
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

К ВОПРОСУ О СОСТАВАХ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ ОГNETУШАЩЕГО АЭРОЗОЛЯ

**А.П. Решетов, кандидат технических наук, доцент;
Д.В. Косенко, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены сравнительные характеристики некоторых составов для генераторов огнетушащего аэрозоля, их огнетушащая эффективность. Предложены составы для получения огнетушащего аэрозоля с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: генератор огнетушащего аэрозоля, аэрозолеобразующий состав, огнетушащая эффективность

THE QUESTION OF COMPOSITIONS FOR FIRE-EXTINGUISHING AEROSOL GENERATORS

A.P. Reshetov; D.V. Kosenko.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Deals with comparative analysis of some formulations of fire-extinguishing aerosol generators, their fire extinguishing effectiveness. The proposed compositions for obtaining aerosol fire extinguishing with improved characteristics.

Keywords: fire-extinguishing aerosol generator, aerosol forming composition, fire-extinguishing efficiency

Проблема обеспечения пожарной безопасности объектов различного назначения является весьма актуальной. Успешное ее решение во многом связано с созданием и использованием новых экологически безопасных и высокоэффективных огнетушащих веществ, которые могут быть применены в начальный период возникновения пожара.

Эффективность тушения загораний во многом определяется интервалом времени между моментом их возникновения и началом тушения. Для ликвидации пожара в начальной стадии, до прибытия пожарных подразделений, предназначены стационарные и переносные установки пожаротушения.

В последнее время одним из перспективных направлений в этой области признано применение модульного аэрозольного тушения пожаров.

Сама идея не нова. Еще в 1715 г. Аугсбургский гражданин Захарий Грейль создал огнетушитель: деревянная бочка, заполненная водой, с пороховым зарядом внутри. В 1770 г. полковник Рот в Эсслингене потушил горящий магазин, взорвав бочку, наполненную квасцами и порохом. В 20–30 гг. прошлого столетия появился «Пожарогас Шефтале»,

представляющий собой шестигранную коробку с центральным пороховым зарядом, заполненную содой, сульфатом аммония, квасцами и асбестовыми оческами [1].

Однако они не нашли тогда широкого применения, в частности, из-за низкой эффективности их применения в негерметичных помещениях.

Принято считать, что самое эффективное огнетушащее вещество – это хладоны.

Вследствие запрета применения хладонов из-за их озоноразрушающего действия работы по поиску эффективных огнетушащих составов, альтернативных хладагентам, оживились в восьмидесятых годах прошлого столетия.

Как известно, в марте 1985 г. была принята Венская конвенция об охране озонового слоя, а в сентябре 1987 г. – Монреальский протокол, предусматривающий полное прекращение производства развитыми странами озonoактивных хладонов к 1 января 1996 г. и бромсодержащих хладонов к 1 января 1994 г. Развивающимся странам была предоставлена десятилетняя отсрочка [2, 3].

Новое развитие средств аэрозольного пожаротушения на базе современного состояния науки о порохах, твердых ракетных топливах и пиротехнических составах началось в результате работ, выполненных в период с 1980 по 1990 гг. во ВНИИПО совместно со специализированными предприятиями оборонного комплекса: НИИПХ (г. Сергиев Посад), СКТБ «Технолог» (Санкт-Петербург). Руководил этими работами на начальном этапе доктор технических наук А.Н. Баратов. Впоследствии к этим работам подключились НПО «Союз» (г. Дзержинский, Московской обл.), НИИПМ (г. Пермь), ОАО «Гранит-Саламандра» (г. Москва) и другие фирмы.

На сегодняшний день существует довольно большое количество составов для аэрозольного тушения пожаров.

Как было отмечено выше, первые аэрозольные огнетушащие составы (АОС) в основном содержали черный (дымный) порох, который изобрели в Китае более тысячи лет назад с целью использования его в простейших ракетах и шутихах. Формула черного пороха, по-существу, не претерпела изменений на протяжении веков (смесь нитрата калия, древесного угля и серы).

В аэрозольных составах в качестве окислителя обычно применяют хлораты, перхлораты и селитры, а в качестве горючего – серу, уголь, полимерные смолы. При их сгорании образуются смеси газов, паров и высокодисперсного аэрозоля.

Так, например, в экспериментах, проведенных в камере объемом $0,25 \text{ м}^3$ [4], удельный расход состава на основе калиевой селитры, серы и угля составил $72\text{--}80 \text{ г/м}^3$ – на тушение ацетона и $60\text{--}76 \text{ г/м}^3$ – для метилметакрилата. Удельный расход состава из нитроклетчатки и бихромата калия, определенный в камере объемом $0,15 \text{ м}^3$ [5], составил 40 г/м^3 при тушении различных горючих жидкостей.

Аэрозолеобразующий состав [6] содержит следующие компоненты, мас. %:

- углеводородное горючее – связующее – $13,5\text{--}20,0$;
- окислитель (хлорноокислый или азотноокислый калий или их смесь) – $70,0\text{--}82,0$;
- специальные добавки (в том числе катализатор горения – оксид меди) – $5,0\text{--}10,0$.

АОС содержат горючие связующие (фенолформальдегидные или эпоксидные смолы), окислители (нитраты и перхлораты калия или натрия) и газифицирующие добавки (дицианамид, бензоаты и др.), а также энергетические добавки (порошок магния), использование которых приводит к повышению температуры горения АОС и выходящего аэрозоля [7–9].

АОС, описанный в работе [10], состоящий из следующих компонентов, мас. %: нитрат калия – $45,0\text{--}75,0$; углерод – $4,0\text{--}11,0$; централит и/или дифениламин – $0,5\text{--}2,0$; промышленное или приборное масло – $0,5\text{--}2,5$; стеарат цинка и/или натрия, или их смесь с сульфорицинатом и желатином – $0,02\text{--}0,5$; катализатор и/или ингибитор горения пластифицированное производное целлюлозы или смесь его с дополнительным связующим – остальное. В качестве катализатора горения АОС содержит соединения, выбранные из ряда, включающего оксиды металлов переменной валентности или металлов II группы (оксиды железа, меди, никеля,

кобальта, марганца, хрома и цинка, или их смеси), их органические или неорганические соединения, или их смеси (салицилаты, фталаты, ацетилацетонаты или оксалаты меди, никеля, кобальта, железа, марганца, цинка или кальция; карбонаты этих металлов, за исключением карбоната кальция).

Аэрозолеобразующий состав [11] включает (мас. %): нитрат калия 45–75; углерод 4–11; централит и/или дифениламин 0,5–2,0; промышленное или приборное масло 0,5–2,5; стеарат цинка и/или стеарат натрия или смесь солей с сульфорицинатом и желатином 0,02–0,5; катализатор и/или ингибитор горения 0,5–20,0; пластифицированное производное целлюлозы или смесь его с дополнительным связующим – остальное.

Практически все существующие в настоящее время устройства генерируют аэрозоли в виде взвеси токсичных оксидов щелочных металлов, а в газообразных продуктах кроме азота и углекислого газа содержатся продукты неполного окисления горючих в виде угарного газа, аммиака, цианидов и оксиды азота. Оксиды щелочных металлов во влажной атмосфере легко гидролизуются, а образующиеся щелочи наносят ущерб оборудованию. Поэтому перед запуском существующих модулей обслуживающий персонал должен быть выведен из помещения. Кроме этого, работа модулей без охладителя характеризуется наличием значительного пламени, а при использовании охладителя резко снижается огнетушащая способность аэрозоля и возрастает его токсичность. Это сдерживает широкое внедрение высокоэффективных аэрозольных систем в практику пожаротушения.

Основной характеристикой АОС является его огнетушащая эффективность – это минимальная масса АОС, которая обеспечивает тушение огня в 1 м³ объема.

В настоящей работе приводятся результаты исследований по разработке композиций для высокотемпературного синтеза огнетушащего аэрозоля.

Комплексные исследования химической природы компонентов и их соотношения на огнетушащую способность проводились на лабораторной установке, представляющей собой камеру объемом 1 м³. В качестве пожарной нагрузки использовались ацетон и нормальный декан, которые помещались в стандартные стальные тигли объемом 100 мл и площадью зеркала жидкости 20 см². Навеска исследуемого состава инициировалась через 60 с свободного горения легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ).

АОС включает натриевую селитру, порошок алюминия или железа, иодид калия, перманганат калия и связующие – отработанные силоксановые масла (полидиметилсилоксан и полиметилфенилдисилоксан). В зависимости от состава и массовой концентрации компонентов составам были присвоены номера: АОС-1, АОС-2, АОС-3, АОС-4. Аэрозолеобразующие составы такого типа в дисперсной фазе образуют SiO₂, что экологичнее других дисперсных фаз.

Результаты экспериментов представлены в таблице.

Таблица. Эффективность тушения аэрозолеобразующими составами

Горючая жидкость	Аэрозолеобразующий состав (АОС)	Огнетушащая концентрация, г/м ³	Время тушения, с
Ацетон	АОС-1	38	75
Ацетон	АОС-2	45	65
Ацетон	АОС-3	34	82
Ацетон	АОС-4	36	41
Декан	АОС-1	38	95
Декан	АОС-2	45	80
Декан	АОС-3	34	110
Декан	АОС-4	36	58

В соответствии с нормами средства аэрозольного пожаротушения рекомендуются для тушения в помещениях с воздушной средой пожаров подкласса А2 и класса В объемным способом, при атмосферном давлении [12].

Предлагаемый состав расширяет область применения АОС, благодаря беспламенности твердофазного синтеза аэрозоля, и может быть использован в различных генераторах огнетушащего аэрозоля.

Аэрозоль, генерируемый разработанным АОС, надежно тушит пожары ЛВЖ и ГЖ, обеспечивает флегматизацию пылегазовоздушных взрывоопасных смесей.

Как следует из приведенной таблицы, огнетушащая концентрация данных АОС составляет 34–45 г/м³, что несколько эффективнее предлагаемых существующих аэрозолей – 45–56 г/м³ [9–13].

Литература

1. Михайлов Ф.М. Химические огнетушители. М.: Изд-во НКВД РСФСР, 1931. 222 с.
2. Оценка токсической опасности фторосодержащих газов, применяемых для объемного пожаротушения / В.С. Иличкин [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2003. № 3.
3. Хладоновая проблема в России – пути и методы решения / С.М. Игумнов [и др.] // Fluorine Notes. 2002. V. 1 (20).
4. Агафонов В.В., Перов А.В. Огнетушащая эффективность пиротехнических смесей. Обзорная информация // Обеспечение пожарной безопасности на транспорте. Л.: ЛЦНТП, 1985. 55 с.
5. Гриняева Л.И., Глухов В.И., Афанасьева Л.А. Сравнительная оценка эффективности аэрозольного и порошкового ингибирования пламени // Актуальные вопросы физики аэродисперсных систем: Обзорная информация XIV Всесоюз. конф. М.: Наука, 1986. 17 с.
6. Способы и устройства для предотвращения пожара или сдерживания огня: пат. Рос. Федерации 2005516, Сергиенко А.Д., Израйлевич А.И., Егорычев С.М., Орлова О.А.; заявл. 24.12.1991. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 19.12.2016).
7. Состав для тушения пожаров: пат. 2082470, МКИ А 62 С 3/00; заявл. 27.06.1997. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 04.10.2016).
8. Аэрозолеобразующий огнетушащий состав: пат. 2098156, МКИ А 62 С 3/00, А 62 D 1/00; заявл. 10.12.1997. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 04.10.2016).
9. Аэрозольный огнетушащий состав: пат. Рос. Федерации 2101054, МКИ А 62 С 3/00, А 62 D 1/00, заявл. 10.01.1998. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 19.12.2016).
10. Состав для объемного тушения пожаров: пат. 2091106, МКИ А 62 D 1/00. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 19.12.2016).
11. Аэрозольный огнетушащий состав: пат. Рос. Федерации 2201774, МКИ А62D1/00, А62С3/00, А62С13/22, заявл. 25.10.2000. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 19.12.2016).
12. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изм. 2016 г.) СП 5.13130.2009. URL: www.docs.cntd.ru (дата обращения: 20.09.2016).
13. Аэрозольный беспламенный огнетушащий состав: пат. 2107524, МКИ А62D1/00, А62С3/00, А62С13/22, заявл. 28.02.96. URL: www.freepatent.ru (дата обращения: 19.12.2016).