

А. С. Уголькова, Н. Е. Тимофеев, И. А. Абдуллин,
М. С. Резников, А.Ш. Мингазов, А. И. Сидоров,
В. В. Воробьёв, А. В. Лушнов, И. Х. Зарипов

ИНГИБИТОРЫ ГОРЕНИЯ АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИХ ОГНЕТУШАЩИХ СОСТАВОВ

Ключевые слова: аэрозолеобразующие составы, ингибиторы горения, огнетушащий аэрозоль, пожаротушающая способность, ультрадисперсные частицы.

Исследованы характеристики горения огнетушащей способности пиротехнических аэрозолеобразующих огнетушащих составов с ингибиторами горения. Показано, что наиболее эффективными ингибиторами горения являются йодид калия – КJ и карбонат калия – K_2CO_3 , полученные в волне горения. Установлено, что эффективность пожаротушения зависит от природы и от размера частиц ингибитора, образующегося в волне горения

Keywords: aerosol-forming compounds, flame retardants, dry aerosol fire-extinguishing capability, ultra-fine particles.

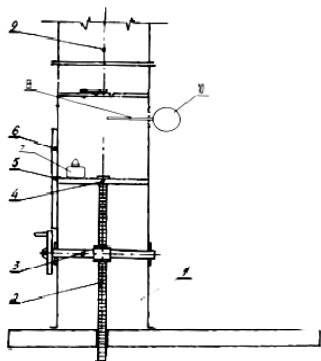
The characteristics of a burning fire extinguishing aerosol fire-extinguishing ability of pyrotechnic compositions with flame retardants. It is shown that the most efficient flame retardants are potassium iodide - KJ and potassium carbonate - K_2CO_3 , resulting in a combustion wave. The efficiency of fire suppression depends on the nature and the particle size of the inhibitor, resulting in a combustion wave

Проблема борьбы с пожарами, несмотря на предпринимаемые профилактические меры по пожаробезопасности различных объектов, была и остаётся актуальной для любого государства.

Одним из направлений совершенствования средств борьбы с пожарами является использование пиротехнических аэрозолеобразующих огнетушащих составов (АОС) [1, 2]. При горении таких составов образуется аэрозоль, состоящий из инертных газов и ультрадисперсных частиц химически активных соединений с развитой поверхностью, обладающих высоким ингибирующим действием на процесс горения.

Из литературных источников [3, 4] известно, что ингибиторами горения являются соли щелочных металлов, в частности, соли калия, которые могут быть получены в волне горения пиротехнических составов – это йодид, хлорид, бромид, сульфат и карбонат калия и хлорид натрия.

Пожаротушающую способность порошкообразных ингибиторов горения определяли на лабораторной установке, представленной на рисунке 1



1 - кожух; 2 - зубчатая рейка; 3 - зубчатое колесо со штурвалом; 4 - подвижный диск; 5 - указатель; 6 - линейка; 7 - спиртовка; 8 - трубка; 9 - вентиляционная труба; 10 - груша

Рис. 1 - Установка для определения пожаротушающей способности ингибиторов горения

Вдуть порошка ингибитора массой 1 г осуществлялся с помощью резиновой груши. Имитацию очага пожара создавали установкой в нижней части горелки, состоящей из ветоши, смоченной спиртом.

Ингибиторы горения сушили, измельчали и рассеивали на фракции на стандартных, используемых в пиротехнике, лабораторных установках.

Эффективность пожаротушения (из 10 параллельных опытов) приведена на рисунке 2.

Исследования показали, что эффективность пожаротушения для всех изучаемых ингибиторов зависит от природы и дисперсности вещества: лучшими являются йодид и карбонат калия – чем меньше размер частиц, тем эффективность выше.

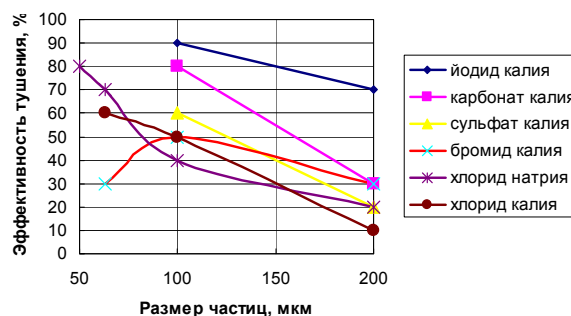


Рис. 2 – Зависимость эффективности пожаротушения от природы и дисперсности ингибиторов горения

Была проведена сравнительная оценка характеристик штатного состава индекса 51-35-1 и опытного состава индекса ВФ-2.

Рецептуры составов приведены в таблице 1.

Расчётные характеристики исследованных составов определялись по стандартной методике «TERMO» при давлении в генераторе 0,1 МПа и приведены в таблице 2.

Расчёты показали, что в продуктах сгорания обоих составов содержится значительное количество целевого продукта: для штатного состава это

K_2CO_3 в конденсированном состоянии, для опытного – K_2CO_3 и KJ. При данной расчётной температуре горения большая часть KJ находится в газовой фазе.

Таблица 1 – Рецептуры огнетушащих составов

Индекс	Компонент	Содержание, % масс.
51-35-1 (штатный)	нитрат калия	70
	дициандиамид	19
	идитол	11
ВФ-2 (опытный)	нитрат калия	46,5
	йодат калия	28,0
	идитол	9,2
	уротропин	16,3

Таблица 2 – Характеристики исследованных составов

Состав	Температура горения, К	Доля к-фазы	Объём газовой фазы, дм ³ /кг	Содержание, моль/кг	
				K_2CO_3	KJ
51-35-1	1442	0,38	632	0,0012 (газ)	0
				2,7888 (конд.)	
ВФ-2	1245	0,32	592	0,00004 (газ)	0,935 (газ)
				2,2555 (конд.)	0,0807 (конд.)

По данным эксперимента массовая доля йодида калия ~ в 3 раза больше, чем карбоната калия.

Представляло интерес определить дисперсный состав аэрозольных частиц, образованных в волне горения АОС (рис. 3 и 4).

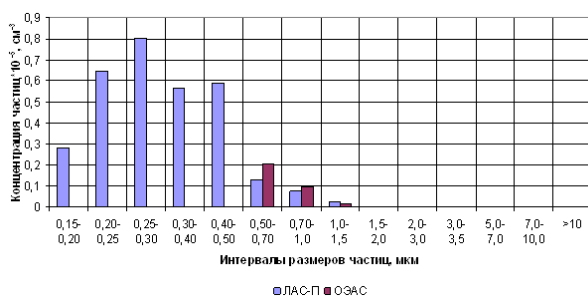


Рис. 3 – Распределение частиц по размерам в аэрозоле состава 51-35-1



Рис. 4 – Распределение частиц по размерам в аэрозоле состава ВФ-2

Анализ полученных результатов показал, что дисперсность аэрозольных частиц штатного состава составляет от 0,2 до 0,5 мкм, опытного состава ВФ-2 – от 0,15 до 0,30 мкм.

Проведённые эксперименты позволяют с уверенностью утверждать, что огнетушащая способность состава типа ВФ-2 будет выше, чем штатного.

Литература

- 1 Мониторинг. Наука и безопасность, 3, 65-74 (2012).
- 2 Л.Н. Максимов, А.В. Мельников, В сб. *Современные проблемы технической химии: материалы докладов Всероссийской научно-технической методической конференции*. Казан. гос. технол. ун-т, Казань, 2009. С. 401-404.
- 3 Н.Е. Тимофеев, И.А. Абдуллин, М.С. Резников, Н.О. Плауде, В.Л. Гинзбург, А.В. Лушнов, *Вестник Казан. технол. ун-та*, 14, 21, 46-51 (2011).
- 4 Г.Г. Богатеев, О.В. Долгов, В.В. Воробьёв, И.А. Абдуллин, Н.Е. Тимофеев, М.С. Резников, А.И. Сидоров, Н.А. Моисеева, *Вестник Казан. технол. ун-та*, 2, 1, 169-172 (2012).

© А. С. Уголькова - канд. техн. наук, доц. каф. ТИПКМ; Н. Е. Тимофеев - д-р техн. наук, проф. каф. ТИПКМ КНИТУ, spektr@kstu.ru; И. А. Абдуллин – д-р техн. наук, проф., зав. каф. ТИПКМ КНИТУ, ilnur@kstu.ru; М. С. Резников – канд. техн. наук, ген. директор ОАО «ЧПО им. В.И. Чапаева», rti@chtt.ru; А. Ш. Мингазов – техн. директор ОАО «ЧПО им. В.И. Чапаева»; А. И. Сидоров - д-р техн. наук, проф. каф. ТИПКМ КНИТУ, spektr@kstu.ru; В. В. Воробьёв – асп. каф. ТИПКМ КНИТУ; А. В. Лушнов – асп. каф. ТИПКМ КНИТУ; И. Х. Зарипов – студ. каф. ТИПКМ КНИТУ.

© A. S. Ugolkova - Ph.D. in Engineering Science of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU; N. E. Timofeev - Doctor of Engineering Science, professor of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU, spektr@kstu.ru; I. A. Abdullin – Doctor of Engineering Science, holder of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU, ilnur@kstu.ru; M. S. Reznicov – Ph.D. in Engineering Science, chief director of joint stock company «ChPA association named after V.I. Chapaev», rti@chtt.ru; A. Sh. Mingasov – Chief Technology Officer of joint stock company «ChPA association named after V.I. Chapaev»; A. I. Sidorov - Doctor of Engineering Science, professor of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU, spektr@kstu.ru; V. V. Vorobiev – postgraduate of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU; A. V. Lushnov – postgraduate of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU; I. H. Zaripov – student of chair «Technology of products from pyrotechnics and composite materials» KNRTU.