

О.М. Ларін, Б.І. Кривошей, О.Г. Поліванов

Національний університет цивільного захисту «НУЦЗУ», Харків, Україна

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН ТА СПОСОБІВ ЇХ ДОСТАВКИ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

У статті наведений аналіз вогнегасних речовин, котрі широко застосовуються підрозділами державної служби з надзвичайних ситуацій України, проаналізовано способи їх застосування та методи подачі вогнегасних речовин. Як один із напрямків вирішення питання щодо гасіння пожеж різних класів з безпечної відстані для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів державної служби з надзвичайних ситуацій України, запропоновано використовувати ствольні установки дискретної подачі різних вогнегасних речовин.

Ключові слова: вогнегасна речовина, установка дискретної подачі вогнегасних речовин, пожежогасіння.

Постановка проблеми

Аналізуючи статистичні дані [1] щодо виникнення пожеж на території нашої держави, можна зробити висновок, що має місце зростання кількості пожеж відповідно до збільшення прямих і побічних збитків від цих надзвичайних подій. Розміри можливих збитків та імовірність травмування й загибелі людей залежить від часу прибуття пожежно-рятувальних підрозділів до місця виникнення надзвичайної події (пожежі). Одним із напрямків щодо зменшення збитків та

вірогідності травмування та загибелі людей - це застосування універсальних вогнегасних речовин та способів їх подачі в осередок пожежі. У сучасних умовах гасіння пожеж різних класів відрізняється одне від одного. У кожному конкретному випадку необхідно застосовувати технічні засоби, які дають найбільший ефект гасіння.

Сьогодні вогнегасні речовини за домінуючим принципом припинення горіння поділяються на чотири групи (таблиця 1).

Таблиця 1

Вогнегасні речовини за домінуючим принципом припинення горіння

Охолоджувальної дії	Ізольуючої дії	Діють переважно за рахунок розведення газового горючого середовища	Інгібувальної дії
вода, водні розчини, діоксин вуглецю в твердому стані	повітряно-механічна піна, вогнегасні порошки, негорючі сипкі матеріали (пісок, земля, флюси, графіт), листові матеріали (азбестові, брезентові покривала, щити тощо)	водяна пара, тонко розпилена вода, хімічно малоактивні гази	галогеновані органічні сполуки, вогнегасні порошки, аерозолеві вогнегасні речовини

Окрім них існує низка вогнегасних речовин складного компонентного складу. Вони використовуються як заряди до вогнегасників і стаціонарних систем пожежогасіння [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У літературі з пожежної справи досить повно досліджені питання пожежогасіння подачею розпилених струменів води в осередок пожежі за

допомогою ручних стволів.[3,4] Як недолік можна відмітити, що невисока кінематична в'язкість води обумовлює її швидке стікання з поверхонь, що горять, у результаті чого на саме гасіння витрачається не більше 4-6% всієї поданої води, а решта її проливається марно, призводячи до псування негорючих приміщень, будівель, споруд, майна, техніки тощо. Для усунення цього недоліку

застосовуються водні розчини (піноутворювач, гелеутворюючі сполуки[5], солі калію)[6].

Результати досліджень в області порошкового пожежогасіння [7, 8] показують, що вогнегасна здатність порошоків значною мірою залежить від способу їх подавання на осередок пожежі. У цих роботах було розглянуто ефективність застосування порошкових сумішей та способів їх подання в осередок пожежі за допомогою ствольної установки пожежогасіння контейнерного метання.

У роботі [9] автором розглянуто варіант гасіння пожеж в важкодоступних місцях шляхом використання серій ударних хвиль. Як недолік можна відмітити складність виготовлення установки та доставки її до місця пожежі.

Для гасіння пожеж методом розведення застосовуються гази-розріджувачі. Можна виділити три способи подачі газів. У повітряну зону - застосовується для припинення горіння в закритих технологічних апаратах і закритих помешканнях малих і середніх об'ємів. Газ розріджувач змішується з повітрям і конвекційними потоками доставляється в зону реакції горіння. Крім того, цей метод може використовуватися для запобігання вибухів в якості флегматизаторів. У зону горіння - застосовується для гасіння речовин і матеріалів, що горять на відкритому просторі. У горючу речовину - для зниження інтенсивності горіння речовини і зниження температури його горіння при підготованні гасіння іншим методом або для запобігання заpalення. До переваг газового пожежогасіння можна віднести: мінімальний збиток при впливі на матеріали, що захищаються, і обладнання, оперативність при використанні, можливість тривалої експлуатації в автоматичному режимі, зниженні вимоги до профілактики при обслуговуванні, можна використати при гасінні пожеж різних класів в початковій стадії розвитку. Особливо ефективно застосування інертних газів при захисті музейних цінностей, архівів, бібліотек, обчислювальних центрів і інших особливо важливих об'єктів, де найбільш пріоритетним завданням є максимально можливе збереження матеріальних цінностей. Недоліки об'ємного гасіння інертними вогнегасними засобами: сумарна витрата газу становить приблизно двократний об'єм приміщення, тому використовується для приміщень з обмеженим об'ємом, для гасіння потрібна велика кількість балонів, отже, великі витрати на їх обслуговування (можуть застосовуватися скраплені гази), вогнегасна концентрація в 3-5 раз вище, ніж небезпечні для людей концентрації, тому необхідна сигналізація і витяжна вентиляція. Сполуки на

основі галоїдвуглеводнів ефективно гасять полум'яне горіння різних вуглеводнів. Їх можна застосовувати як засіб об'ємного, так і локального гасіння. Найбільше застосування хладони знайшли в автоматичних стаціонарних установках пожежогасіння, що забезпечують об'ємне гасіння в приміщеннях, що захищаються, об'єм яких не перевищує 6000 м³. Ці речовини, на перший погляд, здаються нешкідливими для людини та навколишнього середовища та є дуже ефективним засобом об'ємного пожежогасіння. Але нарівні з позитивними якостями сполуки на основі хладонів, та мають ряд недоліків. При високих температурах можливе самозаймання хладона і виділення галогенів і галогеноводню, що впливає на стан людини. Ці речовини мають токсичні властивості, особливо продукти їх термічного розкладання та газоподібні продукти горіння [10].

Ефективність використання різних вогнегасних речовин буде залежати від класу пожежі. Саме класи пожеж, тобто види горючих речовин визначають необхідність використання тих чи інших конкретних вогнегасних засобів або їх комбінацій.

Кожна вогнегасна речовина має свою сферу застосування. Вони використовуються в якості зарядів для переносних (пересувних) вогнегасників, модульних, автономних, стаціонарних систем пожежогасіння.

Постановка завдання та його вирішення

З метою пожежогасіння використовується широкий спектр технічних засобів, розроблених як для захисту будівель, споруд, так і для доставки необхідного спеціального обладнання, інструменту, засобів захисту оперативних розрахунків пожежно-рятувальних підрозділів. Щоб можна було швидко і ефективно загасити пожежу, важливо правильно підібрати вогнегасний склад і забезпечити його швидко доставку в осередок пожежі. Вибір суміші для боротьби з пожежою на конкретному об'єкті визначається їх фізичними і хімічними характеристиками.

До технічних засобів пожежогасіння належать системи, установки, автоматичні системи пожежогасіння, первинні, мобільні засоби пожежогасіння, пожежне обладнання, ручний, механізований інструмент.

Підручними засобами пожежогасіння є багри, ломи, лопати, відра, ящики з піском, ємності з водою, кошма, хлопавки та інше.

У підрозділах ДСНС найбільше розповсюдження отримали мобільні засоби пожежогасіння, до яких відносяться всі типи основних та спеціальних пожежних автомобілів,

спеціальна авіатехніка, пожежні вертольоти, літаки, пожежні поїзди, судна, пристосована з метою пожежогасіння техніка, танки, трактори, тягачі, автоцистерни, причепа зі спеціальним обладнанням, пожежні мотопомпи.

Виклад основного матеріалу

На озброєнні підрозділів ДСНС України знаходиться техніка, яка не є достатньо ефективною для гасіння складних пожеж і не вирішує проблему доставки сучасних ефективних вогнегасних речовин (аерозолетворюючих речовин, вогнегасних порошкових сполук, екологічно чистих хлоридів, твердого двоокису вуглецю й металоорганічних сполук) на відстань понад 100 м. Тому сьогодні гостро стоїть проблема вдосконалення наявного парку пожежної техніки, створення технічних засобів пожежогасіння нових поколінь.

Перспективними технічними засобами пожежогасіння є ствольні установки, такі як дискретної доставки вогнегасних речовин. Ці установки є принципово новими технічними засобами пожежогасіння, їх дослідження й розробка актуальна для розвитку сучасних методів пожежогасіння. Використання цих установок дозволить ефективно вирішувати завдання доставки різних вогнегасних речовин на відстань понад 100 м методом метання в контейнерах під час гасіння складних пожеж різних класів на особливо небезпечних об'єктах, забезпечуючи при цьому безпеку особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України.

У статті пропонується розробка безпечної для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України способу доставки різних вогнегасних речовин в залежності від класів пожеж (рис. 1) та конструкцію контейнера (ємності) з вогнегасною речовиною (рис. 2).

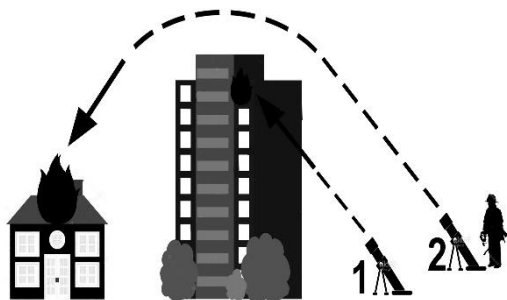


Рис.1 зображена подача вогнегасної речовини з безпечної відстані за допомогою ствольної установки дискретної подачі контейнера (ємності).

1. Приклад доставки контейнера (ємності) з вогнегасною речовиною у вікно багатоповерхівки в осередок пожежі.
2. Приклад доставки контейнера (ємності) з вогнегасною речовиною на значну відстань для гасіння складних пожеж.

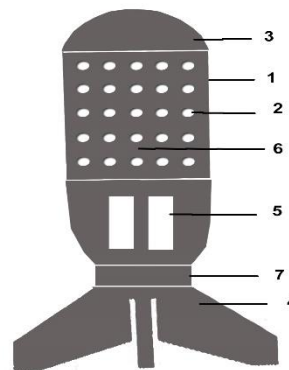


Рис.2 зображений контейнер (ємність) для установки дискретної подачі вогнегасних речовин.

1. Корпус.
- 2.Отвори для розпилю вогнегасної речовини з заглушками.
- 3.Головна частина корпусу.
- 4.Хвостовик.
- 5.Піропатрон або ємність із стисненим повітрям.
- 6.Ємність з вогнегасною речовиною.
- 7.Бікфордів шнур

У роботі [11] наведена математична модель траєкторії польоту контейнера з урахуванням опору повітря (формула 1).

$$y(x) = \frac{m \cdot g}{C} \cdot \frac{1 + \frac{C}{m \cdot g} \cdot v_0 \cdot \sin \theta_0}{v_0 \cdot \cos \theta_0} \cdot (x - x_0) + \frac{m^2 \cdot g}{C^2} \cdot \ln \left(1 - \frac{C \cdot (x - x_0)}{m \cdot v_0 \cdot \cos \theta_0} \right) + y_0 \quad (1)$$

де x - координата абсцис центру мас контейнера в розрахунковий момент часу, м;

x_0 - координата абсцис центру мас контейнера в початковий момент часу, м; y - координата ординат центру мас контейнера в розрахунковий момент часу, м;

y_0 - координата ординат центру мас контейнера в початковий момент часу, м;

ϑ_0 - швидкість метання, м · с⁻¹;

C - коефіцієнт сили лобового опору, який визначається експериментальним шляхом;

t - час польоту, с; m - маса контейнера, кг;

θ_0 - кут метання, град.

Отримане рівняння (1) дозволяє розрахувати дальність і траєкторію польоту контейнера в повітрі. Ця ж формула встановлює залежність дальності польоту контейнера від початкової швидкості вильоту зі ствола установки і коефіцієнта сили опору повітря.

Графік залежності дальності й висоти польоту контейнерів від початкової швидкості метання зображений на (рис. 3)

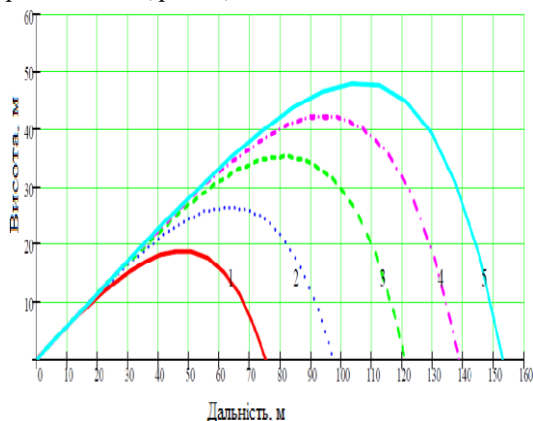


Рис.3 Графік залежності дальності й висоти польоту контейнерів діаметром 80 мм, масою 1,3 кг від початкової швидкості метання
1 – 30 м·с⁻¹; 2 - 60 м·с⁻¹; 3 - 90 м·с⁻¹; 4 - 120 м·с⁻¹; 5 - 150 м·с⁻¹

Висновки

Проведений аналіз свідчить про те, що розроблено багато різних видів вогнегасних речовин, але універсальної вогнегасної речовини, яка б задовольняла вимог економічності, екологічної безпеки та вогнегасної ефективності, а головне для гасіння усіх класів пожеж не розроблено.

Тому завданням подальшого наукового пошуку є модернізація способів подачі цих вогнегасних речовин.

Сучасні способи гасіння пожеж шляхом подачі вогнегасних речовин не завжди є безпечні для життя пожежних-рятувальників, тому вважаємо, що застосування способів та пристроїв для подачі вогнегасних речовин із безпечної відстані є пріоритетним напрямком розвитку пожежогасіння.

Як один із напрямків вирішення питання щодо гасіння пожеж різних класів із безпечної відстані запропоновано використовувати стволові установки дискретної подачі різних сумішей вогнегасних речовин.

Література

1. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2017 році с.40 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : [www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017\(KMY\).pdf](http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017(KMY).pdf)

2. Довідник керівника гасіння пожежі [Текст] / За загальною редакцією Кривчицького В.С. – К.: ТОВ "Літера-Друк", 2016. – 320 с.

3. Дубінін, Д.П. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водним струменем [Текст] / Д.П. Дубінін, К.В. Коритченко, А.А. Лісняк // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2018. – № 43. – С. 45 – 53.

4. Лісняк, А.А. Підвищення ефективності гасіння пожеж твердих горючих матеріалів в будівлях [Електронний ресурс] / А.А. Лісняк, П.Ю. Бородич // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2013. – № 34. – С. 115-119. Режим доступу:

<http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1063>

5. Козяр, Н.М., Шляхи підвищення ефективності застосування водних та водопінних вогнегасних речовин. [Електронний ресурс] / Н.М. Козяр // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2009, № 2 (20). Режим доступу: http://firesafety.at.ua/visnyk/2009_No_2-20/Kozyar.pdf

6. Киреев, А.А., Исследование огнетушащего действия гелеобразующих составов на модельных очагах пожаров класса а с высокой плотностью укладки. [Текст] / А.А. Киреев // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2010. – № 27. – с. 77-82

7. Хілько, Ю.В. Визначення параметрів вогнегасної ефективності викиду порошкових сумішей з контейнерів. [Текст] / Ю.В. Хілько, Р.Г. Мелещенко // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2017. – № 41. – с. 77-82, 196-200.

8. Каришин, А.В. Применение высокодисперсных порошковых огнетушащих составов в контейнерах для метания в установках пожаротушения стволового типа. [Электронный ресурс] / А.В. Каришин, А.М. Царев, В.С. Степанюченко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук 2010. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/primeneniye-vysokodispersnyh-poroshkovyh-ognetushaschih-sostavov-v-konteynerah-dlya-metaniya-v-ustanovkah-pozharotusheniya-stvolovogo>

9. Баланюк, В.М., Пожежогасіння серіями ударних хвиль. [Текст] / В.М. Баланюк // Проблеми пожежної безпеки. – Харків, 2016 - № 40 с. 26-34.

10. Білим, П.А. Теорія горіння та вибуху [Текст] / П.А. Білим, Г. В. Фесенко.- Харків національна академія міського господарства. – Х.: ХНАМГ, 2012. – с.59-60

11. Жуйков, Д.А., Разработка метода пожаротушения с использованием стволовой установки контейнерной доставки огнетушащих веществ на удаленное расстояние [Текст]: автореферат / Д.А. Жуйков. - Москва, 2007 – с.20

References

1. Report on the main results of the State Service of Ukraine for Emergencies in 2017, (2018), 5-8 Retrieved from [www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017\(KMY\).pdf](http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017(KMY).pdf)
2. Under the general wording of Kropivnitsky V.S. (2016). *Guide to the fire extinguishing director*, 22-36.
3. Dubinin, D.P., Korytchenko, K.V., & Lisnyak A.A., (2018). Technical means of fire extinguishing by small split water jet. *Fire safety problems*, 43, 45-53.

4. Lisnyak, A.A., Borodich, P.Y., (2013). Improving the efficiency of extinguishing fires of solid combustible materials in buildings. *Problems of fire safety*, 34, 115-119. Retrieved from <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1063>
5. Kozyar N.M., (2009). Ways of increasing the efficiency of the use of water and vaporized extinguishing agents. *Scientific Bulletin of UkrNIIPB*, 2 (20), 13-18, Retrieved from http://firesafety.at.ua/visnyk/2009_No_2-20/Kozyar.pdf
6. Kireev, A.A., (2010). Investigation of the fire extinguishing effect of gel-forming compounds in model fire centers of class A with a high packing density. *Fire safety problems*, 27, 77-82
7. Khilko, Y.V., Meleshchenko, R.G., (2017) Determination of parameters of fire extinguishing efficiency of release of powder mixtures from containers. *Fire safety issues*, 41, 196-200
8. Karishin, A.V., Tsarev, A.M., Stepanyuchenko, V.S., (2010). Use of highly dispersed powder fire extinguishing compositions in containers for throwing in stem-type fire extinguishing installations. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences* Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/v/primeneniye-vysokodispersnyh-poroshkovyh-ognetushaschih-sostavov-v-konteynerah-dlya-metaniya-v-ustanovkah-pozharotusheniya-stvolovogo>
9. Balanjuk, V.M. (2016). Fire extinguishing series of shock waves. *Fire safety issues*, 40, 26-34
10. Bilim, P.S., Fesenko, G.V., (2012) Theory of combustion and explosion. *National Academy of Municipal Economy*, 59-60

11. Zhuikov, D.A., (2007). Development of the method of fire extinguishing with the use of the stem of the container delivery of extinguishing substances to the remote distance. *Abstract*, 20.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.М. Куценко, Харківський національний університет цивільного захисту, Україна.

Автор: ЛАРИН Олександр Миколайович
доктор технічних наук, професор
Національний університет цивільного захисту
України «НУЦЗУ»
E-mail – o.m.larin@gmail.com

Автор: КРИВОШЕЙ Борис Іванович
кандидат технічних наук, доцент.
Національний університет цивільного захисту
України «НУЦЗУ»
E-mail – krivoshei.borys@gmail.com

Автор: ПОЛІВАНОВ Олександр Геннадійович
ад'юнкт ад'юнктури
Національний університет цивільного захисту
України «НУЦЗУ»
E-mail – alex-polivanov@i.ua

ANALYSIS OF THE AVAILABLE SUBSTANCES USE AND METHODS OF THEIR DELIVERY FOR FIRE EXPANSION

A. Larin, B. Krivoshei, A. Polivanov

National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Every year from fires there is a set of accidents, considerable material losses are put, the environment is destroyed, people perish. In recent years, there has been a tendency to increase the occurrence of significant fires in arsenals, oil storage facilities, chemical plants, which requires fundamentally new approaches to their elimination. The question of effective work of the personnel of the state emergency service of Ukraine in various destructive situations and the minimum risk to their lives is relevant.

In the reviewed work the authors analyzed the use of fire extinguishing agents and methods of their delivery for fire fighting purposes. The advantages and disadvantages of the use of various fire extinguishing agents. The idea of optimal extinguishing of complex fires with the help of discrete delivery of various fire extinguishing substances by fire-rescue units over long distances (more than 100 m) is proposed, a drawing of the method of their supply is given and an example of a container (container) that delivers the fire extinguishing agent to the fire place is developed. The existing target model of fire extinguishing requires further careful research, especially in the field of ballistics and design of the container (container) for the delivery of various fire extinguishing agents, which make an error in the results, but will help to solve the actual problem of effective fire extinguishing. The analysis shows that many different types of fire extinguishing agents have been developed, but a universal fire extinguishing agent that would meet the requirements of efficiency, environmental safety and fire extinguishing efficiency, and most importantly to extinguish all classes of fires is not developed. Therefore, the goal of further research is the modernization of the methods of delivery of these agents. Modern methods of extinguishing fires by supplying fire extinguishing agents are not always safe for the life of firefighters-rescuers, so we believe that the use of methods and devices for supplying fire extinguishing substances from a safe distance is a priority for the development of fire fighting. As one of the directions of solving the problem of extinguishing fires of different classes from a safe distance, it is proposed to use stem installations for discrete supply of various mixtures of fire extinguishing substances.

The results of the research presented in the reviewed work are of theoretical and practical interest, and therefore are promising for study and can be recommended for publication in scientific journals.

Keywords: extinguishing agent, installation of a discrete supply of extinguishant substances, fire extinguishing.