

*А.А. Лісняк, к.т.н., доцент, нач. кафедри, НУЦЗУ,  
П.Ю. Бородич, к.т.н., доцент кафедри, НУЦЗУ,  
М.В. Покідін, курсант, НУЦЗУ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТВЕРДИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ В БУДІВЛЯХ**

(представлено д-ром техн. наук Тарасенком О.А.)

Досліджено процес виникнення, розвитку та гасіння пожеж ТГМ в будівлях. Розглянуті проблемні питання підвищення ефективності використання води в якості вогнегасної речовини.

**Ключові слова:** тверді горючі матеріали, вогнегасна речовина, тонко розпилена вода, ефективність гасіння.

**Постановка проблеми.** Водою гасяться понад 90 % всіх пожеж. Причиною тому є те, що вода, як вогнегасна речовина, має низку переваг порівняно з іншими вогнегасними речовинами, а саме: ефективна, екологічно безпечна, загальнодоступна, дешева та ін.

Але, як показує практика гасіння пожеж твердих горючих матеріалів (ТГМ) в будівлях значної площі, коефіцієнт корисної дії (ККД) води при подачі її традиційними пожежними стволами складає близько 2-3 %. Вся інша вода (97-98%) не потрапляє на поверхню що горить, або стікає з неї, практично не залучаючись до механізму охолодження поверхні що горить, а відповідно, і процесу гасіння пожежі. Головна проблема такого низького ККД води при гасінні пожеж ТГМ в будівлях в тім, що зайво пролита вода наносить будівлі, обладнанню та матеріальним цінностям на нижче розташованим (під поверхом що горить) поверхах будівлі що не горять збитки, нерідко сумірні зі збитками, завданими вогнем, а іноді навіть перевищують їх [4].

На гасіння пожежі витрачається в середньому 200 літрів води на 1 м<sup>2</sup>, у той час як мінімально-необхідна кількість води для ліквідації полум'яного горіння становить всього 2-3 літрів, тобто на ліквідацію полум'яного горіння витрачається не більше 2 % всієї води. З урахуванням витрат води на охолодження і ліквідацію тління відсоток корисного використання води зростає, але не більше ніж до 20%, інша вода просто проливається.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Підвищення ефективності використання води на пожежі і сьогодні є актуальним питанням для науковців та практиків пожежної справи всього світу. Одним з напрямків вирішення проблеми підвищення ефективності використання води на пожежі розглядають застосування тонкорозпиленої води [5-7],

«термоактивованої» (перегрітої) води [8, 9] або використання змачувачів та загусників [10]. Але використання даних механізмів та способів припинення горіння мало ефективно або матеріально не обґрунтовано [3]. Очевидним є те, що проблема підвищення ефективності гасіння пожеж ТГМ в будівлях залишається актуальною для пожежних фахівців всього світу.

**Постановка задачі та її розв'язання.** За статистикою, для гасіння внутрішніх пожеж в Україні, найчастіше використовують стволи «Б» (СРК-50), а при гасінні розвинутих пожеж стволи «А» (РС-70) [1].

При подачі в осередок пожежі компактних струменів води, вони не завдають вагомого впливу на зону горіння, через високу швидкість руху та малу площу контакту, а потрапивши на поверхню ТГМ вони не досить ефективно будуть їх охолоджувати і тим самим мало сприяти гасінню.

При подачі розпиленого струменю зі ствола СРК-50, через велику дисперсність крапель ( $d_k \approx 5000$  мкм), характеристики струменю не істотно відрізняються від характеристик компактного струменю, і також не забезпечують істотного підвищення вогнегасної ефективності води.

Таким чином використання стволів СРК-50, а тим більше РС-70, при гасінні більшості внутрішніх пожеж не є доцільним через малу ефективність компактних, крупно-розпиленних струменів води.

Відповідно постає завдання пошуку способів та засобів подачі води для гасіння пожежі, які забезпечать її оптимальне використання, а саме: високу вогнегасну ефективність та мінімальні побічні збитки від зайво пролітої води.

Хоча при гасінні пожеж водою, припинення горіння відбувається за рахунок дії трьох з чотирьох відомих механізмів: поглинання тепла (охолодження) зони горіння і поверхні горючої речовини, розбавлення зони горіння негорючими речовинами (парою) та ізоляції горючої речовини від окислювача [1, 2], пріоритетним є механізм охолодження, за яким вода і відноситься до вогнегасних речовин охолоджуючої дії. Відповідно найбільший ефект при подачі води в полум'я пожежі буде в тому випадку, коли її охолоджуючий ефект буде максимальним.

Одним з напрямків вирішення проблеми підвищення ефективності використання води на пожежі, зменшення кількості пролітої води при гасінні внутрішніх пожеж та великих додаткових збитків, що наносяться пролітою водою в ході гасіння пожежі науковці розглядають застосування для цілей пожежогасіння тонкорозпиленої води [5, 6]. Висока ефективність гасіння пожежі тонкорозпиленою водою забезпечується зниженням температури в зоні горіння (в усьому факелі полум'я одночасно) до значень нижче температури потухання,

за рахунок великої площі контакту з факелом полум'я та відносно великим часом взаємодії з ним. За законами теплопередачі, кількість тепла, що віднімається тілом (водою) від газового середовища можна описати рівнянням виду [2]:

$$Q = S_n \cdot \tau \cdot \alpha \cdot (T_{г.с.} - T_n), \quad (1)$$

де  $S_n$  – площа поверхні (взаємодії води з полум'ям),  $m^2$ ;  $\tau$  – час взаємодії, с;  $\alpha$  – емпіричний коефіцієнт тепловіддачі;  $T_{г.с.}$  та  $T_n$  – температура горючого середовища (полум'я) та температура поверхні відповідно,  $^{\circ}C$ .

Але, ключовим аспектом є одночасне проникнення вогнегасної речовини в весь факел полум'я. Враховуючи незначний запас кінетичної енергії краплі, через дуже малу масу краплі мікронного діаметру, охоплення хмарою тонкорозпиленої води всього факелу полум'я можливо лише на початковій стадії розвитку пожежі ( $S_{пож.} = 2 \div 3 m^2$ ) через те, що енергія краплі втрачається через 2-3 метри після виходу зі ствола і краплі рухаються за законами гравітації та аеродинаміки висхідних потоків навколо зони горіння [3]

$$E_{кін.} = m_k \cdot v_k^2 / 2, \quad (2)$$

де  $m_k, v_k$  – маса та швидкість краплі відповідно.

Потім домінуючу роль в русі крапель води починає відігравати так звана швидкість вітання. Це швидкість, при якій крапля як би зависає в повітрі, і далі напрям її руху та траєкторія польоту визначається напрямком повітряних та газових потоків.

Приблизний розрахунок швидкості вітання можна провести за наступною формулою [3]:

$$V_{віт.} \geq 462 \cdot \sqrt{r_k}, \quad (3)$$

Результати розрахунку числового значення швидкості вітання водяної краплі в залежності від її розмірів наведені в таблиці.

Радіус краплі $r_k$ , мкм	Швидкість вітання $V_{віт.}$ , м/с
5000	17-18
3000	13-14
2000	10-11
1000	7-8
500	5-6
300	4-5
100	3

Враховуючи швидкість висхідних потоків продуктів згорання, що на внутрішніх пожежах з горючим завантаженням до  $100 \text{ кг/м}^2$  (більшість будівель) сягає 5-15 м/с, краплі тонкороспиленої води дисперсністю до 100 мкм, як вже було сказано раніше, або взагалі не досягають факелу полум'я, або випаровуються в його зовнішніх зонах, не досягаючи навіть зони горіння, не кажучи про поверхню горючого матеріалу.

Таким чином оптимальний розмір крапель води для гасіння внутрішніх пожеж ТГМ коливається в межах 300-3000 мкм. Дані показники дисперсності забезпечують багатофункціональні та комбіновані стволи, які в пожежно-рятувальних підрозділах України найбільш поширено представлені фірмами Protek (Тайвань) та Akron (США).

**Висновки.** Враховуючи неефективність використання як тонкороспилених (з дисперсністю крапель менше 100 мкм) так і крупно-розпилених та компактних струменів для гасіння більшості розвинутих внутрішніх пожеж, і в той же час визнаючи те, що найбільша ефективність гасіння при подачі води буде в тому випадку, коли її охолоджуючий ефект буде максимальним, можна зробити висновок про доцільність використання, під час гасіння пожеж ТГМ, багатофункціональних пожежних стволів зі змінними показниками дисперсності.

Хоча данні заходи і не забезпечать повної ефективності використання води на пожежі, через велику кількість сторонніх факторів, що відбуваються в ході пожежі, але істотно підвищать ККД води при гасінні пожеж ТГМ в будівлях, як в напрямку підвищення вогнегасної здатності води, так і в напрямку зменшення побічних збитків від зайво пролитої води.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ МНС України від 13.03.2012 р. № 575.

2. Абдурагимов И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров // М.: ВИПТШ МВД СССР, 1980. – 256 с.

3. Абдурагимов И.М. Несостоятельность идеи применения тонкораспылённой и «термоактивированной» (перегретой) воды для пожаротушения / И.М. Абдурагимов // Пожаровзрывобезопасность. 2011. – №6. – С. 54-58.

4. Абдурагимов И.М. Проблема тушения крупных лесных пожаров и крупномасштабных пожаров твёрдых горючих материалов в зданиях / И.М. Абдурагимов // Пожаровзрывобезопасность. 2012. – Спецвыпуск – С. 86-91.

5. Бабенко В.С. Дальнобойность гидроимпульсной струи / В.С. Бабенко, А.П. Кремена // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2012. – Вып. 32, С.13 – 19.

6. Карпенчук И.В. Методы расчёта кавитационных сопел для получения мелкораспылённой воды или водного огнетушащего раствора / И.В. Карпенчук, С.Г. Петуховский // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2007. – №2 (16). С. 162-169.

7. Душкин А.Л. Оптимизация параметров потоков тонкораспылённых огнетушащих веществ / А.Л. Душкин, А.В. Карпышев, М.Д. Сегаль // Пожаровзрывобезопасность. 2010. – №1. – С. 39 – 44.

8. Храмов С.П. Вода для тушения пожаров / С.П. Храмов // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – №4. — С. 72-75.

9. Роечко В.В. Уникальные свойства температурно-активированной воды // ЖПД. – 2009. – №4. – С. 20.

10. Казаков М.В. Применение смачивателей для тушения пожаров / М.В. Казаков, П.Г. Демидов // М.: 1964. – 58 с.

А.А. Лисняк, Н.В. Покидин

**Повышение эффективности тушения твёрдых горючих материалов в зданиях**

Исследован процесс возникновения, развития и тушения пожаров ТГМ в зданиях. Рассмотрены проблемные вопросы повышения эффективности использования воды в качестве огнетушащего вещества.

**Ключевые слова:** твёрдые горючие материалы, огнетушащее вещество, тонкораспылённая вода, эффективность тушения.

A.A. Lisnyak, N.V. Pokidin

**Improving the efficiency of suppression of solid combustible materials in buildings**

The process of emergence, development and fighting fires in buildings THMs. Problematic aspects efficient use of water as an extinguishing agent.

**Keywords:** solid fuels, the extinguishing agent, water mist, quenching efficiency.