

## УДК 614.84

*А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент, НУГЗУ,  
К.В. Жерноклёв, канд. хим. наук, ст. препод., НУГЗУ,  
А.В. Савченко, канд. техн. наук, стар. науч. сотр., НУГЗУ*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ОГNETУШАЩЕГО  
СПОСОБНОСТИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ  
ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ ПРИ ТУШЕНИИ  
МОДЕЛЬНОГО ОЧАГА ПОЖАРА 1А**

(представлено д-ром хим. наук Д.В.Калугиным)

Проведены результаты экспериментального определения показателя огнетушащей способности гелеобразующей системы  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{SiO}_2$  и отдельно компонента этой системы  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  при тушении стандартного модельного очага 1А. Установлено, что такие составы имеют в несколько раз большую огнетушащую способность, чем вода.

**Ключевые слова:** модельный очаг пожара 1А, гелеобразующая система, показатель огнетушащей способности.

**Постановка проблемы.** При тушении реальных пожаров огнетушащая способность веществ оказывается существенно меньше соответствующих теоретических значений. Так, для жидкофазных огнетушащих веществ, основным из которых является вода, огнетушащая способность на порядок меньше теоретических значений. Это, в основном, определяется потерями огнетушащего вещества за счёт стекания с вертикальных и наклонных поверхностей. Другим фактором неполного использования огнетушащего вещества является эффект образования между каплями воды и нагретой поверхностью паровой плёнки (эффекта Лейденфроста) [1]. Эта плёнка не допускает прямого контакта капель жидкости с твёрдой поверхностью, что приводит к падению вниз крупных капель и уносу конвективными потоками мелких капель.

Для повышения эффективности огнетушащих средств необходимо принимать меры по уменьшению их потерь в процессе тушения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Для предотвращения потерь огнетушащих жидкофазных веществ были предложены огнетушащие и огнезащитные гелеобразующие средства (ГОС) [2-3]. Они состоят из двух отдельно хранимых и одновременно подаваемых составов. Один из составов представляет собой раствор гелеобразующего компонента – силиката щелочного металла. Второй состав – раствор веществ взаимодействующих с силикатом с образованием устойчивого нетекучего геля. Гель образует слой, который прочно закрепляется на вертикальных и наклонных поверхностях.

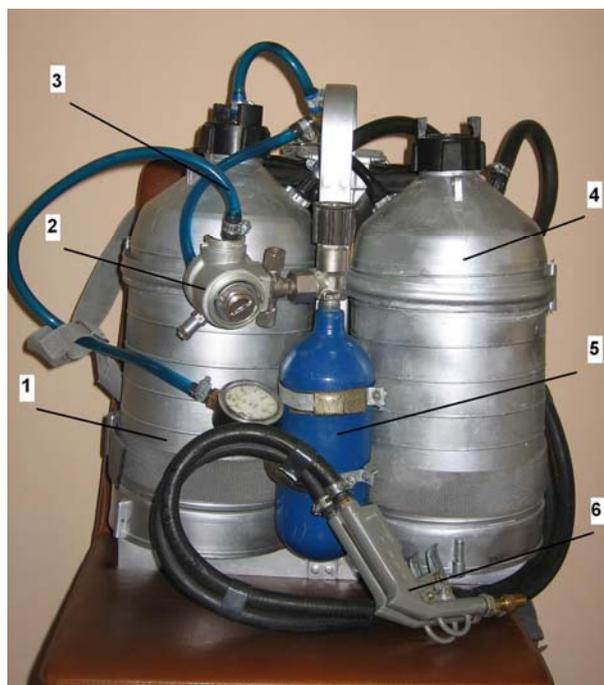
Ранее были установлены высокие оперативные огнезащитные свойства гелеобразных слоёв [4-6]. Также были проведены экспериментальные исследования огнетушащих характеристик ряда гелеобразующих систем [7-9]. Эти эксперименты проводились на лабораторных модельных очагах малого размера. Открытая площадь поверхности таких модельных очагов составляла  $0,32 \text{ м}^2$ . Такой размер модельного очага не сопоставим с размерами очагов реальных пожаров. В качестве модельных очагов реальных пожаров небольшой площади, согласно ДСТУ 3675-98[10], используют стандартные модельные очаги пожаров разного ранга. В данной работе был выбран стандартный модельный очаг 1А. Общая и открытая площадь поверхности такого очага составляют  $5,99$  и  $4,7 \text{ м}^2$  соответственно. Это сопоставимо с площадями реальных пожаров на начальном этапе их развития.

В качестве количественного показателя эффективности огнетушащего вещества используют его показатель огнетушащей способности [11-12]. При тушении твёрдых горючих материалов этот показатель определяется массой огнетушащего вещества, приходящегося на единицу площади модельного очага пожара достаточной для уверенного тушения в нём в условиях стандартного эксперимента. Повышению эффективности пожаротушения соответствует уменьшение численного значения показателя огнетушащей способности. Ранее экспериментально определённые на лабораторных модельных очагах значения показателя огнетушащей способности требуют уточнения для модельных очагов большой площади.

**Постановка задачи и её решение.** Целью работы является экспериментальное определение показателя огнетушащей способности ГОС на стандартных модельных очагах 1А. Эти модельные очаги имеют открытую площадь поверхности в 15 раз большую, чем лабораторные модельные очаги. Эти два вида модельных очагов подбирались с учетом их геометрического подобия. Кроме того, сравниваемые модельные очаги были подобраны с близкими значениями плотности укладки – лабораторный модельный очаг -  $0,53$ , стандартный -  $0,48$ .

Для сопоставимости результатов по разным модельным очагам необходимо обеспечить одинаковую интенсивность подачи ОВ. Для этого необходимо в 15 раз увеличить расход на средстве подачи при тушении модельного очага 1А по сравнению с расходом при тушении лабораторного модельного очага. Для этого была разработана и изготовлена автономная установки тушения гелеобразующими системами «АУТГОС» (рис 6.1). В этой установке использовался гидравлический принцип распыливания ОВ при таком же, как и у установок ОП-301 давлении вытесняющего газа [8-9].

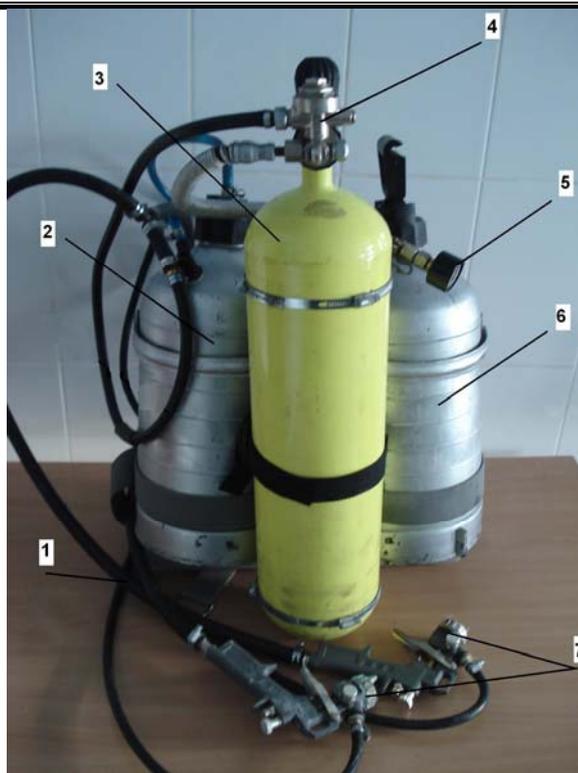
Предварительные опыты работы на установке «АУТГОС» показали, что при подаче ОВ в среднюю часть штабеля попадало очень незначительное количество компонентов ГОС. Для устранения этого недостатка установка «АУТГОС» была модернизирована. В новой установке «АУТГОС–П» (Рис.2) распыливание жидкости осуществлялось с помощью сжатого воздуха. Одновременно пистолетные стволы были заменены на стандартные пневмораспылители.



**Рис. 1 – Внешний вид автономной установки пожаротушения ГОС АУТГОС: 1 – ёмкость с раствором гелеобразователя; 2 – редуктор; 3 – система гибких шлангов; 4 – ёмкость с раствором катализатора гелеобразования; 5– баллон со сжатым воздухом; 6 – стволы с пистолетными рукоятками**

Обе установки имеют регулируемый расход компонентов ГОС – 5-12 кг/мин. Для обеспечения быстрого открытия и закрытия кранов для подачи жидкостей и газов использовались устройства пистолетного типа, которые обеспечивали возможность как отдельной, так и совместной подачи компонентов ГОС.

Общая масса компонентов ГОС в обеих установках составляет 12 кг (по 6 кг гелеобразователя и катализатора гелеобразования). Общая масса полностью заправленных установок «АУТГОС» и «АУТГОС–П» составляет 20 и 28 кг соответственно. Максимальная дальность подачи ОВ для установки «АУТГОС» составляет 5 м, а для «АУТГОС–П» 7 м.



**Рис. 2 – Внешний вид автономной установки пожаротушения ГОС «АУТГОС–П»**

**1 – система гибких шлангов; 2 – ёмкость с раствором гелеобразователя; 3 – баллон со сжатым воздухом; 4 – редуктор; 5 – манометр высокого давления; 6 – ёмкость с раствором катализатора гелеобразования; 7 – форсунки пневмораспыливания с пистолетными рукоятками**

Предварительные опыты показали, что при использовании установка «АУТГОС–П» в среднюю внутреннюю часть штабеля попадает в 2–2,5 раза больше ОВ, чем при использовании установки «АУТГОС». На основании этого результата для тушения стандартного модельного очага 1А была использована установка «АУТГОС–П».

При тушении стандартного модельного очага 1А выдерживались требования ДСТУ 3675-98. Влажность брусков сосновой древесины составляла 10 %. Модельный очаг и устанавливался на электронных весах непрерывного взвешивания (Рис.3). Момент начала тушения определялся по убыли 45 % массы штабеля в процессе его горения. Общее время разгорания модельного очага составляло ~7 минут.

Тушение стандартного модельного очага 1А осуществлялось ГОС  $-(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(25\%) + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{SiO}_2(12\%))$ , одним компонентом ГОС  $-(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4(25\%))$  и водой.

Результаты по тушению модельного очага 1А представлены в таблице 1. Во всех случаях расчёт показателя огнетушащей способ-

ности проводился по отношению к общей площади модельного очага. В этой же таблице приведены и показатели огнетушащей способности для исследованных систем, полученных при опытах на лабораторных модельных очагах.



Рис. 3 – Внешний вид стандартного модельного очага 1А установленного на весах непрерывного взвешивания (закрты теплозащитным экраном)

Таблица 1. – Общие затраты ОВ на тушение стандартного модельного очага 1А ( $m$ ), показатель огнетушащей способности ( $\Phi_0$ ) исследованных систем для стандартного модельного очага 1А и показатель огнетушащей способности ( $\Phi_0(l)$ ) для лабораторного модельного очага

Огнетушащее вещество	$m$ , кг	$\Phi_0$ , кг/м <sup>2</sup>	$\Phi_0(l)$ , кг/м <sup>2</sup>
H <sub>2</sub> O	7,8	1,30	1,23
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (25 %) + Na <sub>2</sub> O·2,7 SiO <sub>2</sub> (12 %)	2,7	0,45	0,28
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (25 %)	2,1	0,35	0,26

Обращает на себя внимание тот факт, что значения показателя огнетушащей способности для воды находятся в согласии с данными, рассчитанными в результате обработки результатов приведенных в работе [13] для водных и воздушно–пенных огнетушителей.

Как видно из приведенных в таблице данных, соотношения в показателях огнетушащей способности для воды, ГОС NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(25 %) + Na<sub>2</sub>O·2,7 SiO<sub>2</sub>(12 %) и одного компонента ГОС (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) изменились незначительно при переходе от лабораторного очага малого размера к стандартному модельному очагу 1А.

**Выводы.** В целом можно заключить следующее:

- огнетушащая способность жидких веществ несколько уменьшается при росте размера модельного очага, с помощью которого проводилось определение;
- соотношение же показателей огнетушащей способности при росте площади поверхности модельного очага изменяется в незначительной степени;
- системы на основе дигидрофосфата аммония превосходят воду по огнетушащей способности в 3–4 раза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тарахно О.В. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі / О.В. Тарахно, А.Я. Шаршанов. – Харків: АЦЗУ, 2004. – 252 с.

2. Пат. 60882 Україна, МПК<sup>7</sup> А62С1/00. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреєв О.О., Бабенко О.В. Заявник и володар патенту Академія Пожежної Безпеки України.-№ 2003032600; заявл. 25.03.2003; опубл. 15.10.2003, бюл. № 10.

3. Патент 2264242 Российская федерация. МПК<sup>7</sup> А62С, 5/033.Способ тушения пожара и состав для его осуществления Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамом Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В. Заявитель и патентообладатель Академия пожарной безопасности Украины №2003237256/12; заявл. 23.12.2003; опубл. 20.11.2005, Бюл. №32.

4. Абрамов Ю.А. Исследование областей быстрого гелеобразования огнетушащих и огнезащитных систем на основе гидроксидов и карбонатов / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв // Научный вестник будівництва. – 2006.– вып.36. – С.190-194.

5. Киреев А.А. Исследование массовой скорости выгорания древесины, огнезащищённой гелеобразующей системой  $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7 SiO_2$ . / А.А. Киреев, Г.В. Тарасова, К.В. Жерноклёв // Вестник национального технического университета «ХПИ».– 2006.– №43.– С.65-70.

6. Киреев А.А. Термогравиметрические исследования огнетушащих и огнезащитных гелей / А.А. Киреев // Проблемы пожарной безопасности.– 2006.– вып. 20. – С.81-85.

7. Абрамов Ю.О. Дослідження вогнегасної дії гелеутворюючих систем на основі силікатів / Ю.О. Абрамов, А.А. Кіреєв, О.М. Щербина, А.О. Бедзай // Пожежна безпека. – 2007.– №.11.– С.100-104.

nuczu.edu.ua

8. Киреев А.А. Исследование огнетушащего действия гелеобразующих огнетушащих составов / А.А. Киреев, С.Н. Бондаренко // Проблемы пожарной безопасности. – 2008. – вып. 24. – С.44-49.

9. Киреев А.А. Исследование огнетушащего действия гелеобразующих огнетушащих составов на модельных очагах пожаров класса А с высокой плотностью укладки / А.А. Киреев // Проблемы пожарной безопасности. – 2008. – Вып. 24. – С.77-82.

10. ДСТУ 3675-98. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. К.: Держстандарт України. – 1998.

11. ДСТУ 2272. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. К.: Держстандарт України, 2006. – 32 с.

12. Антонов А.В. Вогнегасні речовини / А.В. Антонов, В.О. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовский, В.В. Ковалишин Посібник. Київ: Пожінформтехніка, 2004. – 176 с.

13. Присяжнюк Л.А., Методичний посібник з питань експлуатації та використання вогнегасників / Л.А. Присяжнюк, Д.Г. Білкун, В.К. Баленко, О. І. Волошаненко, В.В. Клименко, В.С. Давиденко, С.І. Кудрявий. К.: Основа. – 1997. – 150с.

О.О. Кіреєв, К.В. Жернокльов, О.В. Савченко

**Визначення показника вогнегасної здатності гелеутворюючих складів при гасінні модельного вогнища пожежі 1А.**

Наведені результати експериментальних визначень показника вогнегасної здатності води, гелеутворюючої системи  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{SiO}_2$  і окремого компонента цієї системи  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , що отримані при гасінні стандартного модельного осередку пожежі 1А. Встановлено, що системи на основі дігідрофосфату амонію мають вогнегасну здатність в 3–4 рази вищу ніж вода.

**Ключові слова:** модельні вогнища пожежі 1А, гелеутворюючі системи, вогнегасна здатність.

O.O. Kireev, K.V Zhernoklov, A.V. Savchenko

**Definition of indicator extinguishing ability gelling compositions for fighting the fire model 1A.**

The experimental results on the indicators extinguishing ability of water, Gelling of  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7 \text{SiO}_2$  and a separate component of the system  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  obtained by putting the standard model cell fires 1A. Found that systems based on extinguishing ability of hydro phosphate to have 3-4 times higher than water.

**Keywords:** Modeling the fire 1A Gelling systems, fire extinguishing capability.