

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы докторанта PhD
специальности 6D073400 – «Химическая технология взрывчатых веществ
и пиротехнических средств»

Амир Жанибека Амирулы на тему «Пиротехнические составы для газогенераторов разрушающего воздействия на бетонные конструкции».

Диссертация посвящена разработке и исследованию новых газогенераторных составов на основе нитрата аммония и перхлората аммония с добавками горючих магния, полиэтилена, полиэтилентерефталата.

Проведены термодинамические расчеты параметров горения газогенераторных составов для определения оптимального содержания исходных компонентов пиротехнических газогенераторных составов. Проведены экспериментальные исследования процессов горения и разработаны рецептуры газогенераторных составов на основе нитрата аммония и перхлората аммония с дозвуковой скоростью горения и работоспособностью продуктов сгорания (RT). Проведены полигонные испытания разработанных газогенераторных составов для определения возможности их применение на практике.

Первая глава посвящена литературному обзору, где рассмотрены нынешнее состояние и перспективы использования высокоэнергетических композиций, рецептуры различных газогенераторов, а также применение пиросоставов для разрушения бетонов среди плотной городской застройки и добычи блочного камня.

Во второй главе приведены методологии исследования, включающие использование программ «TDS» для расчетов, а также физико-химические и технические методы исследования, методики определения температур, давления и скорости.

В третьей главе разработаны газогенераторные составы на основе нитрата аммония, применяемые для разрушения бетонных конструкции средней прочности. Решены TV, NP - задачи методом экстремума характеристических функций, заложенным в программный комплекс TDS для определения оптимального количества исходных компонентов состава.

В четвертой главе разработаны газогенераторные составы на основе перхлората аммония, применяемые для разрушения прочных бетонных конструкции. Методом ТГ-ДСК было показано, что при температуре 279,9 °С, 372,3 °С НА и ПХА хорошо окисляют ПЭ, что говорит о возможности их использования в паре. Методами РФА, газовой хроматографии были идентифицированы продукты горения составов.

В пятой главе были изучены физико-механические характеристики для составов на основе НА, ПХА. Установлено, что при прямом и скользящем ударах по испытуемым образцам, температура их нагрева не достигает

температуры воспламенения, расчетная безопасная энергия удара для разработанных систем составила, не менее 9,8 Дж, что подтверждает недостаточность энергии удара равной 49 Дж. Все образцы на основе НА, ПХА после выдержки под воздействием в течение двух часов температур от -40 до +40 С° подтвердили свою работоспособность.

В шестой главе составы на основе НА, ПХА были апробированы на эффективность в полигоне ЭСЦВМ (г. Усть-Каменогорск). Доказано, что данные составы могут быть применены для разрушения бетонных конструкции разной прочности в суровых климатических условиях до -40 С°. Теоретически и экспериментально было подтверждено, что ядовитые газы такие как монооксид углерода, окислы азота, хлор имеют предельно допустимые концентрации.

Актуальность темы исследования. Бетон и железобетон широко применяют во всех странах для возведения самых разнообразных объектов. В ближайшее время эти материалы останутся наиболее используемыми во всех областях строительства. Достаточно часто появляется необходимость демонтажа железобетонных конструкций. На данный момент наиболее распространенным методом разрушения железобетонных конструкций является дробление при помощи отбойных молотков и гидромолотков. Существуют также и альтернативные способы разрушения, это подрыв заряда взрывчатого вещества, электроимпульсное разрушение, ударное разрушение и ряд других. Но бывают случаи, когда традиционные технологии разрушения бетона неприменимы или слишком трудоемки. Например, работы в помещении действующего производства, в районе плотной застройки, в подвальных и заглубленных помещениях, при соседстве кабелей, водоводов, теплосетей и иных коммуникаций.

Накопленные экспериментальные данные позволяют выделить методы, с помощью которых можно воздействовать не только на группы характеристик горения ПС, но и на отдельные свойства. Несмотря на значимость рассматриваемого вопроса, до настоящего времени практически не изучены закономерности влияния концентрации и свойств компонентов на комплекс характеристик многокомпонентных ПС и их продуктов горения.

В связи с этим научно-техническое обоснование и разработка новых газогенераторных составов путем изучения физико-химических свойств компонентов является актуальной задачей.

Цель исследования

Целью настоящей диссертационной работы является разработка и исследование новых, эффективных газогенераторных пиротехнических составов на основе разных окислителей, работающие в критических климатических условиях, которые могут быть применены при разрушении бетонных конструкции, добыче блочного камня, с минимизацией удельных затрат и повышением безопасности труда.

Задачи исследования:

1. Выполнение термодинамического моделирования с применением компьютерного кода программы TDS параметров горения газогенераторных составов для определения оптимального содержания исходных компонентов;
2. Проведение экспериментальных исследований процессов горения газогенераторных составов на основе нитрата аммония и перхлората аммония с дозвуковой скоростью горения и работоспособностью;
3. Исследовать физико-механические характеристики пиротехнических систем на основе нитрата аммония, перхлората аммония;
4. Апробировать разработанные газогенераторные составы на испытательном полигоне «ЭСЦВМ».

Методы исследования

При решении задач, необходимых для достижения поставленных целей, использовались следующие методы исследования: термодинамический расчет с использованием программы TDS, термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, линейный метод определения скорости горения, метод определения времени задержки зажигания, рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, метод определения температуры горения, полигонные исследования, хроматографический анализ для определения состава газообразных продуктов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Разработка энергоёмких составов на основе нитрата аммония, разрушающие бетонные блоки средней прочности. Состав №1: NH_4NO_3 – 70%, ПЭ – 20%, Mg – 10%, характеризующийся температурой горения 1890 °С, скоростью горения 1,4 мм/с, работоспособностью 660 кДж/кг, $Q_{\text{сгор}}=2740$ кДж;
2. Термодинамическое моделирование и результаты экспериментов параметров горения для пиротехнической системы на основе перхлората аммония, разрушающие прочные бетонные блоки. Состав №2: NH_4ClO_4 – 85%, ПЭ – 10%, Mg – 5%, характеризующийся температурой горения 2425 °С, скоростью горения 1,6 мм/с, работоспособностью 1024 кДж/кг, $Q_{\text{сгор}}=3438$ кДж;
3. Эксперименты на отказ / взрыв при прямом (не менее 100 мм, не более 500 мм) и скользящем ударе (не менее 200 МПа, не более 680 МПа) систем на основе нитрата аммония, перхлората аммония. Исследования термической стабильности показали безотказную работоспособность в критических климатических условиях в интервале температур -40 °С – +40. °С.
4. Результаты апробации пилотных испытаний на полигоне в ЭСЦВМ (г. Усть-Каменогорск), свидетельствуют об эффективности составов на основе НА, ПХА. Экспериментально доказано, работоспособность составов на основе НА, ПХА, которые можно применять для разрушения бетонных конструкций, добычи блочного камня.

Научная новизна полученных результатов данной работы состоит в разработке новых пиротехнических газогенерирующих составов, которые характеризуется следующими аспектами:

1. Разработкой новых рецептов газогенерирующих составов на основе нитрата аммония (NH_4NO_3 – 70%, ПЭ – 20%, Mg – 10%), перхлората аммония

(NH_4ClO_4 – 85%, ПЭ – 10%, Mg – 5%) с высокой скоростью горения 1,4-1,6 мм/с и температурой 1890-2425 °С;

2. Дано теоретическое обоснование повышения эффективности разрушения бетонных конструкций с помощью пиротехнических составов;

3. Модифицирование классических газогенераторов магнием, с исследованием влияния рецептурных факторов на энергетические характеристики;

4. Экспериментально определены параметры чувствительности составов на основе НА, ПХА на прямой и скользящий удар с энергией не менее 9,8 Дж, что доказывает безопасность труда. Термически стабильны, работающие в критических климатических условиях в интервале температур -40 °С – +40 °С;

5. Обоснована возможность применения энергоёмких составов для разрушения бетона и дано математическое моделирование параметров горения составов на основе НА, ПХА.

Эти газогенерирующие составы, могут быть использованы не только для разрушения искусственных объектов, а также для добычи блочного камня в критических климатических условиях.

Практическая значимость полученных результатов

Расчетные и экспериментальные данные по определению влияния физико-химических свойств компонентов на основные характеристики ПС могут быть использованы для разработки новых и повышения эффективности существующих пиротехнических составов, предназначенных для применения в качестве рабочего тела в устройствах активного воздействия на искусственные бетонные конструкции.

При применении низкоплотных газогенерирующих составов полностью исключается образование вредных, ядовитых газов бризантное действие взрыва, выражающееся в образовании сейсмо, ударных воздушных волн и разлет отдельных фрагментов блоков. В связи с этим, в данной работе были разработаны газогенераторные составы на основе нитрата аммония и перхлората аммония, работающие в режиме горения и практически исключают бризантное действие взрыва, проявляющегося в виде СВВ и УВВ, а также в виде разлета мелких фрагментов.

Разработанные газогенераторные составы имеют высокие энергетические характеристики и могут быть применены для разрушения искусственных объектов и для добычи блочного камня. Получена интегрированная разработка технологий производства газогенераторных составов, а также апробированная научно-технологическая база для решения ряда практических задач для целевых потребителей.

Апробация работы

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на различных международных, зарубежных конференциях:

1. V международная научная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии – ЛаПлаз 2019» (Москва, Россия, 12-15 февраля, 2019);

2. IV международная научная конференция «Химическая физика и наноматериалы» (Алматы, Казахстан, 19 апреля, 2019);

3. IV международная научная конференция «Химические проблемы современности» (Донецк, Украина, 19-21 мая 2020);

4. VI международная научная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии – ЛаПлаз 2020» (Москва, Россия, 11-14 февраля, 2020);

5. VII международная научная конференция «Лазерные, плазменные исследования и технологии – ЛаПлаз 2021» (Москва, Россия, 23-26 марта, 2021);

6. V международная научная конференция «Химические проблемы современности» (Донецк, Украина, 18-20 мая, 2021);

7. XIII Международный Симпозиум «Химическая физика, материаловедение, наноматериалы» (20-21 Декабря, 2022 г. Алматы, Казахстан).

Публикации. Результаты диссертационной работы были опубликованы в 23 печатных работах, из них 8 статей, входящие в базу данных Scopus, 5 статей были опубликованы в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки РК, 10 статей в сборниках международных и зарубежных конференции и симпозиумов, 1 авторское свидетельство (№ 17250 от «5» мая 2021 года).

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 102 страницах и включает 58 рисунков и 19 таблиц. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, результатов и их обсуждения, заключения и списка использованных источников из 108 наименования.

Личный вклад автора заключается в постановке и проведении экспериментов, определении методов анализа и путей решения поставленных практических и теоретических задач, обобщении и интерпретации полученных результатов, написании статей и отчетов.