

КЛАССИФИКАЦИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШАХТНЫХ ОГNETУШИТЕЛЕЙ

Повышение уровня пожарной безопасности угольных шахт неразрывно связано с необходимостью совершенствования существующих и созданием новых высокоэффективных первичных средств пожаротушения – огнетушителей, позволяющих оперативно тушить очаги пожара в начальной стадии развития, предотвращая тем самым большие материальные убытки. Практика ведения горноспасательных работ и опыт применения огнетушителей ВГК шахт показали хорошую огнетушащую способность и подтвердили теоретически обоснованную целесообразность использования огнетушителей лишь в течение 20...30 мин с момента возникновения очага пожара. В дальнейшем, по мере развития пожара, эффективность применения огнетушителей значительно снижается и в действие должны вводиться более мощные средства пожаротушения.

Анализ аварийности на шахтах Украины в течение последних десяти лет показал, что активным способом было потушено около 68 % от общего количества пожаров экзогенного происхождения, причем в начальной стадии, с использованием огнетушителей, лишь 11,3 %. Статистические данные относительно количества пожаров, потушенных в стадии развития занижены, так как при успешном тушении пожара силами ВГК шахт оперативные подразделения ГВГСС не всегда привлекаются к ликвидации аварии, а поджары в этом случае не регистрируются в установленном порядке. Средняя длительность тушения пожаров в начальной стадии развития 1,2...1,5 ч. Одновременно с применением огнетушителей в 35 % случаев применялась вода, подаваемая из пожарно-оросительного трубопровода.

В Украине серийно выпускаются переносные и возимые огнетушители различных конструкций и типоразмеров с массой огнетушащих составов от 2 до 100 кг.

Современные шахтные огнетушители (см. таблицу) можно классифицировать по виду огнетушащего состава, его массе, виду энергоносителя.

1. По виду огнетушащего состава они делятся на порошковые, пенные (воздушно-пенные), химические пенные, комбинированные.

2. По массе огнетушащего вещества (состава): 5...10 кг (ручные); 6...16 кг (ранцевые); 40...100 кг (возимые).

3. Вид энергоносителя: газы, образующиеся в результате химической реакции; сжатый воздух, содержащийся в специальном баллончике под высоким давлением (15...20 МПа); газ (обычно – диоксид углерода), заключенный в специальный баллончик; газогенерирующие устройства, содержащие заряд определенного химического состава.

**Основные характеристики выпускаемых в Украине
(по состоянию на 01.01.98) переносных и возимых огнетушителей**

| Тип (марка) огнетушителя | Огнетушащая способность по классам очагов (площадь, м ²) | Вид огнетушащего вещества (состава) | Масса огнетушителя с зарядом, кг (масса заряда, порошок/р-р ПАВ) | Дальность струи, м | Рабочий газ | Время непрерывной работы, с | Габариты, мм |
|--------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------|-------------|-----------------------------|--------------|
| ОП-2,5Ф | 34В(1,07) | Огнетушащий порошок П-2АП | 4,0(2,0) | 3,5 | Воздух | 9 | Высота 340 |
| ОП-5Ф | 89(2,8) | То же | 8,0(4,0) | 5,0 | То же | 8 | Высота 400 |

Окончание

| Тип (марка) огнетушителя | Огнетушащая способность по классам очагов (площадь, м ²) | Вид огнетушащего вещества (состава) | Масса огнетушителя с зарядом, кг (масса заряда, порошок/р-р ПАВ) | Дальность струи, м | Рабочий газ | Время непрерывной работы, с | Габариты, мм |
|--------------------------|--|--|--|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| ОП-10Ф | 144В(4,52) | -" | 14,0(8,0) | 7,0 | -" | 15 | Высота 610 |
| ОПШ-10г | 144В(4,52) | -" | 14,0(8,0) | 7,0 | Газ | 15...18 | Высота 610 |
| ОПШ-100 | 500В(15,0) | -" | 172,0(80) | 12,0 | Воздух | 45...60 | 620x700 хх1060 |
| ОППР | 89В(2,8) | Порошок П-2АП, 6%-й водный раствор ПАВ | 12,0(4,0/2,2) | Порошка 4,5; пены 4,0 | То же | Порошком 15; пеной 12 | 430x390 х х165 |
| ОПП-50 | 377(11,84) | То же | 75,0(21/22) | Порошка 10,; пены 6,0 | -" | Порошком 30; пеной 80 | 800x600 х х800 |
| ОВП-10 | 55В(1,73) | -" | 15,5(9,0) | 3,0 | СО ₂ | 45 | Высота 700 |
| ОВП-50 | 144В(4,52) | -" | 80,0(48,0) | 4,0 | -" | 60 | 1100х х450х х4800 |
| ОВП-100 | 233В(7,32) | -" | 148,0(95,0) | 5,0 | -" | 90 | 1170х х630х х630 |
| ОП-10 | 55В(7,32) | Огнетушащий порошок ПСБ-3 | 15,5(8,0) | 5,0 | -" | 20 | Высота 700 |

| | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|------------|-----|----|---------|------------------------|
| ОП-50 | 233В(7,32) | То же | 80,0(50,0) | 8,0 | -" | 25 | 1100х х450х х480 |
| ОП-100 | 377В (11,84) | -" | 160,0(100) | 6,5 | -" | 45...60 | 1170х х630х80 0 |
| ОУ-5 | 34В(1,07) | СО ₂ | 25,0 | 3,0 | -" | 20 | Высота 1050 |
| ОУ-10 | 13В(0,41) | -" | 13,0 | 4,5 | -" | 15 | Высота 540 |
| ОВП- 10.02 | 34В(1,7) | 6%-й водный раствор ПАВ | 15,0(10,0) | 4,5 | -" | 45 | Высота 700 |
| ОХВП-10 | 55В(1,73) | Щелочь, кислота, 6%-й раствор ПАВ | 14(10) | 6,0 | -" | 60 | Высота 445 |

Пенные и химические огнетушители в основном предназначены для тушения загораний твердых материалов органического происхождения, горючих жидкостей и плавящихся твердых веществ. В шахтных условиях они применяются для тушения деревянных элементов крепи, горюче-смазочных материалов, конвейерных лент, горящего угля. В качестве огнегасительного заряда в конструкциях пенных огнетушителей обычно используют 6-процентные водные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ), например пенообразователи типа ПО-1А, ПО-1Д, ПО-6К и др. Химические пенные огнетушители заправляют трехкомпонентными зарядами, в состав которых входят кислота, Щелочь и 6-процентный раствор ПАВ. Ввиду высокой коррозионной активности заряда химических пенных огнетушителей, а также повышенной влажности и химической агрессивности шахтной среды срок службы корпусов указанных огнетушителей, как правило, не превышает 2,5...3 лет. Кроме того, химические пенные огнетушители имеют и другие серьезные недостатки: низкую огнетушащую способность (B_{55}), отсутствие возможности обеспечения прерывистой подачи пены, что существенно снижает тактические возможности их применения. Пенные и химические пенные огнетушители нельзя применять для тушения электрооборудования под напряжением. Однако, несмотря на указанные недостатки, пенные и химические пенные огнетушители до сих пор выпускаются отечественной промышленностью, а необходимость коренного совершенствования их конструкции сегодня очевидна.

Порошковые огнетушители предназначены для тушения загораний твердых веществ органического происхождения, горючих жидкостей, газов и электрооборудования, находящегося под напряжением. В качестве огнетушащего состава в настоящее время в конструкции отечественных шахтных огнетушителей в основном применяются огнетушащие порошки П-2АП и П-2АПМ, ТУ:6-05766362.001-97. Выброс огнетушащего состава

осуществляется под давлением сжатого воздуха или газа, содержащегося в специальном баллоне. В некоторых конструкциях огнетушителей, например ОПШ-10Г, в качестве побудителя расхода используется газогенерирующий заряд, при сгорании которого образуется рабочий газ. С целью уменьшения массы и улучшения эксплуатационных характеристик огнетушителей НИИГД создает порошковые огнетушители закачного типа. Однако освоение их серийного производства сдерживается необходимостью улучшения эксплуатационных свойств отечественных порошков (повышения их текучести и уменьшения слеживаемости), а также высокими требованиями к герметичности корпуса огнетушителя. К недостаткам шахтных порошковых огнетушителей следует отнести низкую огнетушащую способность при тушении горящего угля и резинокросовых конвейерных лент ввиду низкой теплоемкости порошковых огнетушащих составов.

Газовые огнетушители типа ОУ-5 и ОУ-10 на основе диоксида углерода предназначены для тушения загораний твердых материалов органического происхождения, горючих жидкостей, газов и электрооборудования, однако ввиду крайне низкой огнетушащей эффективности (соответственно 13 и 34 В) и большой массы (13 и 25 кг) в угольных шахтах практически не применяются.

Наиболее перспективны огнетушители, которые комбинированно воздействуют на очаг горения ввиду их универсальности и высокой огнетушащей способности. Исследованиями последних лет [1] убедительно доказано, что даже простым смешением огнетушащих веществ можно значительно повысить огнетушащую способность состава по сравнению с исходными компонентами. При этом особый интерес представляет возможность соединения комбинированных гомогенных и гетерогенных ингибиторов с порошковыми составами. По утверждению автора статьи [2], создание таких комбинаций обеспечивается сорбцией хладонов на порошках и химическим связыванием хладонов с поверхностью порошка.

В последние годы широкое развитие получили исследования, направленные на создание переносных и возимых порошково-пенных огнетушителей, в наибольшей степени удовлетворяющих современным требованиям к повышению огнетушащей способности изделий противопожарного назначения. В основе сочетания указанных составов лежит идея повышения огнетушащей эффективности традиционных средств пожаротушения за счет получения синергического эффекта путем соединения ингибирующих свойств порошка с изолирующей и охлаждающей способностью пены. Важным аспектом этих исследований является вопрос нахождения оптимального режима и последовательности подачи огнетушащих составов на очаг горения.

В настоящее время основным критерием, характеризующим эффективность огнетушителей, является огнетушащая способность, определяемая при тушении модельных очагов пожара классов А, В, С и Д, а также электрооборудования, находящегося под напряжением. Разработано большое количество показателей и методов оценки эффективности

огнетушителей, учитывающих их стоимостные показатели и технические характеристики. Наиболее обоснован интегральный показатель $I(t)$, предложенный автором работы [2], который может быть использован для оптимизации тактико-технических параметров огнетушителей:

$$I(t) = \frac{EP_{(t)}n}{C_{onm}\varphi(t) + C_3},$$

где E – огнетушащая способность, m^2 ; $P(t)$ – фактическое значение вероятности безотказной работы огнетушителя; n – количество огнетушителей, используемых в течение года; $\varphi(t)$ – поправочный коэффициент; C_{onm} – оптовая цена огнетушителя в грн; C_3 – затраты на эксплуатацию, грн.

Упростим уравнение (1) и запишем его для одного огнетушителя ($n=1$) при условии, что $\varphi(t)=0$, в виде

$$I(t) = \frac{EP_{(t)}}{C_{onm} + C_3}.$$

Уравнения (1) и (2) не учитывают вероятности повторного воспламенения очага пожара, которая очень велика, особенно при одновременном горении материалов и веществ различного агрегатного состояния. Кроме того, при тушении сложных пожаров (например, класса А+В; В+С и др.) важное значение имеет время свободного развития пожара до начала применения огнетушителей. Так, например, модельный очаг 144В ($4,52 m^2$) после 3 мин свободного горения невозможно потушить даже с помощью двух порошковых огнетушителей типа ОПШ-10, так как после прекращения подачи огнетушащего порошка происходит повторное воспламенение бензина от бортов противня, нагретых до температуры, превышающей температуру самовоспламенения паров горючего. В этом случае весьма эффективным является интенсивное охлаждение бортов противня пеной, обладающей высокой теплоемкостью. В аварийных условиях подобная ситуация может сложиться при тушении порошковыми огнетушителями деревянной затяжки арочной крепи, при сильном разогревании металлического каркаса последней или горячей резинокросовой конвейерной ленты.

Для адекватной оценки эффективности огнетушителей при тушении сложных пожаров введем понятие вероятности гарантированного тушения, т.е. тушения, при котором не происходит повторного воспламенения горючего, и охарактеризуем его безразмерным коэффициентом P_r . Значение данного коэффициента может изменяться от 0 до 1 и определяется путем статистической обработки накопленных экспериментальных данных.

Коэффициент P_r показывает в долевым отношении количество случаев гарантированного тушения сложных пожаров тем или иным типом огнетушителей. Так, для порошковых огнетушителей типа ОПШ-10 P_r равен 0,87, для пенных соответственно 0,93, а комбинированных 0,98. Теоретически это значит, что при тушении сложных пожаров из каждых 100 случаев применения порошковых огнетушителей может произойти 13 повторных воспламенений, а при использовании комбинированных огнетушителей – лишь 2. Естественно, что классы модельных очагов для каждого конкретного огнетушителя будут различными.

С учетом вышеизложенного определим интегральные коэффициенты для пенных, порошковых и порошково-пенных огнетушителей.

$$I_{пор}(t) = \frac{4,5 \cdot 0,95 \cdot 0,87}{102 + 15} = 0,031$$

$$I_{пен}(t) = \frac{1,73 \cdot 0,95 \cdot 0,93}{50 + 10} = 0,025$$

$$I_{комб}(t) = \frac{7,32 \cdot 0,95 \cdot 0,98}{102 + 15 + 50 + 10} = 0,038$$

Как показали расчеты, эффективность порошково-пенного огнетушителя, характеризуемая значением интегрального показателя, равного 0,038, превышает соответственно интегральные показатели пенного и порошкового огнетушителей соответственно на 18 и 35 %. Очевидно, что повышение огнетушащей эффективности комбинированного пожаротушения объясняется тем, что тушение пожара в пламенной фазе производится порошком, а интенсивное охлаждение пеной.

Уравнение (2) позволяет оценивать эффективность существующих огнетушителей и научно обосновывать требования к техническим параметрам новых перспективных изделий противопожарного назначения.

Список литературы

1. Научно-технический прогресс в пожарной охране / Под ред. Д.И. Юрченко. – М.: Стройиздат, 1987. – 380 с.
2. Пивоваров В.В. Комплексная оценка огнетушителей и оптимизация их параметров // Пожарная техника. Средства и способы пожаротушения: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД РФ, 1992. – С. 100–101.