

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ УСТРОЙСТВ ПОЖАРОПОДАВЛЕНИЯ

Савченко Н.Ф., канд. тех. наук

(Харьковский национальный экономический университет)

Многочисленные аварии, сопровождающиеся горением конструкций (от помещений типа зернохранилищ или жилого фонда до летательных аппаратов и других техногенных объектов) приводят к необходимости использования малогабаритных и легкостраиваемых устройств типа огнетушителей. При выборе типа огнетушителя учитывают сложность ликвидации любого пожара (категория сложности), которая определена необходимостью учета таких факторов как ресурсозатраты, большая скорость продвижения фронта горения, чрезвычайно высокие, опасные для человека температуры, задымленность. Поэтому проблема тушения пожара практически всегда обусловлена чрезвычайной сложностью и требует использования высоко интенсивных и мобильных устройств, а также использования новых технологий.

Постановка задачи. Для ликвидации пожаров путем использования активных средств пожаротушения и интенсификации тушения пожара могут использоваться импульсные устройства универсального типа, используемые как для метания однофазных, так и многофазных сред. Однако известные конструкции огнетушителей переносного и стационарного типов [1-3], которые позволяет пожарникам находится на относительно безопасном расстоянии от фронта горения, не всегда применимы по соображениям дефицита огнегасящих сред, а также экологической безопасности. Поэтому целью работы является снижение до минимума расхода хладагентов, повышение их экологической безопасности, возможности использования безлюдных методов устранения пожара или его предупреждения на ранних стадиях возникновения.

Методика исследований. Одним из высокоэффективных методов повышения эффективности пожаротушения, как показывает практика, является использование воды как эффективнейшего средства удаления тепла с зоны горения и изоляции ее от окислителя – окружающего воздуха. При необходимости для доставки воды могут использоваться устройства типа импульсных камер с газовым приводом, которые могут быть оснащены специально спроектированными снарядами – огнетушителями – для интенсивного сбивания огня энергией воды или пара на расстоянии от человека до 200 м и более.

При проектировании средств подавления огня будем исходить из того, что горение – это быстро протекающая химическая реакция с выделением тепла. Обычно горение сопровождается пламенем – это газовый объем, в котором происходит процесс горения. В нем различают четыре более или менее резко выраженные области: 1) область свежего газа; 2) зона подогрева и связанного с ним разложения газа под влиянием высокой температуры; 3) зона полного

сгорания газа (ее толщина порядка $10^{-4} \dots 10^{-2}$ см); 4) область продуктов сгорания. Поэтому при пожароподавлении предполагается интенсификация воздействий на пламя как газовый объем. Это достигается использованием термомеханических методов типа использования пара под высоким давлением (более 0,5 ... 10 МПа).

Использование пара как средства подавления огня тепломеханическим воздействием можно рассматривать как преимущественные решения во многих вариантах (тушение в помещении, тушение зерна при открытом хранении, торфяных залежей и топлива и др.) по технико-экономическим и экологическим соображениям, учитывая, что водяной пар способен проникать в поры размером до 1,1 нм. Причем в его присутствии (может считаться дополнительно как полярный газ-носитель) более полно происходит удаление летучих веществ; ускоряется десорбция и диффузия низкомолекулярных компонентов; осуществляется деструкция связей низкомолекулярных компонентов с молекулярной матрицей полимера [1,2]. Важно также и то, что при образовании пара (температура 100°C) из 1кг (объем 1 л) воды необходимо затратить большое количество энергии – 419 кДж (возможно использование для этого тепловой энергии возникшего пожара и соответственно уменьшение его интенсивности), объем пара достигнет 980 л (увеличение поверхности может быть достигнуто почти в 1000 раз), а накопленная (поглощенная) энергия будет в 5,38 раза превышать то значение, которое потребовалось бы при использовании воды. Причем эффективность применения воды снижается из-за уноса части пара потоком дыма. Следовательно, необходимо изменить принцип использования воды при пожаре: огонь должен предварительно терять свою энергию на парообразование, а накопленная паром энергия в последующем должна использоваться на механическое и глубинное проникновение пара в горящий материал.

При разработке огнегасителей с использованием пара под высоким давлением будем считать, что интенсивность теплоотвода (охлаждения) Q опасных зон горения при использовании огнетушителей с использованием пара для интенсивных тепло-механических воздействий на зону горения (и создания высокого импульсного давления от высокоскоростных струй) должна превышать энергию горючих материалов, то есть

$$Q \geq A,$$

где $Q = q_1 \cdot m \cdot n$; $A = q_2 \cdot M_{n.c.}$; q_1 , q_2 – соответственно удельная теплота парообразования и сгорания; m – масса пара; $M_{n.c.}$ – масса горючих материалов, n – количество устройств для подавления аварии.

Энергоемкость техногенного объекта (фронт пожара):

$$\mathcal{E} = k \cdot q \cdot m_m,$$

где m_m – масса горячей среды; q – удельная теплоемкость горячей среды, например для бензина $q=40$ МДж/кг; k – коэффициент, учитывающий особенности горения (пропорционально площади или объему горючего вещества, уточняется экспериментально).

Тогда необходимое количество огнетушителей для гашения пожара для

техногенного объекта (например, резервуара) будет: $n = \mathcal{E} / \mathcal{E}_{эф}$, где $\mathcal{E}_{эф}$ – эффективно используемая энергия одного огнетушителя сверхвысокого импульсного давления.

Таблица

Определение степени новизны бытовых товаров

N п/п	Степень новизны изделия (ранг)	Параметры изделия, подвергаемые обновлению (баллы)			Примеры изделий, обладающих указанными рангами новизны в момент появления в сфере сбыта
		Функ- ция	Конст- рукция	Форма	
1	Несущественная модификация отдельных параметров, не улучшающая потребительских свойств	0	0	0	Огнетушитель – пар, подаваемый из котла
2	Совершенствование отдельных параметров и потребительских свойств	1– 2	1	1	Огнетушитель – паровая емкость в зоне пожара
3	Существенное изменение параметров и потребительских свойств	2 – 3	2	2	Огнетушитель – паровая емкость разового применения (взрывающийся котел)
4	Новые комбинации функций, появление новых, дополнительных функций с внесением важных технических усовершенствований	3 – 4	3	3	Огнетушитель – паровая емкость с целевым изменением его параметров и многоразового использования (например, в условиях помещения)
5	Коренное качественное преобразование функций и технического принципа действия	4 – 6	4	4	Огнетушитель – паровая емкость специального назначения и легкотранспортируемая с использованием специальных сред для изоляции огня
6	Появление качественно новой функции потребления изделия, не имеющего в сфере быта аналогов и прототипов	7 – 8	5	5	Огнетушитель – паровая емкость многофункционального назначения с высокими

При проектировании огнетушителей с использованием пара для интенсивного теплоотвода с зоны горения целесообразно использовать методы поиска новых решений, например [4]. При выборе критериев для проектирования новых типов устройств для тушения пожара можно воспользоваться методикой, предложенной в свое время специалистами Всероссийского научно-исследовательского института технической эстетики (ВНИИТЭ) как метод определения степени новизны изделия. Согласно методу

будем использовать критерии, включающие шесть степеней новизны и представленные в таблице.

Первые три группы охватывают процесс модернизации изделий. Четвертая группа фиксирует переходной момент, когда уравниваются новизна изделия и традиционные черты продукции данного назначения. Пятая группа – это новые изделия в полном смысле, хотя функции, которые они выполняют, существовали и до их появления. Шестая группа включает изделия, появление которых привело к формированию качественно новых, не существующих ранее потребностей и способов их удовлетворения.

С помощью таблицы можно определить степень новизны анализируемого изделия по сумме баллов, которую оно может получить. Для этого вначале определяют положение образца в графе «степень новизны» и устанавливают балл, характеризующий функциональную новизну изделия, под которой понимается его потребительская функция, включая энергетическую составляющую.

Таким образом, для каждого параметра – «функция», «конструкция», «форма» – может быть установлен свой ранг при условии, что ранг «функция» остается высшим или равным другим. Балльной оценке степени новизны изделий можно придать более наглядную форму, если высший ранг новизны (18 баллов) приравнять к 100%. Тогда степень новизны (H) изделия может быть определена по формуле:

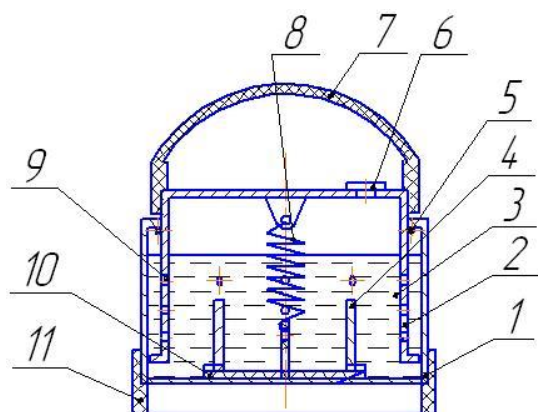


Рис. 1. Металлический огнетушитель парового типа: 1 – резервуар; 2 – корпус; 3 – вода; 4 – нагревательное устройство; 5 – уплотнитель; 6 – пробка; 7 – амортизатор; 8 – пружина; 9 – отверстия для вывода пара; 10 – изолятор; 11 – эластичная

параметрам.

Новизна огнетушителя с устройством целевого (управляемого) воздействия на зоны горения по сравнению с аналогом – простым заполнением паром помещения – принимается равной 20 – 30%, легкотранспортируемых огнетушителей с помощью специальных устройств – 50–70%, multifunctional огнетушителей с минимизацией затрат на подавление пожара и повышения скорости воздействия – 80–100%. В данном случае выявление ранга новизны огнетушителей осуществляется на основе их сравнения с аналогами, существовавшими до их появления исключительно в

$$H = \frac{\sum_{i=1}^3 K_i}{\sum_{i=1}^3 K_i \max} 100\%$$

где $\sum_{i=1}^3 K_i \max$ – сумма высших рангов новизны изделия; $\sum_{i=1}^3 K_i$ – число баллов, характеризующее новизну анализируемого изделия по всем параметрам.

виде использования пара как изолирующего средства очага пожара от воздушной среды. Таким образом, качественно новым можно считать изделие, которое в соответствии с предложенным методом расчета имеет новизну 70% и более. Изделия, обладающие новизной на уровне 20–70%, могут быть названы изделиями нового вида. Изделия со степенью новизны менее 20% относятся к изделиям незначительной новизны, не влияющей существенно на их качество.

Основные результаты. Примером конструктивного решения огнетушителя 4-ой степени новизны можно считать предложенную на рис. 1 конструкцию. Предложенный огнетушитель (заявка на патент Украины) может быть легко встроен в конструкцию техногенного объекта, а также с помощью эластичной опоры и метаяющего устройства доставлен в зону пожара. При необходимости по мере расхода воды и пара через пробковое устройство может быть обеспечена поставка новой порции воды. Это позволяет использовать устройство не только в режиме интенсивного подавления огня, но и в режиме предупреждения опасности возгорания, например, при хранении сельскохозяйственной продукции. Таким образом, концепция «нового товара» позволяет последовательным усовершенствованием товара (огнетушителя), прежде всего функций разрабатывать конструкции в зависимости от условий возгорания (категории сложности) техногенных объектов.

Предлагаемый метод оценки новизны не исключает, а предполагает применение и других известных способов выявления новизны изделий, включая: сравнительные методы оценки качества, применяемые в квалиметрии; прогнозно-аналоговый метод; безаналоговый метод оценки качественно новых изделий; комбинированный метод оценки качественно новых изделий, представляющий собой совмещение оценок ранее известных и новых свойств.

Список литературы

1. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справ. изд. / А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов, А.Я. Корольченко и др. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
2. Методичний посібник з питань експлуатації та застосування вогнегасників. /Л.А. Присяжнюк, Д.Г. Білкун, В.К. Баленко та інш. – УкрНДІПБ МВС України, 1997 р. – 150 с.
3. Вогнегасячі речовини. Посібник / А.В. Антонов, В.О. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовський, В.В. Ковалишин. – Київ: Пожінформтехніка, 2004. – 176 с.
4. Кривцов В.С., Воробйов Ю.А., Планковський С.І. Теорія й практика вирішення винахідницьких завдань.– Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2008. – 94 с.