что вызвано их метастабильной природой.

Целью работы является повышение водоустойчивости ЭВВ в процессе производства и применения для минимизаций загрязнения окружающей среды и добываемых горных материалов водорастворимыми компонентами. В связи с этим работа является важной и актуальной. Актуальность работы также подтверждается требованиями: технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 028/2012 (водоустойчивость является обязательным контролируемым показателем ВВ); Федерального закона РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 (об охране окружающей среды);

Постановления Правительства РФ № 94 от 11.02.2016 (об утверждении Правил охраны подземных водных объектов).

В обеспечении главной цели работы автором решены следующие задачи:

- проанализированы факторы, влияющие на водоустойчивость ЭВВ и на загрязнение окружающей среды при БВР;

- обоснованы рецептурные способы повышения водоустойчивости ЭВВ, в том числе, включающие использование специальных типов эмульгаторов и стабилизирующих добавок, повышающих физико-химическую стабильность высокоэнергетических эмульсий и препятствующих вымыванию растворимых веществ в окружающую среду;

- разработан методический алгоритм определения водоустойчивости ЭВВ с использованием хроматографического способа для поиска оптимального состава и альтернативной замены стандартного титриметрического метода.

- определена количественная оценка показателя для ЭВВ повышенной водоустойчивости;

- экспериментально подтверждена возможность обеспечения повышенной водоустойчивости ЭВВ при условии одновременного сохранения технологичности их производства и применения.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов и списка литературы. Общий объем работы – 154 страницы, включая 30 рисунков, 18 таблиц, библиографию из 279 наименований и 3 приложения.

Во введении дается краткая оценка современного состояния исследований в области решаемой научной проблемы, обоснования необходимости проведения работы. Обоснована актуальность и научная новизна темы, ее практическая значимость, сформулированы цель и основные задачи исследования.

В первой главе проведен анализ состояния решаемой проблемы. Приведен обзор мировой и отечественной статистики применения различных типов ПВВ, обоснована необходимость перехода к водоустойчивым рецептурам. Представлены литературные сведения о влиянии загрязнения от применения ПВВ, в результате которого возможно накопление нитратов в природных водах и отбитых горных породах до концентраций в разы превышающих ПДК, и это приводит к нарушению экосистем и технологическим проблемам переработки горных материалов. По итогам обзора сформулированы задачи исследования.

Во второй главе изложена методическая часть экспериментального исследования водоустойчивости эмульсионной матрицы на основе нитрата аммония (ЭНА). Рассмотрены существующие аналитические методы к определению нитрат-ионов в водных растворах, такие как фотометрические, электрохимические, титриметрический и гидродинамический. Разработан и описан новый метод определения показателей водоустойчивости с помощью инструментального способа

высокоэффективной ионной жидкостной хроматографии сопряженного с возможностями кондуктометрического определения. Приведены оборудование, приборы и методика анализа. Обосновываются преимущества нового метода по сравнению с существующими.

В третьей главе представлены объекты исследования, рассмотрены основы проектирования рецептуры эмульсионной матрицы, обеспечивающей требуемые физико-химические и энергетические характеристики ЭВВ. Приведен типовой состав эмульсионной матрицы ЭНА, в отношении которого в работе исследованы пути повышения его водоустойчивости. Определены требования к свойствам компонентов и их функциональность в составе ЭВВ. Перечислены рецептурные инструменты, позволяющие оптимизировать водоустойчивость ЭНА с сохранением ее энергетических свойств.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований водоустойчивости образцов ЭНА в зависимости: от вязкости и содержания топливной фазы (ТФ); содержания и марки эмульгатора; состава окислительной фазы; наличие в составе гранулированного АСДТ. Показано, что основное влияние на водоустойчивость ЭНА оказывает содержание и состав ТФ. Влияние состава окислительной фазы на водоустойчивость ЭНА проявляется слабо, а наличие АСДТ-значительно снижает стабильность и водоустойчивость. Установлено, что лучшие результаты по водоустойчивости ЭНА достигаются при содержании ТФ в составе 7%, на высокомолекулярном эмульгаторе типа БИНСА при его содержании в ТФ 18% и выше.

В пятой главе приведены практические решения для повышения водоустойчивости ЭВВ. Определены критерии водоустойчивости и повышенной водоустойчивости ЭВВ. Экспериментально получены следующие зависимости: продолжительность стабильного состояния ЭНА от содержания эмульгаторов серии 2820; водоустойчивости и дисперсности ЭНА от времени диспергирования. Обсуждаются инженерно-организационные мероприятия, направленные на снижение загрязнения окружающей среды при БВР. Полученные экспериментальные данные и выявленные закономерности рекомендованы для использования при разработке стандартов и технических условий на ЭВВ повышенной водоустойчивости.

Каждая глава заканчивается выводами по главе. В заключении сформулированы основные результаты и выводы по работе.

Научная новизна заключается:

- в анализе и выявлении масштабов, причин загрязнения окружающей среды при БВР в горной промышленности в зависимости от водоустойчивости промышленных ВВ и конкретных условий геотехнологии их применения;

- в установлении ключевых закономерностей, определяющих физико-химические, взрывчатые характеристики ЭВВ и регулирующих водоустойчивость ЭВВ, за счет проектирования количественного и

качественного состава ТФ, эмульгатора и условий диспергирования эмульсионной матрицы;

– в разработке и обосновании эффективности методики точного количественного определения показателя водоустойчивости с использованием высокоэффективной ионной жидкостной хроматографии;

– впервые на основе экспериментальных исследований предложены оценочные критерии для ЭВВ повышенной водоустойчивости и их применимости для проектирования и изготовления водоустойчивых ЭВВ.

Научная новизна подтверждается тремя публикациями автора в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus, Chemical Abstracts.

Теоретическая и практическая значимость заключается:

– в разработке нового эффективного метода определения показателя водоустойчивости и использовании его для оценки и сравнения водоустойчивости ЭВВ, а также при оптимизации рецептур и технологии изготовления эмульсионной матрицы;

– в использовании результатов исследования при разработке новых нормативных и методических документов для промышленной безопасности и охраны окружающей среды в сфере обращения с ПВВ.

Практическая значимость подтверждается Актом внедрения результатов работы в Компании АО «НИТРО СИБИРЬ».

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, так как подтверждается: проведением исследований в условиях научной специализированной лаборатории на сертифицированных современных приборах и оборудовании РХТУ им. Д. И. Менделеева, а также в опытно-промышленных условиях АО «НИТРО СИБИРЬ». Заключение, выводы и рекомендации диссертации аргументированы и не противоречат современным научным представлениям и известным экспериментальным результатам.

Апробация полученных результатов проводилась на 7-ми всероссийских и международных конференциях и симпозиумах.

По теме диссертации опубликованы труды в 4-х журналах, в том числе 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus, Chemical Abstracts, в материалах 7-ми всероссийских и международных конференциях и симпозиумах.

Основные результаты и выводы диссертации полностью соответствуют поставленным задачам и подтверждены экспериментальными данными. **Диссертация** изложена логически правильно, в простом и понятном для читателя стиле с корректным использованием научных и технических терминов химической технологии, взрывного дела и горных работ. Все составляющие работы – текст, таблицы, рисунки – выполнены в виде самостоятельных завершенных объектов, которые могут быть прочтены независимо друг от друга. **Автореферат диссертации** полностью отражает содержание диссертации; оформление автореферата соответствует требованиям и стандартам.

По диссертационной работе имеются замечания и вопросы.

1. В таблице 14 (раздел 4.3, с. 97) не приведена конкретная марка эмульгатора, в таблице 16 (раздел 5.2, с. 104) – непонятно, при каком содержании ТФ в ЭНА получены экспериментальные значения?

2. Раздел 4.3 (с. 96) озаглавлен «Влияние содержания эмульгатора на водоустойчивость и некоторые физико-химические свойства ЭНА». Однако в содержании раздела по физико-химическим свойствам экспериментальных данных не приведено.

3. В разделе 4.4 автором установлено, что добавление АСДТ к ЭНА значительно снижает водоустойчивость всей композиции. Результат получен при минимальном содержании эмульгатора (12,5%) в ТФ, это ниже рекомендованного автором оптимума 25–35% (выводы по главе 4). Может быть при оптимальном содержании результат был бы более оптимистичным, приемлемым для ЭВВ с повышенной водоустойчивостью?

4. В выводах к главе 4 (с. 99–100) автор утверждает, что высокомолекулярный ПАВ обеспечивают лучшую стабильность ЭНА, а комбинирование высокомолекулярных и низкомолекулярных ПАВ позволяет добиться синергетического эффекта, значительно повышающего стабильность ЭНА. В работе приведены только эмульгаторы серии 2820.

5. Из данных рисунка 25 (с. 105), раздел 5.3, автор делает вывод о влиянии продолжительности и интенсивности диспергирования на водоустойчивость, но интенсивность не показана.

6. Как результаты исследований повлияли на совершенствование рецептуры и технологию изготовления ЭВВ (Сибирит) в компании АО «НИТРО СИБИРЬ»?

Сделанные замечания не затрагивают основных результатов и выводов и не влияют на значимость диссертационной работы.

Представленная к защите диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по совершенствованию ЭВВ в плане повышения их водоустойчивости, 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.

Рассмотренная работа на тему: «Высокоэнергетические эмульсионные промышленные взрывчатые вещества с повышенной водоустойчивостью» по актуальности, объёму исследований, научной новизне, теоретической и практической значимости удовлетворяет

требованиям к кандидатским диссертациям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утвержденным приказом и.о. ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД, а её автор, Булушев Даниил Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Официальный оппонент

доктор технических наук по
специальности 05.17.07 –
Химическая технология топлива
и высокоэнергетических
веществ, профессор, главный
эксперт по энергонасыщенным
материалам АО «ФНПЦ «Алтай»



ПЕТРОВ Евгений
Анатольевич

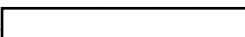
Подпись д.т.н., проф., главного эксперта по энергонасыщенным
материалам АО «ФНПЦ «Алтай» Петрова Евгения Анатольевича
удостоверяю:



Ученый секретарь
АО «ФНПЦ «Алтай», к.т.н.

ЕГОРОВА Л. Г.

Контактные данные:

Рабочий e-mail: @alex.ru

Телефон (моб.): 

Место работы: Акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Алтай»

Индекс, почтовый адрес места работы: 659322, г. Бийск Алтайского края, ул. Социалистическая, д. 1

24.11.2025