

УДК 614.849

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ПАРАМЕТРОВ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ В ИМПУЛЬСНЫХ МОДУЛЯХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аксенов С.Г.

*д-р э.н., профессор,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Шакиров Д.О.

*студент,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы выбора оптимальных характеристик огнетушащих порошков и параметров их подачи для эффективного функционирования импульсных модулей порошкового пожаротушения. Анализируются основные типы огнетушащих порошков, их физико-химические свойства и влияние на процесс тушения. Особое внимание уделено таким параметрам, как дисперсность, сыпучесть, устойчивость к слеживанию и химическая активность. Предложены пути оптимизации параметров подачи с использованием современных технологий и конструктивных решений. Определены перспективные направления развития импульсных модулей, включая применение новых составов порошков, интеграцию в интеллектуальные системы безопасности и использование адаптивных алгоритмов управления.

Ключевые слова: огнетушащий порошок, импульсный модуль, пожаротушение, параметры подачи.

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION AND PARAMETERS OF FIRE EXTINGUISHING POWDER SUPPLY IN PULSE FIRE EXTINGUISHING MODULES

Aksenov S.G.

*Doctor of Economics, Professor,
Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation*

Shakirov D.O.*student,**Ufa University of Science and Technology,**Ufa, Russian Federation*

Annotation. The article discusses the issues of choosing the optimal characteristics of extinguishing powders and their supply parameters for the effective functioning of pulsed powder extinguishing modules. The main types of fire extinguishing powders, their physico-chemical properties and their effect on the extinguishing process are analyzed. Special attention is paid to such parameters as dispersion, flowability, caking resistance and chemical activity. Ways of optimizing feed parameters using modern technologies and constructive solutions are proposed. Promising directions for the development of pulse modules have been identified, including the use of new powder formulations, integration into intelligent security systems, and the use of adaptive control algorithms.

Keywords: fire extinguishing powder, pulse module, fire extinguishing, feed parameters.

Порошковое пожаротушение на протяжении многих лет остаётся одним из наиболее эффективных и востребованных методов борьбы с огнём. Особое внимание в этой области привлекают импульсные модули, которые активно используются как в стационарных системах, так и в мобильных установках. Их ключевое преимущество — высокая скорость доставки огнетушащего вещества к очагу возгорания, что позволяет оперативно локализовать пожар и минимизировать ущерб. Однако для достижения максимальной эффективности важно учитывать не только конструкцию модуля, но и физико-химические свойства используемых порошков, а также особенности их подачи.

Импульсные модули представляют собой автономные устройства, срабатывающие за счёт энергии газогенератора или сжатого газа. В отличие от традиционных систем, требующих насосов, трубопроводов и сложного обслуживания, такие модули компактны, просты в установке и не нуждаются в постоянном техническом сопровождении. Основными

компонентами являются корпус, заряд огнетушащего порошка, источник давления и система активации. При срабатывании в модуле создаётся избыточное давление, которое выталкивает порошок через распылитель непосредственно в зону горения. Благодаря высокой скорости выброса и интенсивному распылению, пламя подавляется за считанные секунды, что особенно важно при локальных и быстро развивающихся пожарах [1].

Огнетушащие порошки — это многокомпонентные смеси, включающие основное вещество (например, бикарбонат натрия или фосфатно-сульфатные составы), добавки, препятствующие слеживанию, и поверхностно-активные компоненты, улучшающие сыпучесть. От состава порошка напрямую зависит его эффективность, безопасность применения, срок хранения и способность быстро подавлять горение. Наиболее распространены типы ABCЕ — универсальные порошки для тушения твёрдых, жидких и газообразных материалов, а также электрооборудования под напряжением — ВС — специализированные составы для жидкостей и газов — и металлопорошки, предназначенные для тушения горящих металлов (класс D).

Для импульсных модулей критически важны такие характеристики порошка, как дисперсность, сыпучесть, устойчивость к слеживанию, химическая активность и диэлектрические свойства. Оптимальный размер частиц обеспечивает равномерное распыление и глубокое проникновение в зону горения, тогда как слишком мелкие или крупные фракции снижают эффективность. Хорошая сыпучесть позволяет порошку свободно двигаться внутри модуля, а устойчивость к слеживанию гарантирует работоспособность устройства на протяжении всего срока службы. Высокая химическая активность способствует подавлению цепных реакций горения, а диэлектрические свойства делают возможным применение вблизи электрооборудования [2].

Эффективность тушения во многом определяется параметрами подачи порошка. Давление истечения напрямую влияет на скорость выброса и интенсивность распыления — слишком низкое давление не обеспечит достаточного охвата, а чрезмерное может привести к образованию плотного облака, экранирующего пламя. Геометрия распылителя, включая форму и размеры сопла, определяет угол рассеивания и конфигурацию факела — оптимальные значения находятся в диапазоне 45–90 градусов, что обеспечивает равномерное покрытие очага. Расстояние до очага также играет важную роль: с увеличением дистанции эффективность снижается, поэтому при проектировании систем учитывают радиус действия модуля. Внешние воздушные потоки могут искажать траекторию порошка, что частично компенсируется применением модифицированных сопел и защитных экранов.

Для повышения эффективности проводятся исследования с использованием численного моделирования, лабораторных испытаний и натурных тестов. Основные критерии оптимизации — максимальная доля порошка, достигающая очага, равномерность его распределения, скорость формирования тушащей концентрации и минимальное время от активации до начала тушения. Для достижения этих целей разрабатываются многоступенчатые газогенераторы, позволяющие регулировать давление на разных этапах выброса, применяются сопла переменной геометрии и решётчатые распылители. В состав порошка добавляют легкоплавкие компоненты, которые при нагреве образуют парогазовую среду, усиливающую тушащий эффект. Установка обратных клапанов и фильтров предотвращает просыпание и засорение механизмов, повышая надёжность системы [2,3].

Современные тенденции в противопожарной безопасности направлены на повышение эффективности, снижение стоимости и

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

расширение функциональности. В контексте импульсных модулей перспективными направлениями являются разработка новых порошков с улучшенными свойствами, включая наноструктурированные составы с высокой удельной поверхностью — интеграция в интеллектуальные системы управления — создание модульных комплексов с групповой или последовательной активацией — применение нетрадиционных источников энергии, таких как термобарические заряды или электромагнитные катапульты — а также повышение экологичности и безопасности составов, особенно в замкнутых помещениях. Особое внимание уделяется адаптивным системам, способным изменять параметры подачи в зависимости от типа горючего материала и условий окружающей среды [4].

Таким образом, импульсные модули порошкового пожаротушения представляют собой перспективное направление в области противопожарной техники. Их эффективность складывается из гармоничного сочетания конструктивных решений, свойств огнетушащего порошка и оптимизированных параметров подачи. Будущее этой технологии связано с внедрением инновационных материалов, совершенствованием алгоритмов управления и более глубоким пониманием физико-химических процессов, происходящих при тушении огня.

Библиографический список

1. Аксенов С.Г., Овчинникова М.Н. втoзаправочная станция как сложный пожаровзрывоопасный объект // Прикладные экономические исследования. 2024. № 3. С. 155-161.
2. Ботвенко Д. В., Казанцев В. Г., Голоскоков С. И. Особенности применения порошковых устройств автономной взрывозащиты горных выработок // Уголь. - 2019. №6 (1119). С. 52-58.

3. Долговидов, А. В. Автоматические средства подачи огнетушащих порошков // Пожаровзрывобезопасность. — 2008. — Т.17, № 1.—С. 62-67.

4. Сабинин, О. Ю. Огнетушащие порошки. Проблемы. Состояние вопроса // Пожаровзрывобезопасность. — 2007. — Т. 16, № 6. — С. 63-68.

Оригинальность 78%