АННОТАЦИЯ

к диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D073400 – Химическая технология взрывчатых веществ и пиротехнических средств»
Пустовалова Игоря Анатольевича
«Физико-химические основы и технологические принципы идентификации промышленных взрывчатых смесей»

Актуальность темы диссертационного исследования

Недостаточная степень контроля за оборотом промышленных взрывчатых веществ приводит к постоянно нарастающему незаконному использованию промышленных взрывчатых веществ для криминальных и террористических целей.

В настоящее время, наиболее популярные требования по контролю оборота промышленных взрывчатых веществ являются лицензирование, разрешение или иные аналогичные требования в отношении их хранения, использования, перевозки, купли продажи и других видов коммерческой деятельности. Данные требования в полной мере не обеспечивают полноценный контроль, исходя из того, что «преступные элементы», как правило, приобретают взрывчатые вещества из наиболее легко доступных и наименее рискованных источников, областями, вызывающими очевидную озабоченность, являются кража или утечка законных запасов промышленных взрывчатых веществ на этапах их производства, транспортирования, хранения и использования.

Таким образом, актуальной является задача обеспечить возможность маркирования (мечения) промышленных взрывчатых веществ на стадии их производства скрытыми маркирующими добавками, что позволит идентифицировать с помощью технических средств саму продукцию – как взрывчатое вещество и установить марку обнаруженного взрывчатого вещества, производителя и другие необходимые сведения.

Цель и задачи исследования

Целью настоящей диссертационной работы является разработка химических композиций для использования их в качестве маркирующих добавок промышленных взрывчатых веществ, пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов. Разработка методов зашифровки информации в микроносителе, введение микроносителя в состав смесевых взрывчатых веществ и промышленных пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов с различной структурой и последующая идентификация качественными и количественными методами анализа.

Для достижения цели в диссертационной работе были поставлены следующие задачи:

1. Исследования химических составов на основе полиметилсилоксанов для определения их маркирующий свойств;

2. Разработка маркирующих композиций на основе смесей 1,4-бис(1,3,5-триметилфениламино) антрахинона, нигрозина, 4-диэтиламиноазобензола и 5-гидрокси-3-метил-4(2,4-диметилфенилазо)-1-фенилпиразола, обладающих особыми маркирующими свойствами, который позволит визуализировать взрывчатое вещество и установить необходимую идентификационную информацию;

3. Апробация маркирующими добавками промышленных смесевых взрывчатых веществ в производственных условиях Казахстанских предприятий;

4. Идентификация взрывчатых веществ и пиротехнических составов, содержащих в своем составе маркирующие химические добавки, методами хроматографического анализа, рентген– и масс-спектроскопии, а так же сканирующей микроскопии и определение наиболее точных и эффективных физико–химических методов идентификации промышленных взрывчатых веществ, газогенерирующих составов (в том числе замедлительных составов);

5. Проведение лабораторных и полигонных исследований критериев безопасности взрывчатых веществ и пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов, содержащих маркирующие добавки.

Объект исследования

Объектом исследования являются смесевые промышленные взрывчатые вещества и пиротехнические (газогенерирующие, замедлительные) составы, содержащие в своем составе нитраты аммония и натрия, перхлорат натрия, моногидраты, диамид тиоугольной кислоты, парафины, ацетатный буферный раствор, алюминиевый порошок, нитрит натрия, в том числе обладающие повышенной чувствительностью к внешним воздействиям.

Предмет исследования

Предметом исследования являются основные закономерности процессов мечения органическими веществами взрывчатых веществ и пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов на основе нитрата аммония, жидких нефтепродуктов, энергоемких металлов и эмульсионных дисперсий, а также принципы физико-химических методов последующей идентификации маркирующей композиции в составе смесевых взрывчатых веществ.

Теоретическая и методологическая база исследования

Теоретической и методологической базой исследования послужили основные положения концепции национальных инновационных систем. В основу диссертационного исследования легли труды зарубежных и отечественных ученых и исследователей. В диссертации были использованы нормативно-правовые акты Республики Казахстан и Евразийской экономической комиссии, касающиеся оборота промышленных взрывчатых

веществ и пиротехнических составов, а также программные документы и методологические разработки международных организаций.

Диссертационное исследование проводилось на основе следующих методов исследования: сканирующая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, хроматографический анализ, ИК-спектроскопия, метод определения температуры горения, термогравиметрический анализ, физико-механические методы разрушающего контроля.

Информационная база исследования

Информационной базой диссертационного исследования послужили статистические данные Евразийской экономической комиссии, Совета по взрывному делу при Комитете индустриального развития и промышленной безопасности МИИР РК, Международной организации гражданской авиации ICAO, Организации объединенных наций, Антитеррористического центра КНБ РК, отчеты Международных и местных ассоциаций в области взрывного дела, экспертные оценки более 10 исследователей по профилю диссертации, а также материалы научно-практических конференций, периодической печати и ресурсы сети Интернет.

Научная новизна

В диссертационной работе были впервые получены следующие результаты:

- получены комбинированные составы маркеров полиметилсилоксанов, идентифицируемые во взрывчатом составе методами фиксации длин волн в видимой и УФ областях спектра.
- установлены основные условия равномерного распределения маркирующих химических добавок от 0,01 до 0,1% в составе многокомпонентных взрывчатых смесей промышленного назначения;
- разработана маркирующая композиция на основе органических соединений, которая позволяет визуально идентифицировать вещество как взрывчатое и при помощи физико-химических методов анализа установить информацию о его происхождении;
- впервые, в производственных условиях, без изменения условий технологического процесса, было проведено скрытое маркирование (мечение) многокомпонентных взрывчатых смесей промышленного назначения, обладающих повышенной чувствительностью к внешним воздействиям;
- разработаны эффективные методы идентификации промышленных взрывчатых веществ и пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов, замаркированных органическими веществами, основанные на интенсивности их поглощении при различных концентрациях и оптической плотности.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Маркирующую композицию, содержащую информацию о взрывчатом веществе, возможно идентифицировать методами газожидкостной хроматографии, инфракрасной спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа как в составе готовых смесевых взрывчатых веществ и пиротехнических составов, так и на фрагментах, оставшихся на месте взрыва.

2. Использование красителей C32H30N2O2, C18H18N4O, C29H24N6 и C16H19N3 в качестве маркирующей композиции для смесевых взрывчатых веществ позволяет однозначно идентифицировать эти вещества как взрывчатые с использованием методов хроматографии и спектроскопии.

3. Маркирующие композиции на основе полиметилсилоксановых жидкостей РМХ-200, ПМС-10 и жирорастворимых красителей C32H30N2O2, C18H18N4O, C29H24N6, C16H19N3 возможно вводить в составы смесевых взрывчатых веществ, при разных методах их приготовления, без нарушения технологических процессов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

В диссертационной работе представлены научно обоснованные критерии, определяющие выбор химических составов, обладающих маркирующими свойствами, установлены методы введения маркирующих добавок в составы взрывчатых веществ и последующей их идентификации, подтверждено отсутствие негативного влияния маркирующих добавок на эксплуатационные характеристики взрывчатых веществ и пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов, в том числе в части их безопасного использования.

Разработана технология введения маркирующих добавок в составы многокомпонентных взрывчатых веществ без нарушения технологического процесса их изготовления.

Разработанные маркирующие добавки не оказывают негативного воздействия на потребительские свойства взрывчатых и пиротехнических (газогенерирующих, замедлительных) составов, в том числе в части их безопасного использования и имеют жизненный цикл, превышающий сроки годности взрывчатых составов на основе аммиачной селитры, жидкого горючего и эмульсионных композиций.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами

Тема диссертационной работы «Физико-химические основы и технологические принципы идентификации промышленных взрывчатых смесей», выполнена в рамках требований Статьи 4 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» (ТР ТС 028/2012), утвержденного решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 25 декабря 2012 г. № 297.

Апробация результатов исследования

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

- «XV Всероссийская с международным участием школа семинар по структурной макрокинетике для молодых ученых имени академика Л.Г. Мержанова» (Черноголовка, Россия, 22-24 ноября, 2017);
- Конференция «26th ICDERS» (Бостон, США, 30 июля - 4 августа, 2017);
- X Международный симпозиум «Физика и химия углеродных и наноэнергетических материалов» (Алматы, Казахстан, 12-14 сентября, 2018);
- «Международная конференция Carbon 2019» (Лексингтон, штат Кентукки, США 14-19 июля 2019 года).

Публикация результатов исследования

Основные итоги диссертационной работы были опубликованы в 15 печатных работах, из них 7 статей, входящие в базу данных Scopus, 3 публикации были опубликованы в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки РК, 5 – в сборниках международных симпозиумов и зарубежных конференций, получен инновационный патент и авторское свидетельство.

Структура и объем диссертации

Структура диссертационной работы отражает логику, порядок исследования и алгоритм решения поставленных задач. Диссертация состоит из содержания, обозначений и сокращений, введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и двух приложений.

Диссертационная работа изложена на 123 страницах и включает 65 рисунков и 27 таблиц. Работа состоит из введения, обзора литературы, описания объектов и методов исследования, результатов и их обсуждения, заключения и списка использованных источников из 121 наименования.