

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073100– «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Сапаргалиева Баян Оралхановна

Исследование процесса получения пожаро – взрывоподавляющих порошковых составов на основе промышленных отходов

Актуальность работы. Одним из приоритетных направлений безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды является создание модифицированных пожаро-взрывоподавляющих порошковых составов с применением техногенных отходов различных производств. Их применение делает возможным повторное использование некондиционных (просроченных) огнетушащих составов возможно в качестве веществ, замедляющих процессы взрыва и горения материалов.

Пожаро-взрывоподавляющие порошки по окончании срока годности подлежат регенерации или утилизации. Для процедуры регенерации, т.е. возобновления пожаротушащих свойств порошка, он отправляется на завод-производитель для восстановления его свойств и характеристик. Это позволяет модифицировать свойства порошка и выпускать усовершенствованный продукт. При этом вносится весомый вклад в развитие системы рационального использования природных ресурсов, утилизации отходов производства, сохранения экологической обстановки местности, а также предотвращения чрезвычайных и аварийных ситуаций на промышленных отвалах.

Комплексное и рациональное использование вторичных материально-сырьевых ресурсов и отходов различных производств должно занимать определенное место в сырьевом балансе промышленности и предупреждении чрезвычайных ситуаций. К настоящему времени доля их использования составляет около 3-5%, вместо расчетных показателей 25-30% от объема сырья. Поэтому, в период индустриально-инновационного развития, вопросы рационального и комплексного использования техногенных отходов имеют важное практическое значение.

Несмотря на то, что важность повторного использования продуктов неоднократно отмечалась как в законодательстве, так и в научных кругах, на данный момент нет комплексных и систематических методов оценки и повторного использования огнетушащих порошков с экологической точки зрения. Более того, определения повторного использования, применяемые в научной литературе и законодательстве, не всегда совпадают. В данной работе представлена классификация различных видов повторного использования, включая некоторые предлагаемые определения. Основное внимание уделяется вопросам восстановления и типам повторного использования, при которых использованный порошок (или его компоненты), по крайней мере, восстанавливает первоначальный уровень производительности. В работе описывается разработка метода оценки жизненного цикла. Помимо этого,

используются различные численно-аналитические программные средства, которые помогают моделировать процессы создания и апробации полученных смесей, в частности, такие программные продукты, как MATLAB. В перспективе, будут исследованы потенциальные экологические выгоды восстановления пожаро-взрывоподавляющих порошков. Упомянутый метод включает в себя несколько новых аспектов: он позволяет проводить анализ возможных компромиссов между потенциальными воздействиями и энергоэффективностью; независимо моделировать некоторые параметры, которые влияют на повторное использование продукта; метод применим даже на ранних этапах процесса модернизации, когда некоторые технические характеристики, возможно, еще не были определены. Воздействие на окружающую среду этапов жизненного цикла продукта используется в качестве входных параметров для оценки.

Решение вопросов защиты окружающей среды и предотвращения нарушения ландшафта местности, как указано выше, приводит к необходимости применения альтернативных подручных сырьевых материалов из промышленных отходов для предупреждения чрезвычайных и аварийных ситуаций. В то же время, на предприятиях фосфорной и угледобывающей индустрии накопились миллионы тонн производственных отходов в виде электротермофосфорных шлаков, фосфогипса и внутренних вскрышных пород, позволяющие решить проблему рационального использования материальных ресурсов и экологической ситуации в промышленных регионах.

Важность рационального и комплексного применения сырьевых материалов в предупреждении чрезвычайных и аварийных ситуаций подтверждается следующими факторами:

- совершенствование методологии определения и прогнозирования пожаро-взрывоподавляющей эффективности пламегасящих порошковых составов, используя математическое и компьютерное моделирование MATLAB;

- исследование параметров некондиционных (просроченных) огнетушащих порошков и возможности их дальнейшего использования;

- исследование флегматизирующих свойств отходов промышленности, как для разработки новых эффективных пламегасящих составов, так и для продления срока службы некондиционных порошков.

- решение вопросов защиты окружающей среды путем утилизации отходов различных производств и промышленности для освобождения выделенных под отвалы посевных земельных угодий;

- исключение вредного воздействия выбросов различных отходных элементов в окружающую среду.

Все указанное является актуальной задачей в направлении обеспечения безопасности и жизнедеятельности людей, предупреждения чрезвычайных и аварийных ситуаций на местах возгорания и пожаров. К тому же, отходы производств хорошо зарекомендовали себя в получении усовершенствованных пожаро-взрывоподавляющих порошков, остро необходимых при пожаротушении.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются вопросы применения пылевидных отходов производств и стандартных

огнетушащих порошков с истекшим сроком годности с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях от пожаров различных классов.

Предметом исследований являются состав и несложные технологии изготовления новых пожаро-взрывоподавляющих порошков из отходов фосфорного производства и просроченных огнетушащих порошков, а также их эколого-экономическая эффективность. Помимо этого, на основе предлагаемых компьютерно-математических моделей возможно дальнейшее исследование и моделирование процессов смешивания и распространения пламени с использованием полученных моделей.

Научная новизна:

- выявлена пригодность использования отходов фосфорного производства и огнетушащих порошков с истекшим сроком годности в качестве пожаро-взрывоподавляющих средств;
- использована математическая и компьютерная модель MATLAB для получения пожаро-взрывоподавляющего порошка с использованием огнетушащих составов (в качестве основного компонента выбран просроченный порошок П-2АП, сохранивший основные эксплуатационные свойства) и не востребованных пылевидных отходов фосфогипса и электротермофосфорного шлака, которые обеспечивают достаточно высокие эксплуатационные свойства составов при весьма незначительной стоимости;
- разработан состав пожаро-взрывоподавляющего порошка из смеси со следующими соотношениями: состав № 1 - огнетушащий порошковый состав на основе просроченного порошка П-2АП (73-74,5%) + фосфогипс (27-25,5%) и состав № 2 - огнетушащий порошковый состав на основе просроченного порошка П-2АП (54-57%) + электротермофосфорный шлак (46-43%).

Практическая значимость:

- использована методология (MATLAB) для изготовления составов из отходов производств, позволяющая улучшить экологическое состояние промышленных регионов в РК;
- показана пригодность использования отходов фосфорного производства и огнетушащих порошков с просроченным сроком годности в качестве пожаро-взрывоподавляющих средств, что обеспечит безопасность жизнедеятельности и предупреждение чрезвычайных и аварийных ситуаций;
- разработан композиционный порошковый состав на основе просроченных типовых огнетушащих порошков и дисперсных отходов фосфогипса и электротермофосфорного шлака;
- получены четыре международных авторских свидетельства по математическому и компьютерному моделированию затухания пламени в узких каналах, методике определения эндотермических свойств порошковых материалов методом дифференциально-термографического анализа, по получению пожаро-взрывоподавляющего состава на основе электротермофосфорного шлака и фосфогипса, расчету концентрационных пределов распространения пламени аэрозвешенных пылей при воздействии определенных огнетушащих порошков;

- снижение стоимости пожаро-взрывоподавляющих составов многоцелевого назначения достигается применением отходов фосфорного производства и просроченного порошка;

- использование отходов различных производств при пожаротушении, как одного из эффективных мероприятий, направленных на обеспечение защиты окружающей среды и сохранения природных материальных ресурсов, флоры и фауны;

- результаты диссертационной работы рекомендованы для внедрения в учебный процесс для подготовки бакалавров и магистрантов по специальности «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» в Южно-Казахстанском государственном университете имени М. Ауэзова: 1) «Теоретические основы пожарной безопасности» – 6 кредитов; 2) «Научные основы пожарной безопасности» – 6 кредитов; и компоненты по выбору: 3) «Теория горения и взрыва» – 7 кредитов, 4) «Пожарная безопасность общественных и жилых зданий» - 5 кредитов.

Реализация работы. Результаты исследования апробированы в организации ТОО «Алматы Жолдары» при разработке пожаро-взрывоподавляющих порошковых составов на основе электротермофосфорных шлаков, фосфогипса и просроченных порошковых составов.

Достоверность результатов исследований. Достоверность результатов исследований подтверждается:

- применением современных методов, приборов и оборудования по определению физико-химических свойств исходных материалов и конечной продукции в лабораторных, опытных условиях, объёмом экспериментальных исследований и согласованностью результатов опытов у однотипных проб;

- использованием методов математического и компьютерного моделирования для обработки экспериментальных данных математической модели горения и затухания пламени в узком канале;

- лабораторными экспериментами с погрешностью не более 5% при степени корреляции 95%;

- испытанием исследуемых образцов в полевых условиях;

- обоснованием результатов при исследовании структурообразования в исследуемых материалах и актами внедрения в производство;

- соответствием полученных графических и численных результатов физике и механике процессов горения в определенных условиях, сравнением эмпирических и численных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- способ, технология приготовления и пожаро-взрывоподавляющие свойства порошка определяются величиной поглощенной энергии в процессах разложения и испарения вещества, интенсивностью и шириной диапазона охлаждения зоны пламени;

- приемлемая оценка энергоемкости порошка достигается теоретическим методом расчета по тепловым эффектам процессов тления и диссоциации порошка;

- результаты исследований структурообразования в процессе разработки смесей на основе фосфорных отходов достигается добавкой просроченных серийных порошков, сохранивших свою огнетушащую способность в объеме

54-74,5%; при этом существенно снижается стоимость и увеличивается температурный диапазон действия порошка;

- компьютерно-математические модели расчета процесса смешивания порошков в различных процентных соотношениях, моделирования распространения и затухания пламени в узких каналах при определенных допущениях;

эколого-экономические расчеты снижения расхода природных ресурсов на изготовление новых пожаро-взрывоподавляющих порошковых составов, с применением отходов фосфорной промышленности.

Связь с планом научно-исследовательских работ. Работа выполнена в соответствии с планом НИР Южно-Казахстанского государственного университета имени М. Ауэзова Б-16-04-03 «Исследования по разработке и созданию инновационных технологий термохимического обогащения и получения промышленно и экологически безопасных минеральных удобрений и солей из природного сырья и техногенных отходов различных производств».

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на Международных научных конференциях: «INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND ENGINEERING» (Шымкент, Республика Казахстан), «iScience-Актуальные научные исследования в современном мире», «Вестник» (Алматы, Казахстан), "iScience - MODERN SCIENTIFIC CHALLENGES AND TRENDS» (Варшава, Польша), «Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан» (Алматы, Казахстан), «Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе» (Алматы, Казахстан), V International Conference «ICITE -Industrial Technologies and Engineering» (Шымкент, Республика Казахстан), WASTE-IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development" (Санкт-Петербург, Россия), «ASTESJ - Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, Special Issue on Advancement in Engineering and Computer Science» (США).

Личный вклад автора состоит в:

- подборе и разработке пожаро-взрывоподавляющего состава из фосфогипса и внутренних вскрышных пород с применением отходов различных производств, подавляющего горение и пожары различных классов в чрезвычайных и аварийных ситуациях;

- подборе состава материалов для получения пожаро-взрывоподавляющего состава из отходов фосфорного производства;

- физико-химическом, ИК спектральном и рентгенофазовом анализе пожаро-взрывоподавляющих материалов;

- проведении теоретических и экспериментальных исследований эндотермической эффективности просроченных порошков и опытных испытаний по разработке композиций пожаро-взрывоподавляющих материалов для повышения эффективности огнетушащих свойств, позволяющих предупредить и устранить чрезвычайные и аварийные ситуации;

- представлении наиболее детальной классификации флегматизаторов горения и взрыва по механизмам их действия;

- разработке методики, позволяющей с достаточной надежностью определить эффективность замены природных ресурсов на отходы различных

производств и просроченных стандартных порошковых составов и рациональное соотношение компонентов в многоцелевых пожаро-взрывоподавляющих смесях.

Публикации. Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 16 научных работах, из них 2 статьи в журнале, входящем в базу данных Scopus / WebofScience (ThomsonReuters), 4 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 4 тезиса в материалах международных конференций, 2 тезиса в материалах зарубежных конференций.

По тематике диссертационного исследования в международных депозитариях зарегистрированы 4 (четыре) авторских свидетельства на произведения науки: Методика определения эндотермических свойств порошковых материалов № ЕС-01-001629 от 28.03.2018 г. (г.Берлин, Германия), Математическое и компьютерное моделирование затухания пламени в узких каналах № ЕС-01-001884 от 15.08.2018 г. (г.Берлин, Германия), Получение пожаро-взрывоподавляющего состава на основе электротермофосфорного шлака и фосфогипса № ЕС-01-002539 от 04.11.2019 г. (г.Берлин, Германия), Расчет концентрационных пределов распространения пламени аэрозвешенных пылей при воздействии определенных огнетушащих порошков № ЕС-01-002540 от 04.11.2019 г. (г.Берлин, Германия).

Структура и объем диссертации. Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из пяти разделов, основных выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений. Основное содержание данной работы изложено на 166 страницах и включает 72 рисунка и 46 таблиц.