

*А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент, УГЗУ,  
А.Н. Коленов, преподаватель, УГЗУ*

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

(представлено доктором хим. наук В.Д. Калугиным)

Рассмотрены преимущества и недостатки водо-пенных огнетушащих веществ. Для повышения эффективности пенного пожаротушения предложено использовать бинарные составы с внешним пенообразованием. Установлена возможность тушения такими составами жидких и твердых горючих материалов.

**Постановка проблемы.** Водопенные огнетушащие средства нашли широкое применение в практике пожаротушения. По частоте использования они уступают лишь жидкостным огнетушащим веществам. В большинстве развитых стран использование пен при тушении пожаров составляет 5-10 % [1] от общего случая тушения пожаров. При тушении резервуаров с горючими жидкостями пены являются основным огнетушащим средством. Отличительной особенностью пен является их высокое изолирующее действие. По этому показателю пены значительно превосходят все другие традиционные средства пожаротушения.

Пены используются для тушения твердых горючих материалов (пожары класса А) и жидких горючих материалов (пожары класса В). Также пены используются при тушении пожаров, в которых основными составляющими пожарной нагрузки являются твердые и жидкие горючие материалы. Коэффициент использования водо-пенных составов является высоким при тушении горизонтальных участков поверхностей горючих материалов и низким при тушении вертикальных и наклонных поверхностей [2].

Одним из существенных недостатков пен являются проблемы с их подачей на большие расстояния.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Частично проблему подачи пен на большие расстояния решает применение жидких составов вспенивающихся в очаге пожара [3-4]. Они представляют собой эмульсию легкокипящей жидкости в водном растворе пенообразователя. При попадании на нагретые поверхности в очаге пожара легкокипящая жидкость переходит в газообразное состояние. За счет присутствия пенообразователя в огнетушащем растворе результате этого происходит образование пены, которая растекается по

---

---

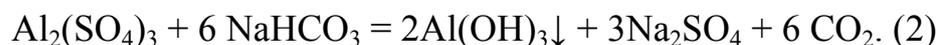
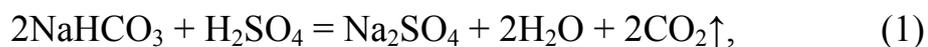
поверхности горючего материала. Такие пены при наличии в материале отверстий и щелей способны проникать внутрь конструкции.

Недостатком вспенивающихся в очаге пожара составов является то, что они вспениваются только на нагретых поверхностях. В случае попадания на недостаточно нагретые вертикальные и наклонные поверхности жидкий состав стекает с них, что приводит к потере огнетушащего вещества.

При тушении легкокипящих горючих жидкостей из-за низкой температуры поверхности таких горящих жидкостей, рассматриваемые огнетушащие составы также не образуют пену.

**Постановка задачи и ее решение.** Для устранения отмеченных недостатков вспенивающихся в очаге пожара огнетушащих жидкостей необходимо чтобы они вспенивались в месте попадания на поверхность независимо от ее температуры. Эту проблему можно решить, используя бинарные огнетушащие средства, которые должны включать две отдельно хранящихся и отдельно подающихся жидкости. При попадании на твердые и жидкие поверхности они будут смешиваться. Состав растворов должен быть подобран так, чтобы при их взаимодействии выделялся газ. В случае наличия в жидкостях пенообразователя в таком случае образуется пена.

В качестве газообразующей реакции можно использовать реакцию между кислотным и щелочным компонентами, ранее применявшуюся в химически-пенных огнетушителях [5]. В них используются в качестве щелочной части раствор гидрокарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) и пенообразователя. В качестве кислотной части обычно использовали растворы сильногидролизующихся солей ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)$  или  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Для ускорения реакции между двумя растворами в раствор кислотной части добавляли серную кислоту. При смешивании кислотной и основной части раствора происходят реакции с выделением углекислого газа



Одновременно образуется гидроксид алюминия, который стабилизирует пену.

Кинетика этой реакции хорошо исследована, поэтому для создания устройства для тушения такими составами необходимо подобрать современный пенообразователь и разработать схему отдельной подачи кислотного и основного растворов.

Если выбор щелочной части пенообразующих растворов можно ограничить карбонатами и гидрокарбонатами натрия и калия, то

---

---

выбор кислотной части дает дополнительные возможности повышения огнетушащей способности таких средств пожаротушения. Так целесообразно ввести в состав огнетушащего раствора веществ повышающих охлаждающее действие и ингибиторов горения. В качестве таких веществ можно использовать дигидрофосфат аммония ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) и сульфат аммония. Предварительные опыты показали, что эти вещества способны вытеснять углекислый газ из  $\text{NaHCO}_3$



Такая реакция, протекающая в присутствии пенообразователя, вызывает образование пены. В случае  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  процесс пенообразования протекает быстро, а в случае  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  медленно. На твердых поверхностях в результате одновременного набрызга щелочного раствора ( $\text{NaHCO}_3$ ) и кислотного раствора ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  или  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) образуется слой мелкодисперсной пены, которая при отсутствии внешнего воздействия сохраняется более 10 минут. Необходимо отметить, что такая пена удерживается и на вертикальных поверхностях, если толщина ее слоя не превышает 3 см.

Кроме изолирующего действия пена, образованная при использовании в качестве кислотного компонента дигидрофосфата аммония будет проявлять, и ингибирующее действие, так как это вещество является одним из наиболее эффективных ингибиторов горения целлюлозных материалов [6]. В случае использования в качестве кислотного компонента сульфата аммония пена будет иметь повышенное охлаждающее действие за счёт больших затрат тепла на термическое разложение этого вещества [7].

Также были проведены опыты по набрызгу бинарных составов с внешним пенообразованием на поверхность горючих жидкостей (бензин А-76). Установлено, что при подаче двух растворов в распыленном виде значительная часть растворов не тонет, а реагирует на поверхности жидкости. При этом можно организовать подачу растворов так, что на поверхности бензина образуется сплошной слой пены. Также как и в случае набрызга на твердые поверхности образуется стабильная мелкодисперсная пена.

При набрызге на поверхность бензина компонентов пенообразующей системы часть растворов не успевает прореагировать и тонет. Однако на дне сосуда происходит реакция между кислотным и щелочным растворами, в результате чего образуется пена, которая всплывает на поверхность жидкости. При всплывании пены происходит перемешивание горячих и холодных слоёв горючей жидкости,

---

---

что способствует её тушению. При разрушении пены выделяется углекислый газ, который также проявляет огнетушащее действие.

**Выводы.** Для расширения возможностей пенного пожаротушения предложено использовать бинарные составы с внешним пенообразованием. Предложены качественные составы кислотной и щелочной составляющих таких огнетушащих средств. Установлено, что предложенные бинарные составы способны образовывать устойчивые слои пены на твердых и жидких поверхностях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шараварников А.С., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шараварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. М.:Калан, 2002.– 448 с.

2. Carlson G.P. What's all the talk abot class A foam // Fire Eng. 1991.– V.144, N 10.– p. 10-12.

3. Слепченко В.Ф., Жартовский В.М. Огнетушащий состав вспенивающийся в очаге пожара // Тезисы доклада II Междунар. научн. – практ. конф.: Чрезвычайные систуации их предупреждение и ликвидация. Ч.1. Минск, 2003.– С. 330–332.

4. Шараварников А.Ф., Аксёнов В.П., Слепченко В.Ф., Михайлова Н.И. Тушение горючих гидкостей распыленной водой с самовспенивающейся добавкой. // Пожарная техника. Средства и способы пожаротушения: Сборн. научн. трудов. М.: ВНИИПО, 1992.– С.148-151.

5. Присяжнюк Л.А та інш. Методичний посібник з питань експлуатації та використання вогнегасників. Київ: Основа, 1997.– 150 с.

6. Билкун Д.Г., Казаков М.В., Пешков В.В., Пузако М.В. Тушение древесины водой с низкомолекулярными добавками // Теоретические и экспериментальные вопросы пожаротушения: Сб. научн. трудов. М.: ВНИИПО.–1982.– С.99–105.

7. Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Бондаренко С.Н. Экспериментальное исследование охлаждающего действия гелеобразующих огнетушащих составов, содержащих сульфат аммония // Проблемы пожарной безопасности.– 2008.– вып.23.– С.3-8.  
nuczu.edu.ua

Статья поступила в редакцию 12.09.2008 г.