

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій**

**Черкаський інститут пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України**

**Матеріали XII Міжнародної  
науково-практичної конференції  
«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ  
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»**

**26 квітня 2022 року**

**Черкаси – 2022**

Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. – 260 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету оперативно-рятувальних сил  
ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
**(протокол № 8 від 21.04.22 р.)**

Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі комісією з питань роботи із службовою інформацією в ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
**(протокол № 3 від 29.03.2021 р.)**



## Шановні учасники конференції!

Щиро вітаю Вас із нагоди відкриття XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій».

Вже традиційно цей захід щороку збирає висококваліфікованих фахівців, наукових, науково-педагогічних та практичних працівників з України та інших країн, які мають чудову нагоду не тільки обмінятися досвідом, новими напрацюваннями, досягненнями, відкриттями, а й ознайомитись із сучасною протипожежною та аварійно-рятувальною технікою, обладнанням та засобами пожежогасіння. Сьогодні, як ні коли, актуальним питанням стає розробка теоретичних і практичних аспектів гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій в умовах воєнного стану.

Географія гостей конференції є досить широкою. Дякую Вам за відданість справі боротьби з пожежами, надзвичайними ситуаціями та їх наслідками, адже рятувальна галузь є пріоритетною не лише для України, а й для всієї світової спільноти.

Тематичні секції конференції сформовані з урахуванням актуальних теоретичних та практичних питань забезпечення цивільної безпеки, а саме: реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків; особливості створення та застосування протипожежної, аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки; фізико-хімічних процесів розвитку та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічної безпеки; методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки.

Безперечно, питання, винесені на конференцію, є актуальними для нашого сьогодення, тож переконаний, що фахові доповіді будуть сприяти розвитку науки і подальшому вдосконаленню якості підготовки здобувачів вищої освіти, а сформульовані пропозиції матимуть практичне значення для професійної діяльності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Бажаю учасникам Міжнародної науково-практичної конференції плідної роботи та нових творчих здобутків в ім'я збереження життя та здоров'я громадян та мирного неба над Україною!

*Начальник Черкаського інституту  
пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету  
цивільного захисту України  
кандидат технічних наук, професор*

**Віктор ГВОЗДЬ**

## Організаційний комітет:

Голова оргкомітету:

Віктор ГВОЗДЬ, заслужений працівник цивільного захисту України, кандидат технічних наук, професор, начальник ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна).

Члени оргкомітету конференції:

Олександр ТИЩЕНКО, заслужений працівник освіти України, доктор технічних наук, професор, заступник начальника інституту з навчальної та наукової роботи ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Володимир АНДРОНОВ, доктор технічних наук, професор, НУЦЗ України (Україна);

Юрій РИСЬ, Департамент персоналу Державної служби України з надзвичайних ситуацій (Україна);

Сергій ЄРЕМЕНКО, доктор технічних наук, доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (Україна);

Юрій КОВАЛЬОВ, кандидат технічних наук, доцент, Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету (Україна);

Telak OKSANA, PhD, Head of State and Safety Sciences Department. Faculty of Civil Safety Engineering The Main School of Fire Service, Warsaw (Poland);

Telak JERZY, PhD, Prof., Head of Logistics Department, University of Social Sciences, Warsaw (Poland);

Реззак ЕЛАЗАТ, Об'єднана платформа «Пошук, рятування, медична та гуманітарна допомога» (Туреччина);

Шин МО СЕ, компанія SAFEUS DRONE (Південна Корея);

Рима ТАМОШУНЕНЕ, Professor, Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса (Литва);

Рітольдас ШУКИС, доктор наук, начальник факультету будівельних матеріалів і пожежної безпеки, Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса (Литва);

Maria RAYKOVA, PhD, Associated Professor, Technical University of Gabrovo (Bulgaria);

Анатолій БЄЛІКОВ, доктор технічних наук, професор, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (Україна);

Віталій СНИТЮК, доктор технічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Україна);

Ігор МАЛАДИКА, кандидат технічних наук, доцент, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Віталій НУЯНЗІН, кандидат технічних наук, доцент ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Віктор ПОКАЛЮК, кандидат педагогічних наук, доцент ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Артем БИЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Володимир АРХИПЕНКО, кандидат педагогічних наук, доцент ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Іван ЧОРНОМАЗ, кандидат технічних наук, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Михайло ПУСТОВІТ, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна);

Дар'я ШАРІПОВА, кандидат психологічних наук, доцент ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна).

Відповідальний секретар конференції:

Артем МАЙБОРОДА, кандидат педагогічних наук, доцент, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (Україна).

# *Секція 1.*

## *Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків*

УДК 622-051

### **ВИЗНАЧЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ОСОБОВОМУ СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ЩОДО ДІЙ В УМОВАХ ЗМЕНШЕНОЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗРАХУНКУ**

*Дмитро БЕЛЮЧЕНКО, канд. тех. наук,  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна*

Аналіз показав, що в Україні, особливо для підрозділів, які розташовані не в обласних центрах, має місце тенденція оперативного дій в умовах скороченої штатної чисельності розрахунків пожежно-рятувальних автомобілів, основу яких складають пожежні автоцистерни. Це свідчить про те, що підвищення ефективності оперативного дій пожежних автоцистерн розрахунками скороченої чисельності є актуальною проблемою для Державної служби України з питань надзвичайних ситуацій. В [1] відмічено, що одним з основних факторів, що впливають на час виконання оперативного дій сил та засобів, є чисельність оперативного розрахунку пожежно-рятувальних автомобілів. За умов зменшення кількості рятувальників в оперативному розрахунку, збільшується середнє навантаження на одну особу, тому що кількість операцій, які виконує один рятувальник, зростає.

В [2] досліджені визначено, що найбільш раціональним варіантом буде той, коли увесь склад оперативного розрахунку відділення закінчує свої дії одночасно, тобто кожен номер оперативного розрахунку витратить однакову кількість часу на виконання своїх окремих операцій і ці дії найчастіше обмежені у просторі та часі та повинні виконуватися у суровій послідовності відповідно до таблицю оперативного розрахунку.

Запропонована методика проведення експериментальних досліджень, яка дозволяє отримати кількісні оцінки часу оперативного розгортання, що будуть одночасно характеризувати клас пожежно-рятувального автомобіля, рівень підготовленості особового складу та вплив чисельності розрахунків пожежно-рятувальних автомобілів різного класу на час оперативного розгортання (ОР1 та ОР 2).

Аналіз отриманих результатів показує, що зі зменшенням кількості складу оперативного розрахунку відділення збільшується середнє навантаження на одну особу, тому що кількість операцій, які виконує один рятувальник, зростає.

Визначено що більшій мірі ці чинники вплинули на результати курсантів, які мають професійні навички, але випадки застосування їх та досвід значно менший ніж у професійних пожежних. Найменше ці чинники впливають на результат професійних пожежних, проте ці переваги втрачається коли особовий склад відділення досягає 4-ї та 5-ї медико-вікової групи. У зв'язку з цим на етапі первинної підготовки необхідно приділяти підвищену увагу навчанню до виконання різноманітних варіантів оперативного дій умовах зменшення кількості складу оперативного розрахунку відділення, визначення додаткових операцій, які

необхідно виконати кожним рятувальником за умов відсутності відповідного номеру оперативного розрахунку.

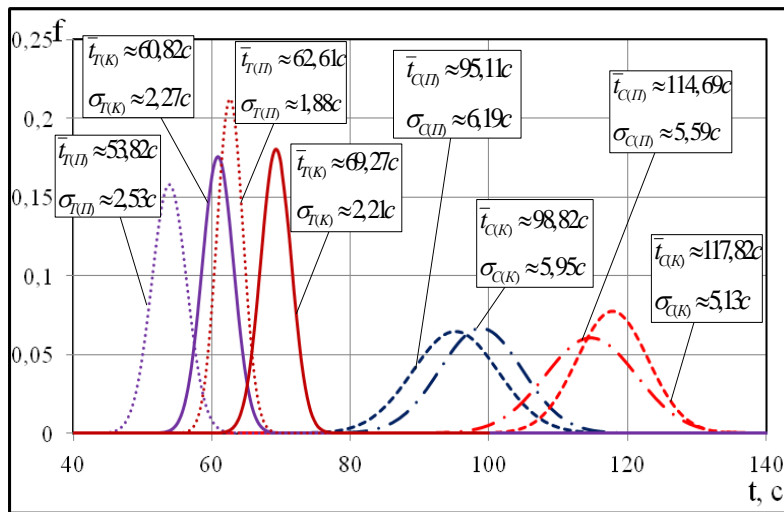


Рис.1. Розподіл часу виконання оперативного розгортання (ОР1) від пожежно-рятувальних автомобілів середнього та важкого класів в залежності від кількості складу оперативного розрахунку (синій колір – повний склад відділення, червоний – неповний склад відділення) та рівня підготовленості пожежних (суцільна лінія – курсанти, пунктирна – пожежні штатних підрозділів)

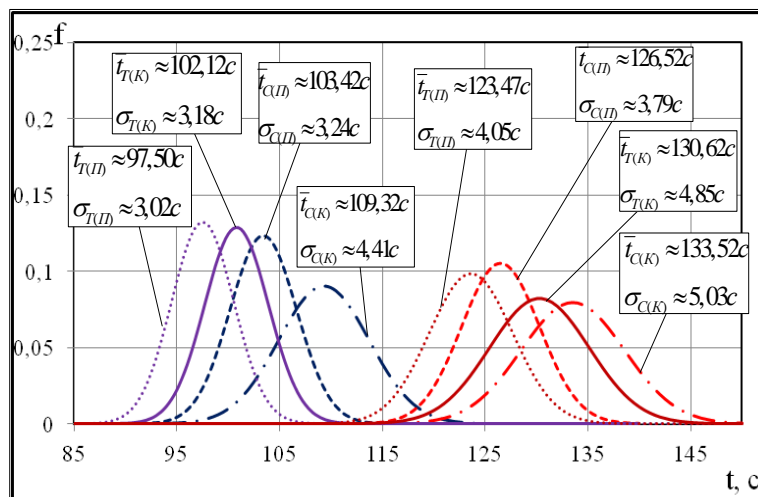


Рис.2. Розподіл часу виконання оперативного розгортання (ОР2) від пожежно-рятувальних автомобілів середнього та важкого класів в залежності від кількості складу оперативного розрахунку (синій колір – повний склад відділення, червоний – неповний склад відділення) та рівня підготовленості пожежних (суцільна лінія – курсанти, пунктирна – пожежні штатних підрозділів)

## ЛІТЕРАТУРА

1. Белюченко Д. Ю., Стрілець В. М. Багатофакторна оцінка ефективності оперативного розгортання пожежних автомобілів в умовах виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру // Комунальне господарство міст. Харків. 156. 2020. 204-211. DOI: 10.33042/2522-1809-2020-3-156-204-211.
2. Beliuchenko D., Burmenko A., Loboichenko V., Maxsymov A. Specifics of the multivariate simulation evaluation of the system “rescuer – emergency equipment – emergency” functioning // Scientific foundations of modern engineering. 2020. .211-215. DOI: 10.46299/isg.2020.

## СТВОРЕННЯ ВОДЯНИХ СТРУМЕНІВ РОЗПИЛЕНОГО ТА КОМПАКТНОГО ТИПІВ ТА ЇХ ТРАНСФОРМАЦІЯ У ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРИ

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;  
Юрій Сенчихін, канд. техн. наук, професор,  
Національний університет цивільного захисту України;  
Валентин ДИВЕНЬ, канд. іст. наук, доцент,  
Олександр БЛАЩУК, Сергій ЩЕПАК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Стволи з насадками НРТ-5, 10, 20 створюють розпилений струмінь на великій відстані, але незначного діаметра, за цих причин насадки типу НРТ використовуються, головним чином, під час осадження хмари сильнодіючої або отруйної речовини. У випадку використання насадка РВ-12 досягається захист тільки об'єктів висотою до 8 м (див. табл. 1).

Таблиця 1. Основні технічні характеристики стволів з насадками для створення розпилених водяних струменів

Параметри	Турбінні розпилювачі			Щільний розпилювач	Комбіновано го типу
	НРТ-5	НРТ-10	НРТ-20	РВ-12	СПРК (Protek)
Напір перед розпилювачем, м	60	60	60	60	70
Витрата води л/с	5	10	20	12	1,2-7,9
Довжина струменя, м	20	25	35	8 (вертикальна завіса)	45

Як показали досліди, розпилений струмінь, так само як і суцільний, має три характерні частини: компактну, роздроблену і краплинну.

Нерозривність або суцільність потоку забезпечується тільки в компактній частині струменя. У роздробленій частині струменя відбувається його розрив на великі водяні фрагменти, суцільність струменя порушується і струмінь розширюється. У краплинній частині струменя водяний потік складається з безлічі крапель і струмінь вже представляє краплинно-водяний факел. Така характерна трансформація струменя розглядається в гідравліці [1].

Причиною такої трансформації водяних струменів у повітрі є порушення стійкості руху струменя в результаті дії сил інерції і грузлих сил. Мізерно малі збурювання на поверхні струменя при виході із насадка створюють поперечні коливання, що під дією сил поверхневого натягу і в'язких сил будуть збільшуватися.

У вільних водяних струменях, що витікають в атмосферу, діють обидва фактори, а в дослідях Сміта і Мооса встановлено, що для циліндричних струменів довжина безперервної ділянки пропорційна швидкості витікання. Швидкість

витікання  $V_0$  пов'язана з напором у насадку  $H_0$  відомим у гідравліці співвідношенням

$$V_0 = \Phi \sqrt{2gH_0} \quad (1)$$

де  $\Phi$  емпіричний коефіцієнт швидкості.

Отже, довжина компактного струменя повинна бути пропорційної  $H_0^{1/2}$ .

Це співвідношення трохи відхиляється від формули Фрімана

$$H_k = H \cdot \left(1 - a \cdot \frac{H_0}{d}\right)$$

із формули Люгера

$$H_k = \frac{H}{1 + b \cdot H_0}$$

для круглих струменів ( $a$  і  $b$  емпіричні коефіцієнти).

Для розпилених струменів дані в літературі невідомі. Тому нижче нами виконаний аналіз таких струменів методом розмірностей.

Геометричний параметр насадка має розмірність  $L_x$ , розмірність вертикальної швидкості буде  $L_z T^{-1}$ .

Значення компактного струменя  $H_k$  може залежати від параметрів насадка, щільності рідини, поверхневого натягу і початкової швидкості струменя  $V_0$ . Початковий напір  $H_0$  і прискорення сили ваги враховуються у відповідності з залежністю (1) через  $V_0$

$$H_k = \text{const} \cdot \rho^i \cdot \delta^j \cdot \sigma^k \cdot V^l \quad (2)$$

Дорівнюємо показники ступенів при розмірностях  $H^k [L_z]$ ,  $\rho [ML_z^{-1}L_x^{-2}]$ ,  $\delta [L_x]$ ,  $\sigma [MT^{-2}]$ ,  $V [L_z T^{-1}]$ , і одержимо систему рівнянь для визначення показників ступенів у (2) відповідно при  $L_z, M, T, L_x$

$$\left. \begin{aligned} 1 &= -i + l \\ i + k &= 0 \\ -2k - l &= 0 \\ -2i + j &= 0 \end{aligned} \right\}$$

з якої випливає, що  $i = 1$ ,  $j = 2$ ,  $k = -1$ ,  $l = 2$ .

Отже, метод розмірності при обліку фактора поверхневого натягу дає формулу

$$\frac{H_k}{\delta} = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot V^2 = \text{const} \cdot We$$

де  $We = \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot V^2$  число Вебера, що визначає дію сил поверхневого натягу.

Якщо враховувати дію на струмінь, втрату компактності течії та руйнування сил в'язкості, то слід записати

$$H_k = \text{const} \cdot \rho^i \delta^j \mu^k V^l$$

де  $\mu$  динамічна в'язкість води.

У цьому випадку аналогічно попереднім методом розмірностей одержимо

$$\frac{H_k}{\delta} = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta \cdot V}{\mu} = \text{const} \cdot Re \quad (3)$$



$$Re = \frac{\rho \cdot \delta \cdot V}{\mu}$$

де  $\mu$  – число Рейнольдса, що визначає дію сил в'язкості.

У дійсності на рух рідини будуть діяти як сила поверхневого натягу, так і сила в'язкості, залежності вигляду  $H_k / \delta = f(V)$  по формулі (2) є асимптотичними, тобто  $H_k / \delta = f(We, Re)$ . Фактично величина  $H_k / \delta$  буде залежати від  $V$  у ступені більшою за 1 та меншою за 2. Якщо врахувати, що швидкість на виході з насадка пов'язана з напором співвідношенням (1), то формулу (2) можна представити у вигляді

$$H_k = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot H_0, \quad (4)$$

Однак одержати за цим способом теоретичну залежність з урахуванням одночасної дії сили поверхневого натягу і сили в'язкості на стійкість струменя на його межі «вода-повітря» не представляється можливим і необхідне використання формул (3) і (4), що пропонується у вигляді

$$\frac{H_k}{\delta} = C_3 \cdot \frac{\rho}{\mu} H_0^{1/2} + C_4 \cdot \frac{\rho}{\sigma} H_0,$$

де  $C_1, C_2, C_3, C_4$  – коефіцієнти, що визначають внесок діючих сил.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.
2. Маладика І.Г., Дендаренко Ю.Ю., Мирошник О.М., Биченко А.О., Федоренко Д.С., Словінський В.К. та ін. Довідник керівника гасіння пожежі. – Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016, - 320 с.
3. Шеренков И.А., Дендаренко Ю.Ю. Верные свободные водяные струи для теплосащиты при пожарах. // Научный сборник строительства. – Вып. 18. – Харьков: ХДТУБА-ХОТВ АБУ, 2002. – С. 293-297.

УДК 614.843

#### ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ

*Дмитро Дубінін, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

В роботах [1-4] встановлено, що ефективність застосування тонкорозпиленої води (далі – ТРВ) для гасіння пожежі буде залежати від технічних засобів подавання та їх розпилення. Розглянемо характеристики існуючих мобільних засобів пожежогасіння ТРВ [5].

Розглянемо світові компанії з виробництва сучасних технічних засобів пожежогасіння ТРВ. Так компанією FOGTEC (Німеччина) [6] проводиться розробка мобільних автономних засобів, таких як KFT 25/120, KFT 25/120-MD. Представлені засоби укомплектовуються ємністю об'ємом 100 л, також можуть працювати від сторонньої ємності. Робочий тиск складає 120 Бар при витраті 20 л/хв., а маса установок без урахування ВР (далі – ВР) складає 150 кг.

Fireco (Італія) [7] є одним зі світових лідерів з виробництва насосів високого тиску, в яких використовуються мембранні або поршневі насоси, а двигуни – бензинові з потужністю – 9, 14 та 18 к.с. та дизельні – 10, 11, 12, 15 та 19 к.с. При цьому є можливість комбінувати насосні групи: 50, 70, 80 та 100 л/хв. при тиску 40 і 50 бар – 135 л/хв. при тиску 20 бар – 42 л/хв при 100 і 150 бар – 34 л/хв на 170 бар.

Відома європейська компанія Rosenbauer (Австрія) [8] пропонує використовувати модульні системи високого тиску UHPS MOBIL та модуль UHPS SKID, що встановлюються на транспортний засіб. Робочий тиск складає 100 Бар при витраті 38 л/хв, а маса без урахування ВР складає близько 200 кг. Представлені засоби укомплектовуються ємностями об'ємом 130 л для води та 20 л для піноутворювача.

Компанією EmiControls (Італія) [9] пропонується застосовувати протипожежні турбіни. Витрата води з цих протипожежних турбін складає близько 100–4000 л/хв., а маса близько 1000 кг. Турбіни бувають стаціонарні, мобільні та встановлені на ПРА.

Німецькою компанією HNE Technologies AG [10] для гасіння пожеж застосовуються мобільний блок MFU 40-50 HiCAFS. Витрата води складає близько 50 л/хв., а маса – 120 кг, робочий тиск насосу – 40 Бар. Також компанією мобільний блок пожежогасіння MFU 50-150, витрата води складає 150 л/хв., а маса – 240 кг, робочий тиск насосу – 50 Бар.

Індійською компанією Murlı Techno PVT. LTD [11] застосовується для гасіння пожеж мобільні блоки подачі ТРВ з витратою 60 л/хв. при тиску – 40 Бар. Також цією ж компанією запропонована мобільна система пожежогасіння ТРВ високого тиску. Витрата води при роботі складає 22 л/хв., маса 150-350 кг та робочий тиск насосу – 100 Бар.

Китайською фірмою Everbest Fire Equipment Co., Ltd [12] система гасіння ТРВ представлена як стаціонарними засобами та і мобільними при цьому робочий тиск насосу складає 120 Бар.

Корейська фірма Corporation NEOTECHKOREA [13] здійснює виробництво та випуск мобільних засобів пожежогасіння ТРВ. Так у моделей MOB-1W, MOB-1B, MOB-1A, MOB-1AS витрата води під час роботи складає 15–25 л/хв., а робочий тиск 200 Бар.

Компанія Safequip (Pty) Ltd [14], здійснює виробництво мобільних блоків пожежогасіння, а саме: економічний блок низького тиску продуктивність насосу складає 416 л/хв., а робочий тиск – 2,5 Бар; економічний блок високого тиску продуктивність насосу – 17–20 л/хв., а робочий тиск – 35 Бар; економічний блок з одиночним робочим колесом продуктивність насосу – 500 л/хв., а робочий тиск – 7 Бар; економічний блок з подвійним робочим колесом продуктивність насосу – 400 л/хв., а робочий тиск – 10 Бар.

Продукція імпульсного пожежогасіння Impulse Fire Extinguishing System виробником якої є компанія IFEX<sup>®</sup> Technologies GmbH (Німеччина) [15] здійснює виробництво ранцевих і мобільних засобів пожежогасіння, таких як 13 litre Backpack 3001/12, Fast Attack Unit 3072 та транспортних засобів

З урахуванням вище зазначеного можна сказати, що до техніко-економічних показників засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою відносяться масо-габаритні характеристики засобів пожежогасіння ТРВ, мобільність, вартість, витрати на навчання роботи з технічним засобом, обслуговування та ремонт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д. П. Дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель / Д. П. Дубінін, А. А. Лісняк // VII Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Надзвичайні ситуації: безпека та захист». –

2017. – С. 60–62. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5065>.

2. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водняним струменем // Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle>.

3. Експериментальне дослідження методу гасіння пожежі водняним аерозолем у приміщеннях складної конфігурації / Д. П. Дубінін та ін. // Проблеми пожежної безпеки. 2019. № 46. С. 47–53. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10560>.

4. Дубінін Д. П. Застосування установки періодично-імпульсної дії для гасіння пожеж в будівлях дрібнорозпиленою водою / Д. П. Дубінін, А. А. Лісняк // 20 Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку». – 2018. – С. 172–175. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/7474>.

5. Дубінін Д. П. (2021). Дослідження вимог до перспективних засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою // Проблеми надзвичайних ситуацій, (33). Р. 15–29. doi: 10.52363/2524-0226-2021-33-2.

6. FOGTEC Fire Protection. Retrieved from <https://fogtec-international.com>.

7. Fireco S.R.L.. Retrieved from <https://www.fireco.eu>.

8. Rosenbauer International AG. Retrieved from <https://www.rosenbauer.com/de/int/world>.

9. EmiControls. Retrieved from <https://www.emicontrols.com>.

10. HNE Technologies AG. Retrieved from <https://www.hne.ag>.

11. Murli Techno PVT. LTD. Retrieved from <http://www.murlifiresafety.com>.

12. Everbest Fire Equipment Co., Ltd. Retrieved from [www.ebfire.com](http://www.ebfire.com).

13. Corporation NEOTECHKOREA. Retrieved from <http://www.corpwin.com>.

14. Safequip (Pty) Ltd. Retrieved from <http://www.safequip.co.za>.

15. IFEX. Retrieved from <https://www.ifex3000.com/en/home/>.

## УДК 614.8

### ДОСЛІДЖЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНОГО БАГАТОФУНКЦІЙНОГО ПРИБАДУ ДЛЯ ГАСІННЯ НИЗОВИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*Дмитро Дубінін, канд. техн. наук, доцент,  
Андрій Лісняк, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Відповідно до [1], зазначено, що під час лісових пожеж залежно від швидкості поширення вогню за рішенням КГЛП застосовуються такі способи гасіння:

- за наявності достатньої кількості сил і засобів організовується гасіння по всьому фронту пожежі або одночасне гасіння найбільш небезпечних осередків на флангах і в тилу для розбивання периметру пожежі на окремі невеликі ділянки для подальшого їх гасіння;

- сили і засоби вводяться для гасіння з тилу пожежі та послідовно просуваються флангами до передньої лінії фронту пожежі із швидкістю, що перевищує швидкість поширення вогню;

- сили та засоби вводяться для гасіння фронту лісової пожежі, у подальшому поступово переходять до гасіння вогню на флангах і в тилу;

- сили і засоби вводяться для гасіння з флангів лісової пожежі з метою

поступового звужування фронту пожежі;

- пуск зустрічного вогню від створеної опорної смуги (доцільно здійснювати в денний час із обов'язковою участю представника лісового господарства).

У випадку гасіння низової лісової пожежі використовують застосування вогнегасних речовин, збивання хлопавками та засипка кромки вогню землею, випалювання лісового покриву біля опорної смуги, а також створення мінералізованої смуги по периметру пожежі [1-6].

В роботі [7] розглянуто ручний багатофункційний прилад для створення мінералізованої смуги, загальний вид якого представлено на рис 1. За допомогою застосування ручного багатофункціонального приладу відбувається видалення з земної поверхні наземного горючого матеріалу (мох, лишайник, трава, чагарник, деревний опад, лісова підстилка, вітролом, порубкові рештки, підріст, підлісок) при цьому ширина смуги повинна бути удвічі більше можливої висоти полум'я низової лісової пожежі.

Ручний багатофункційний прилад для створення мінералізованої смуги містить металеву пластину у вигляді багатокутника з лезом і зубцями по зовнішньому краю, що жорстко кріпиться до однієї частини рукоятки.

Конструкція ручного багатофункційного приладу дозволяє підвищити ефективність створення мінералізованої смуги для локалізації низової лісової пожежі за рахунок використання його у якості лопати, мотиги (цапки), сокири, хлопавки, скребка або граблів в залежності від виду наземного горючого матеріалу при цьому відбувається вибір тільки сторони металевієї пластини, яка буде виконувати окрему функцію і не потрібно змінювати головки чи застосовувати допоміжні інструменти, а це, насамперед, зменшить працевитрати та скоротить час робіт при його застосуванні.

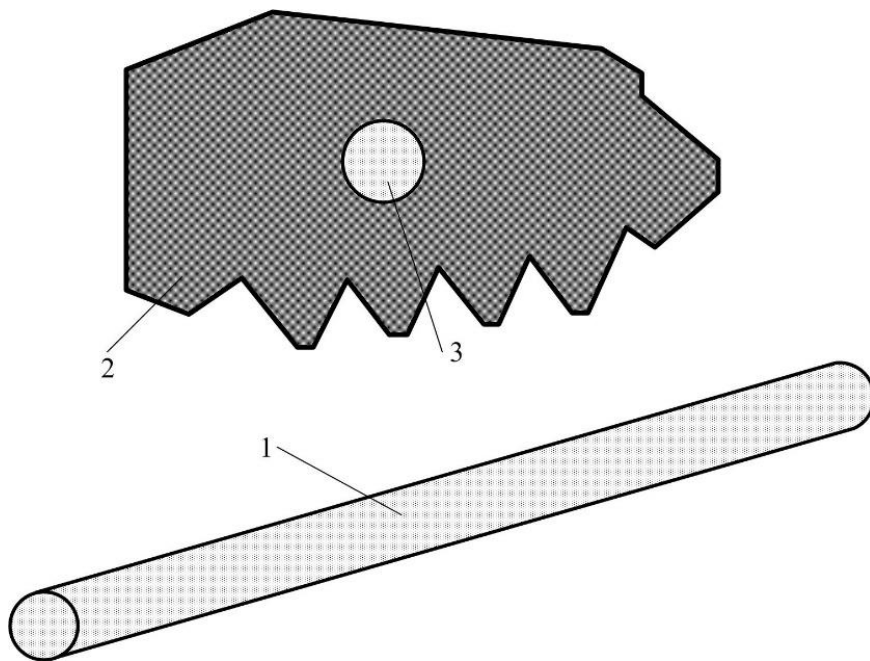


Рисунок 1. Схема конструкції ручного багатофункційного приладу для створення мінералізованої смуги: 1 – рукоятка; 2 – металеві пластина; 3 – отвір для рукоятки.

Застосування ручного багатофункційного приладу дозволить особовому складу пожежно-рятувальних підрозділів в найкоротший час створювати мінералізовані смуги для локалізації низових лісових пожеж.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України від 26.04.2018 р. № 340. «Статут дій органів управління та підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж із змінами і доповненнями, внесеними наказом МВС України від 18.10.2021 р. № 761».
2. Экспериментальное исследование способа создания противопожарных разрывов объемными шланговыми зарядами / А. М. Сиротенко, Д. П. Дубинин, К. В. Корытченко // Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 30. С. 234–241.
3. The double charge explosion models of explosive gases mixture to create a fire barrier / D. Dubinin, A. Lisnyak // Проблемы пожарной безопасности. 2011. № 41. С. 65–69.
4. Математическое моделирование параметров взрыва объемно-шлангового заряда в пологие леса / С. В. Говаленков и др. // Системи обробки інформації. 2011. № 2 (92). С. 282–285.
5. Исследование ширины противопожарного барьера, создаваемого взрывом топливоздушных зарядов / Д. П. Дубинин, К. В. Корытченко // Чрезвычайные ситуации: образование и наук. 2014. 9(1). С. 21–25.
6. Применение взрывного способа для борьбы с лесными пожарами / С. В. Говаленков, Д. П. Дубинин // Системи обробки інформації. 2009. № 2 (76). С. 135–139.
7. Ручний багатофункційний прилад для створення мінералізованої смуги: пат. 145704 Україна: А62С8/00, А01В1/00. № u 2020 05185; заявл. 11.08.2020; опубл. 29.12.2020, Бюл. № 24. 4 с.

**УДК 331.453**

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

*Руслан ЗАЄЦЬ, Анастасія РОМАНЕНКО, Олександр САУЛКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З кожним роком проблема пожеж, які виникають в природних екосистемах, зокрема в лісах, привертає до себе все більше уваги. Пожежі в лісах, забруднених радіонуклідами становлять значну проблему, оскільки прискорити період розпаду радіонуклідів на забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС територіях не можливо, а єдиним дієвим методом убезпечити прилеглі території від розповсюдження радіонуклідів є їх акумуляція та утримання.

Для цього у перші роки після аварії було заліснено більшу частину сільгоспугідь, створено величезні масиви швидкоростучих соснових насаджень. Заборона чи обмеження лісгосподарської діяльності призвела до накопичення лісових горючих матеріалів і погіршення протипожежного стану, що створює ризик виникнення великих лісових пожеж. Так, масштабні лісові пожежі в Чорнобильській зоні, що почались 6 квітня 2020 року на території Котовського лісництва між вдалося загасити лише через 10 діб. До гасіння було залучено понад 500 осіб та понад 120 одиниць техніки.

Основним небезпечним фактором під час ліквідації лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях для пожежних-рятувальників крім теплового впливу є наявність в повітрі дрібнодисперсного пилу, що містить радіоактивні частинки, а отже, крім зовнішнього, вони можуть отримати і внутрішнє опромінення, що більш небезпечно для здоров'я.

Для обрання способів гасіння лісових пожеж в умовах радіоактивного забруднення потрібно враховувати необхідність уникнення або мінімізацію безпосереднього контакту пожежників з радіоактивними матеріалами. Кожен з традиційних способів гасіння пожеж має свої переваги і недоліки з урахуванням вартості, ефективності та дотримання безпеки. Створення мінералізованих загороджувальних смуг є найбільш ефективним для слабких низових пожеж. У випадку проведення робіт механізованими засобами вдається уникнути безпосереднього контакту особового складу з радіоактивним середовищем, однак відбувається запорошування повітря, що зумовлює потребу захисту персоналу або герметизації кабін і фільтрування повітря.

Використання пожежної техніки під час гасіння лісових пожеж веде до руйнування верхнього шару ґрунту (2-4 см), де міститься переважна кількість радіонуклідів, що сприяє інтенсифікації міграційних процесів. Отже, аналізуючи небезпечні чинники, що виникають під час гасіння лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях (інгаляційне і зовнішнє опромінення особового складу, тепловий стрес, велика кількість продуктів повного і неповного згорання в зоні гасіння, задимлення, зневоднення, надмірна тривалість роботи без відпочинку), актуальним є розроблення системи заходів, пов'язаних з мінімізацією перебування особового складу пожежних підрозділів і техніки в зоні гасіння пожежі, що може бути досягнуто за рахунок удосконалення управління пожежогасінням з використанням превентивних заходів, що включають обробку лісових масивів, лісосмуг вогнезахисними композиціями та прокладанням загороджувальних смуг перед фронтом пожежі [1]. Локалізація продуктів горіння і мінімізація перенесення можлива за рахунок застосування під час гасіння пожеж ефективних вогнезахисних і вогнегасних складів. Вони блокують радіонукліди, обмежуючи негативний радіаційний вплив пожежі на навколишнє середовище і людей.

Під час гасіння пожежі на радіоактивно забруднених територіях особовому складу підрозділів необхідно використовувати більш сучасні комплекти засобів індивідуального захисту такі, як "Рятувальник-2", "АКВА-Т" та ін.



*Рис. 1. Захисні ізолюючі костюми "Рятувальник-2" та "АКВА-Т" [2,3]*

При виконанні робіт в радіоактивній місцевості має бути постійний контроль за станом зовнішнього забруднення спеціального одягу рятувальників, техніки та обладнання [4]. При гасінні лісів у зоні відчуження в літній період потрібно додатково застосовувати охолоджувальні пристрої щоб не допустити підвищення температури всередині костюма. Час роботи пожежників в костюмах з цієї причини потрібно обмежувати.

У зв'язку із забрудненістю комплекту бойового одягу і техніки продуктами горіння, що містять радіонукліди, виникає необхідність дезактивації спеціальної аварійно-рятувальної техніки та спецодягу. Недостатня увага, що приділяється дезактивації, є однією з причин «міграції» радіонуклідів на чисті території і призводить до підвищення дозового навантаження на особовий склад і населення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Kuzyk, A., & Lagno, D. Особливості процесу ліквідації пожежі у забруднених радіонуклідами лісах на території зони відчуження // Пожежна безпека. 2019. (34), С. 47-53. DOI: 10.32447/20786662.34.2019.08
2. Захисний костюм Рятувальник-2 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [https://images.ua.prom.st/1090595\\_w640\\_h640\\_1090595.jpg](https://images.ua.prom.st/1090595_w640_h640_1090595.jpg)
3. Захисний костюм АКВА-Т [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [https://images.ua.prom.st/1090516\\_w640\\_h640\\_spetsialnyj-vodoteplozaschitnyj-kostyum.jpg](https://images.ua.prom.st/1090516_w640_h640_spetsialnyj-vodoteplozaschitnyj-kostyum.jpg)
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : державні гігієнічні нормативи. ДГН 6.6.1.–6.5.001-98. 135 с.

**УДК 614.842**

## АДРЕСНІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

*Олеся КОСТИРКА, канд. техн. наук, доцент, Юлія ЛАДИК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Адресні пожежні сповіщувачі – окремі компоненти автоматичної системи пожежної сигналізації (АСПС). Ці пристрої здатні реагувати на загоряння, що почалося, і передавати сигнал тривоги разом з кодом своєї адреси на прилад приймально-контрольний пожежний.

АПС або адресний пожежний сповіщувач у своїй роботі використовує принцип розпізнавання та перетворення хімічних та фізичних факторів пожежі на звукове сповіщення за допомогою закладеного в нього алгоритму.

АПС складається з:

- електронного датчика, що переробляє інформацію, яка надходить з навколишнього середовища, і передає її далі за схемою у вигляді електронного імпульсу;
- пластмасового корпусу, який містить датчик;
- вилок, за допомогою якої прилад підключають до мережі.

Адресні сповіщувачі - автоматичні пристрої і здатні реагувати відразу на кілька факторів пожежі - підвищення задимлення, посилення тепла та інше. Різні датчики просто підключаються до одного шлейфу, при цьому кожному пристрою надається унікальний номер, за яким оператор зможе швидко визначити, в якому конкретно місці спостерігається перевищення порогового рівня певного фактора пожежі.

Основною перевагою адресних датчиків перед пороговими аналогами є топологія побудови схеми та алгоритм опитування пристроїв. Прилад приймально-контрольний пожежний регулярно моніторить стан датчиків. АПС у відповідь видають один із таких сигналів:

- норма;
- пожежа;
- відсутність;
- несправність.

Таким чином, оператор постійно перебуває в курсі стану всієї системи сигналізації, що у разі підвищує протипожежну безпеку об'єкта.

Підсумовуючи особливості роботи та встановлення адресних пожежних сповіщувачів, можна виділити такі їх практичні переваги в порівнянні з неадресними пристроями:

1. Знижуються витрати на монтажні роботи та витратні матеріали (шлейфи), що компенсує дещо більшу вартість самих АПС.

2. Підвищення надійності усієї АСПС за рахунок постійного контролю всіх компонентів. Своєчасне виявлення та заміна несправних датчиків, крім того, дозволяє знизити трудовитрати на поточне ТО системи.

3. Дистанційне управління пожежною автоматикою об'єкта, оповіщенням про пожежу, дозволить впоратися з займанням за лічені секунди, не доводячи справу до трагедії та псування майна. Особливий ефект дає інтеграція АСПС з іншими системами безпеки: АУПГ, димовидалення, СОтаУЕ.

Єдиний недолік, який відзначають користувачі, це повільніша реакція АСПС на загоряння. Однак, цей фактор можна легко усунути при правильній організації систем безпеки об'єкта.

У складі АСПС використовуються такі види сповіщувачів:

- димові – забезпечують раннє виявлення пожежі, що супроводжується рясним виділенням диму;
- теплові – використовуються у зонах, де велика ймовірність пожежі, що характеризується значним підвищенням температури; реагують на максимальну температуру чи швидкість її наростання;
- комбіновані – реагують на задимлення плюс підвищення температури;
- ручні – активуються після натискання кнопки вручну, функціонують цілодобово;
- радіоканальні – прилади взаємодіють з відривом до 600 м по радіоканалу.

Грамотне проектування всіх систем безпеки об'єкта, включаючи АСПС з АПС, гарантує необхідний рівень захисту будь-яких об'єктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Системи пожежної та охоронної сигналізації / В.В. Христин та ін. – Харків: АПБУ МВС України, 2001. – 104 с.
2. Системы пожарной сигнализации: учебник для нач. проф. образования / В. Г. Синилов. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 512 с.
3. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту.



## УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Кришталь Д. О., канд. держ. упр., Роман ЧЕРНИШ, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Гасіння великих пожеж - складний організаційно-управлінський процес, що вимагає на всіх етапах роботи від керівника гасіння пожежі (КГП) та інших учасників, прояви тактичного вишколу. Результат залежить від ефективного управлінського рішення, заснованого на наукових принципах управління гасінням і підкріпленого практичними навичками та досвідом управління пожежними підрозділами [1].

Вироблення оптимальних управлінських рішень неможливе без аналізу тактичних можливостей сил і засобів, а також ефективного їх використання на пожежі.

У зв'язку з цим, коло завдань КГП на місці гасіння пожежі стає ще ширшим, за той же період часу необхідно обробити ще більше інформації, приймати рішення в ще в більш складній обстановці і характеризується деякими факторами:

- неповнота, недостовірність або неточність інформації, наявна у КГП;
- у процесі гасіння пожежі змінюються умови ведення дій з гасіння пожежі;
- вплив тимчасових факторів для всебічного аналізу обстановки на місці пожеж

- зіставлення нормативних, рекомендаційних та довідкових документів при організації пожежогасіння.

Загалом же, аналіз дій посадових осіб, які виступають у ролі КГП, показує наявність таких характерних помилок:

- неправильний вибір вирішального напрямку - 16%;
- пізній виклик додаткових сил і засобів - 16%;
- незнання району виїзду, що призвело до пізнього прибуття підрозділів до місця виклику 10%;
- інші помилки, включаючи неповну розвідку пожежі, невжиття заходів щодо забезпечення безперебійності подачі вогнегасних засобів на гасіння, відсутність організації взаємодії зі спеціальними службами - 58%.

Характерні помилки, допущені КГП при гасінні великих пожеж:

- пізній виклик додаткових сил і засобів
- неправильний вибір вирішального напрямку
- незнання району виїзду (пізнє прибуття)
- інші помилки

Успішне гасіння великих пожеж (на початковій стадії) у вирішальній мірі залежить не тільки від узгодженості дій органів управління гарнізону протипожежної служби, а й у вдосконаленні процесу управління пожежними підрозділами на різних етапах гасіння великих пожеж за допомогою застосування інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень керівниками оперативних підрозділів, геоінформаційних технологій.

Ефективністю подібних систем і технологій є розвинені аналітичні функції, можливість управління великими обсягами даних, обробки та оцінка просторових даних (відстань між різними об'єктами, час прямування до певного об'єкта), імітаційне моделювання гіпотетичних ситуацій з урахуванням усіх особливостей оперативної обстановки і різноманіття різних ситуацій, що зустрічаються в

практичній діяльності [2], тим самим підказуючи КГП яке рішення є найбільш обґрунтованим і правильним.

Таким чином, органи управління при гасінні великої пожежі потребують не тільки традиційних систем збору, обробки та надання інформації, а й аналітичних моделей геоінформаційних систем, імітаційного моделювання при оцінці можливостей гарнізону з оперативного реагування за будь-яких умов функціонування протипожежної служби.

Отже, застосування інформаційних технологій та геоінформаційних систем дозволять підвищити ефективність заходів, спрямованих на попередження та ліквідацію надзвичайних ситуацій різного характеру, а також знизити ймовірність помилок керівників оперативно пожежних підрозділів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України від 16.12.2011 року №1341 «Про затвердження Методики розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення».

2. Наказ МНС України від 23.09.2011 року №1021. Про затвердження Методичних рекомендацій зі складання та використання оперативних планів і карток пожежогасіння.

УДК 614.842.8

### ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА ЛЕГКОВОМУ АВТОТРАНСПОРТІ

*Михайло КРОПИВА, канд. техн. наук, Ірина ДАРУГА,*

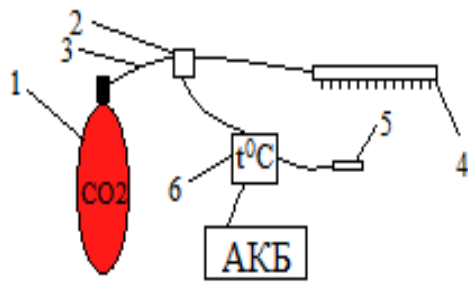
*Микола КРИШТАЛЬ, канд. психол. наук, професор,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На транспортних засобах щорічно виникає близько 4 тисяч пожеж, з яких понад 70% - пожежі легкових автомобілів [1, 2]. Загалом за останні десять років в Україні зареєстровано 28929 пожеж, об'єктом яких були легкові автомобілі, на яких загинуло 138 осіб.

Проведено аналіз існуючих автоматичних систем пожежогасіння, які розташовуються у підкапотному просторі автомобілів [3] та застосування малогабаритних модулів газового пожежогасіння.

Враховуючи результати проведеного аналізу та розглянувши всі методи та установки для припинення горіння у підкапотному просторі автомобіля [4,5], ми пропонуємо наступну конструкцію автоматичну установку для гасіння пожеж в підкапотному просторі автомобіля (рис. 1). Оптимальною вогнегасною речовиною для цих цілей є діоксид вуглецю  $CO_2$ . В подальших роботах буде описано механізм її дії.



1. Ємність для вогнегасної речовини. (Вогнегасник ВВК-1,4)
2. Електромагнітний клапан.
3. З'єднувальні шланги (Термопластик).
4. Гребінка з форсунками.
5. Датчик температури.
6. Терморегулятор.

Рис. 1. Схема установки для автоматичного пожежогасіння на легковому автотранспорті.

Проблема забезпечення пожежної безпеки транспортних засобів є важливою і актуальною так як, при таких пожежах є пряма загроза життю та здоров'ю не тільки для тих людей які знаходяться в автомобілі, а й для тих що знаходяться поряд з місцем виникнення пожежі.

Розробка такої установки дозволить значно зменшити кількість пожеж та загорань, а також матеріальні збитки від них на автомобільному легковому транспорті. В подальших роботах планується створити та апробувати дану установку та розробити рекомендації по її виготовленню та впровадженню.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2009-2012 роки: Статистичний збірник аналітичних матеріалів. За загальною редакцією В.С. Кропивницького. К.: УкрНДІЦЗ, 2018. 102 с.
2. Статистика пожеж та їх наслідків в Україні за 2013-2016 роки: Статистичний збірник аналітичних матеріалів. За загальною редакцією В.С. Кропивницького. К.: УкрНДІЦЗ, 2018. 100 с.
3. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту [Електронний ресурс]: – Режим доступу до матеріалу. : [https://undicz.dsns.gov.ua/files/2020/1/27/Analitichna%20dovidka%20pro%20pojeji\\_12.2019.pdf](https://undicz.dsns.gov.ua/files/2020/1/27/Analitichna%20dovidka%20pro%20pojeji_12.2019.pdf).
4. Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н. Пожарная безопасность автомобиля – М: Транспорт, 1987г., – 86 с
5. Розроблення засобів гасіння пожежі в підкапотному просторі автомобіля/ А.Г.Ренкас, А. А. Ренкас, Волинський В. І. // Пожежна безпека 2013. - No23. – С. 139-143.

УДК614.842/.847

#### ДЕЯКІ АСПЕКТИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

*Олег КУЛІЩА, канд. техн. наук, доцент,  
Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. істор. наук,  
Микола ШКАРАБУРА, канд. техн. наук, професор,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Супутникові дані від 26 березня 2022 року свідчать про виникнення 31 осередку великих пожеж у зоні відчуження, загальна площа яких становить понад

10111 га. Окрім бойових дій, які провокують виникнення пожеж, окупанти навмисно підпалюють ліси і перелоги, в результаті чого підвищується рівень радіоактивного забруднення повітря.

До широкомасштабного російського вторгнення радіаційний фон у зоні відчуження контролювався за допомогою Автоматизованої системи контролю радіаційного стану у 39 пунктах. Наразі такий контроль та гасіння пожеж неможливі внаслідок окупації зони відчуження російськими військами. Фіксувати пожежі допомагають супутникові знімки NASA та Європейського космічного агентства ESA. Однак через обмеження даних дистанційного зондування Землі, що наразі використовуються нашими фахівцями, ми не виключаємо існування значної кількості менших джерел загоряння.

Завдяки сприятливим погодним умовам, пожежі наразі самозгасають. Однак через низку факторів у найближчий час прогнозується збільшення кількості та площі пожеж. Не виключаємо, що за сприятливих умов пожежі набудуть катастрофічних масштабів 2022 року [1].

Зона відчуження є площинним відкритим джерелом радіоактивності, а радіаційний фактор залишається однією з основних потенційних небезпек, як наслідок:

можливе опромінення особового складу, забруднення спеціального одягу та пожежної техніки радіоактивними речовинами;

наявність на об'єктах і ділянках місцевості, місць з небезпечними рівнями радіації, у тому числі в лісових масивах і на торфовищах;

складність, а в окремих випадках неможливість під'їзду техніки до місця пожежі через небезпечні рівні радіації та нерозвинену мережу доріг з твердим покриттям;

можливе перевищення контрольних рівнів об'ємної активності радіонуклідів у повітрі на лінії вогню під час пожежі;

вторинне перенесення радіонуклідів з продуктами горіння на значну відстань.

Під час гасіння пожежі на території зони відчуження КГП зобов'язаний:

організувати проведення інструктажу особового складу з питань радіаційної безпеки і безпеки праці під час гасіння пожежі та встановити сигнали попередження та відходу з позицій, що знаходяться в особливо небезпечній зоні;

визначити безпечні місця для тимчасової дислокації підрозділів, які прибули для гасіння пожежі, у тому числі резерву сил і засобів, ланок ГДЗС, запасу захисного одягу, приладів індивідуального і групового дозиметричного контролю;

організувати зв'язок на пожежі для управління залученими силами і засобами та забезпечити передачу оперативної інформації до ОКЦ Головного управління ДСНС України у Київській області та ОЧС ДСНС;

приступати до гасіння пожежі після отримання відповідних допусків за встановленими формами допусків на гасіння пожежі та (або) ліквідацію наслідків аварії, зокрема дозиметричний допуск на роботи з гасіння пожежі в умовах радіаційної небезпеки;

уточнити через адміністрацію зони відчуження рівні радіоактивного забруднення на місці пожежі, позначити межі найбільш небезпечних місць та виставити пости безпеки;

визначити разом зі службою дозиметричного контролю зони відчуження гранично допустимий час роботи особового складу в місцях з підвищеним рівнем радіації та вести облік отриманих доз опромінення;

організувати виконання робіт позмінно із залученням мінімально необхідної кількості особового складу;

організувати через адміністрацію об'єкта пункт медичної допомоги;

утворити Штаб на пожежі з урахуванням глави 10 цього розділу, долучити до його складу фахівців зони відчуження та служби дозиметричного контролю для оперативного з'ясування обстановки та консультацій;

слідкувати за напрямком і силою вітру та вживати заходів, щоб особовий склад не перебував у задимленій зоні, де відбувається вторинне перенесення радіонуклідів з продуктами горіння. За потреби для осадження продуктів горіння застосовувати розпилену воду;

організувати постійний контроль за станом зовнішнього забруднення захисного одягу особового складу, пожежно-технічного обладнання і техніки під час гасіння пожежі;

постійно взаємодіяти з мобільними оперативними групами служби дозиметричного контролю, які здійснюють контроль за радіаційною ситуацією, для оперативного отримання даних щодо потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання та вмісту радіонуклідів у повітрі в районі пожежі;

не направляти, за можливості, особовий склад для гасіння пожежі в місця з небезпечними рівнями радіації;

приймати рішення про припинення оперативних дій та виведення особового складу з небезпечної зони, якщо рівень іонізуючого випромінювання значно перевищує допустимий. У виняткових випадках допускається опромінення осіб, залучених до гасіння пожеж, вище допустимої дози лише за їх письмовою згодою, якщо не можна вжити заходів, які виключають такий рівень опромінення, і може бути виправдано лише рятуванням життя людей та попередженням подальшого небезпечного розвитку аварії, що призведе до опромінення більшої кількості людей;

подавати стволи для гасіння пожежі з навітряної сторони та з максимально можливої відстані ствольників від місця горіння;

застосовувати для гасіння пожежі у місцях з небезпечними рівнями радіації за можливості захищену пожежну техніку і авіаційні сили, а для проведення розвідки пожежі - квадрокоптери (за наявності) [2].

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3441357-u-rajoni-cornobilskoi-aes-gorat-ponad-10-tisac-gektariv-lisu.html>;
2. Наказ *МВС України* від 26.04.2018 № 340 «СТАТУТ дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

УДК614.842/.847

## ОСОБИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ПОЛІГОНАХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

*Олег КУЛІЩА, канд. техн. наук, доцент,*

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук,*

*Микола ШКАРАБУРА, канд. техн. наук, професор,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Пожежі на полігонах твердих побутових відходів (сміттєзвалищах) належать до найбільш складних і тривалих, гасіння яких вимагає залучення значних ресурсів, зусиль, засобів і часу. Прогнозування та попередження пожеж на полігонах (сміттєзвалищах) вкрай ускладнено, оскільки важко визначити можливі

осередки підвищення температур через різну питому теплоємність відходів. Доки вогонь або дим не вийшли на поверхню, виявити осередок загоряння візуально практично неможливо. В основному пожежі виникають у пожежонебезпечний період влітку. Основною причиною виникнення пожеж залишається людська необачність і недбалість, нехтування правилами пожежної безпеки, необережне поводження з вогнем, порушення технологічного регламенту захоронення твердих побутових відходів. Полігони (сміттєзвалища) здатні до самозаймання. Спричиняє процес біохімічне розкладання відходів, яке супроводжується підвищенням температури до 40-70 °С [5].

Найбільш ефективним і поширеним способом гасіння пожеж на полігонах ТПВ є подача води ручними та лафетними стволами. В цілях збільшення вогнегасних властивостей води до неї додають змочувачі (поверхнево активні речовини ПАВ), які знижують поверхневий натяг рідини і роблять її більш проникливою натомість збільшується вогнегасна ефективність рідини практично в двічі [1,2,3], оскільки до складу сміття входить велика кількість речовин до складу яких входять полімери, нафтопродукти тощо [4,5]. Вода подається від системи зовнішнього протипожежного водопостачання, пожежних водоймищ, природних джерел або привізної техніки в АЦ, бочках та інших ємностях. Для гасіння полігонів ТПВ використовують насосні установки, ПНС, АЦ тощо. За необхідності можна використовувати спеціальну пожежну техніку: колінчасті підйомники, автодрабини тощо.

Пожежна безпека сміття залежить від ущільнення полігонів ТПВ. Чим більша щільність сміття на полігонах, тим менша ймовірність виникнення пожеж унаслідок самозаймання.

Під час горіння на полігонах твердих побутових відходів виділяються небезпечні речовини та сполуки [1]. Окрім різноманітних оксидів виділяються продукти неповного згорання, серед яких поліароматичні вуглеводні, метанол, альдегіди з переважанням формальдегіду, різні карбонові кислоти, амінокислоти тощо. Під час пожеж особливо небезпечні відходи полівінілхлориду, які в достатній кількості накопичені на досліджуваних полігонах. У димових газах від горіння сміття містяться хлоровані дибензодіоксини і дибензофурані в концентрації до 14 нг/м<sup>3</sup> і більше (при значеннях граничнодопустимих концентрацій в США - 0,02 нг/м<sup>3</sup>, Нідерландах – 0,024 нг/м<sup>3</sup>, Італії - 0,04 нг/м<sup>3</sup>) [2].

Значна площа горіння сміття спричиняє залученню для його гасіння великої кількості вогнегасних засобів та особового складу підрозділів ДСНС. Зі збільшенням пожежних автомобілів для гасіння пожеж на сміттєзвалищах збільшується кількість залученого особового складу підрозділів ДСНС, яка описується відповідною експоненціальною залежністю (рис. 1).

Пожежні автомобілі, шт.

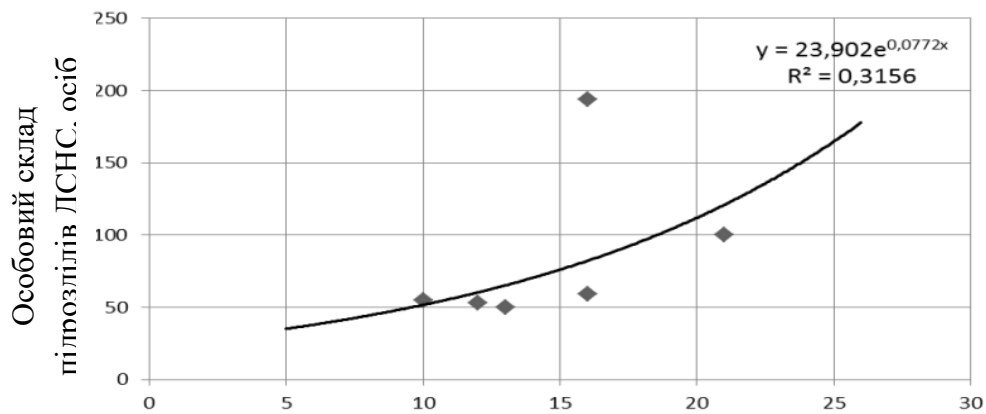


Рис 1. Залежність кількості особового складу, залученого до гасіння великих пожеж на полігонах ТПВ від кількості пожежних автомобілів

Відсутність належного доступу для сил і засобів до осередків пожежі, що зазвичай розміщуються на схилах полігону ТПВ викликає необхідність у створенні нових способів подачі вогнегасних речовин для забезпечення необхідного гасіння із врахуванням наступної проблематики:

- великі розміри пожеж на сміттєзвалищах, та переважно круті схили складування сміття;
- відсутність твердого під'їзду, та накопичення фільтрату по периметру до сміттєзвалища;
- переважно відсутність або недостатня кількість джерел протипожежного водопостачання;
- густе задимлення та токсичність продуктів горіння; - можливість вибуху в результаті скупчення утворень біогазу;
- наявність великої кількості ріжучих та колючих елементів у смітті, що унеможлиблює прокладання рукавних ліній, доступ особового складу до осередку.

Розглянуті прийоми технології гасіння пожеж на полігонах ТПВ підтверджує наявність багатьох проблем під час пожежогасіння. Література та законодавча база практично не регламентує особливості проведення гасіння полігонів ТПВ, таким чином спонукає до імпровізації із використанням традиційних методів гасіння, хоча вони є малоефективними і тягне за собою значні побічні збитки. Впевнені, що підхід до гасіння пожеж на полігонах ТПВ потрібно міняти на технічному рівні, оскільки явно відсутні ефективні та економічно доцільні способи подачі вогнегасних речовин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Огнетушащие свойства воды с добавками высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений / Д. Г. Билкун, П. Ф. Дубков, В. М. Моисеенко, В. В. Пешков // Пожаротушение: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983. – С. 96- 101.
2. Ребиндер П. А. Поверхностно-активные вещества. - М.: Знание, 1961. – 45 с.
3. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания- М.: Химия, 1976. – 232 с.
4. Н. П. Горох, И. Е. Саратов, В. А. Юрченко. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. - Харьков: ХНАГХ, 2004.
5. Саратов И. Е., Юрченко В. А. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города: Учебное пособие. На правах рукописи. Харьков, 2003.

**КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ «РЯТУВАЛЬНИК – ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ – НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ»**

*Денис ЛЬОВІН, ад'юнкт*

*Віктор СТРИЛЕЦЬ, докт. техн наук, професор, СНС відділу з проблем ЦЗ та ТЕБ,  
Національний університет цивільного захисту України*

В доповіді показано, що концептуальна модель системи «рятувальник – засоби захисту та забезпечення аварійно-рятувальних робіт – надзвичайна ситуація» (СРЗЗНС) уявляє собою модель описового типу, що відображає концепцію експерта про сутність процесу функціонування СРЗЗНС відповідно до цілей дослідження. З урахуванням результатів змістовного опису СРЗЗНС концептуальна модель даної системи забезпечує попередню формалізацію системи, тобто містить (див. рис. 1) тільки частину підпроцесів, що входять в її змістовне опис. При цьому кожен такий підпроцес інтерпретується як підпроцес функціонування певного елемента концептуальної моделі, а взаємозв'язок між цими підпроцесами є еквівалентним взаємозв'язку між елементами концептуальної моделі.

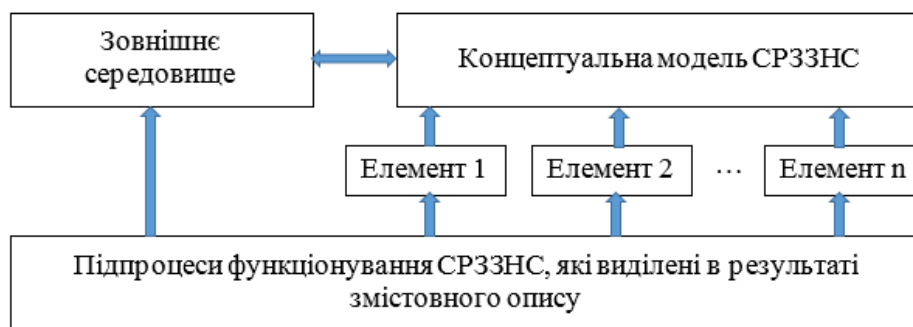


Рис.1. Формування структури концептуальної моделі СРЗЗНС

Підпроцеси, що не входять в структуру концептуальної моделі утворюють зовнішнє середовище на вході і виході концептуальної моделі, а взаємозв'язок між підпроцесами, що утворюють зовнішнє середовище, і підпроцесами, що утворюють концептуальну модель, є еквівалентним взаємозв'язку між концептуальною моделлю і зовнішнім середовищем.

Відмічено, що наступним етапом побудови концептуальної моделі є формування комплексів абстрактних величин (характеристик) для кожного елемента концептуальної моделі, тобто таких комплексів абстрактних величин, які з певною повнотою описують функціонування того чи іншого елемента концептуальної моделі і зовнішнього середовища. Тобто, для формалізації опису процесів функціонування елементів необхідно скласти одне або кілька математичних співвідношень, які в явній або неявній формі пов'язують характеристики стану елемента, його параметри і характеристика входу і виходу. Окремі елементи в разі неможливості використовувати такі співвідношення виду можуть бути описані у вигляді алгоритмів або за допомогою лінгвістичних змінних.

Таким чином, концептуальна модель СРЗЗНС є феноменологічною моделлю, яка дозволяє на основі аналізу структури функціональних принципів



сформулювати гіпотезу у вигляді співвідношення між вхідними та вихідними параметрами даної системи. Виходячи з доцільності використання для цих цілей імітаційного моделювання, в найзагальнішому вигляді структуру імітаційного моделювання СРЗЗНС можна представити наступним чином

$$Y = H\{\omega', \omega'', t\}, \quad (1)$$

де  $Y$  – ефект СРЗЗНС;  $\omega'$  – керовані змінні і параметри;  $\omega''$  – некеровані змінні і параметри;  $t$  – момент часу;  $H$  – оператор, який встановлює функціональний зв'язок між змінними.

Під параметрами розуміються величини, які обираються довільно до початку моделювання і залишаються незмінними в процесі моделювання. Під змінними – величини, що приймають значення, що визначаються видом даної функції. Модель (1) представляє високий рівень абстракції СРЗЗНС. Для її конкретизації необхідні більш низькі рівні абстракції. Так, на абстрактно-логічному рівні опису системи, достатньому для концептуальної моделі СРЗЗНС, можна скористатися моделлю, яка базується на понятті узагальненої динамічної системи, що представляє собою структуру, в якій в певні моменти часу вводиться і з якої в задані моменти часу виводиться речовина, енергія, інформація тощо.

У кожен момент часу  $t \in T$ , де  $T$  – безліч моментів часу, динамічна система отримує деякий вхідний вплив, що має миттєве значення  $u(t) \in U$ , де  $U$  – безліч значень вхідних впливів, яка породжує деяку вихідну величину, що має миттєве значення  $y(t) \in Y$ , де  $Y$  – безліч значень вихідних величин.

Відрізок вхідного впливу уявляє собою відображення

$$\omega : (t_1, t_2) \rightarrow U \in \Omega, (t_1, t_2) \subset T, \quad (2.9)$$

де  $\Omega$  – клас функцій (простір вхідних функцій), який залежить від функціональних особливостей системи;  $(t_1, t_2)$  – інтервал часу.

Під станом системи  $x(t)$  розуміється її внутрішня характеристика, значення якої в даний момент часу визначає поточне значення вихідної величини  $y(t)$  і впливає на її майбутнє

$$y(t) = G\{x(t), t\}, \quad (2.10)$$

де  $G$  – оператор, який встановлює функціональний зв'язок між станом системи і її вихідною величиною, що визначає безліч  $\Gamma$  можливих вихідних функцій  $y(t)$ ;  $x(t)$ .

Стан системи  $x(t_2)$  в момент часу  $t_2$  визначається наступним чином

$$x(t_2) = H\{t_2, t_1, x(t_1), \omega\}, \quad (2.11)$$

де  $H$  – оператор переходів, який встановлює функціональний зв'язок між перемінними;  $x(t_1)$  – стан системи в момент часу  $t_1$ .

**УДК 355.58**

### **ОЦІНКА МАСШТАБІВ ВПЛИВУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

НС техногенного чи природного характеру порушує соціальну, економічну, інформаційно-управлінську, технологічну упорядкованість суспільства. Віднесення НС до певного ступеня тяжкості відбувається на основі оцінки масштабів впливу, тобто рівня змін у суспільно-господарському комплексі території.

НС – це практично майже неконтрольована подія природного чи техногенного характеру, яка призводить до значних екологічних та економічних втрат, пов'язаних із руйнуванням природних та створених людиною об'єктів, забруднення навколишнього природного середовища, загибелі або травмування людей та інших негативних соціальних наслідків.

**Виділяють заходи щодо:**

- попередження НС (тобто дана подія ще не відбувається, проте існує ймовірність її настання), у разі якщо затрати на попередження будуть менші за збитки, завдані даною негативною подією;

- пом'якшення наслідків НС (тобто зменшення їх масштабів), коли визріли умови для даної події чи вона вже відбувається;

- ліквідації наслідків, тобто відновлювальні роботи аж до нормального функціонування суспільно-господарського комплексу.

Навіть після проведення ліквідаційних та відновлювальних робіт економіка такого регіону завжди знаходиться на рівні, значно нижчому, ніж у період до НС. Це пов'язано як із сумарними збитками, завданими населенню і суспільно-господарським об'єктам (розрив зв'язків, втрата постачальників тощо), так і з затратами власне на локалізацію та ліквідацію наслідків.

Метою управління екологічною безпекою є створення належних умов для життя суспільства, функціонування техносфери, самовідтворення природного середовища.

**Групу проблемних завдань як основних за змістом управлінських ситуацій утворюють:**

- оцінка рівнів ризику настання тих чи інших НС на конкретних територіях чи окремих об'єктах. Має на меті, по-перше, подальшу розробку заходів із зниження ризику до прийняттого рівня, і, по-друге, розробку сценаріїв реагування на НС в разі їх настання;

- класифікація об'єктів підвищеної небезпеки відповідно до рівнів їх ризику, потужності та оточення за ступенем їх небезпечності;

- класифікація природних явищ відповідно до рівнів їх настання, масштабів локалізації в просторі та часі і зони їх розташування по ступеню небезпеки;

- класифікація ситуацій на/та довкола об'єктів підвищеної небезпеки та територіях по рівню режиму ситуативного реагування (повсякденний, підвищеної готовності, надзвичайної ситуації, надзвичайний стан);

- розробка сценаріїв попереджувальних дій та дій по ліквідації негативних наслідків відповідно до рівнів ситуативного реагування на об'єктах та територіях;

- розробка нормативно-правової бази управління екологічною безпекою;

- розробка економічних механізмів запобігання та відшкодування збитків від техногенної та природної небезпеки;

- формування матеріальних, фінансових та людських резервів для ситуативного реагування по сценаріях запобігання та ліквідації НС.

Таким чином у системі заходів, спрямованих на подолання наслідків НС, пріоритетними є такі, які відповідають ліквідації всіляких втрат.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія і практика. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2002.
2. Заверуха Н.М., Серебряков В.В., Скиба Ю.А. Основи екології: Навч. посібн. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – 304 с.
3. І.І. Залеський, М.О. Клименко. Екологія людини. Підручник. Київ. Видавничий центр «Академія» 2005.

## ДЖЕРЕЛА НЕБЕЗПЕКИ: ПОНЯТТЯ ТА ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ

*Олександр МАРТИНОВСЬКИЙ, Олександр ЧЕРНЕНКО, канд. мед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

За генезисом всі джерела небезпеки умовно можна поділити на три групи:

- природні – потенційна можливість небезпечного впливу на людей з боку природного середовища;
- техногенні – пов'язані з накопиченням енергії та речовини у технічних системах, які впливають (чи можуть вплинути) на населення, довкілля та об'єкти економіки;
- соціальні – обумовлені соціальними конфліктами, що можуть викликати соціальні потрясіння.

Джерелами ініціювання небезпеки можуть бути умови та фактори, які містять у собі (або у різній сукупності виявляють) негативні (шкідливі) властивості чи деструктивну природу.

У процесі господарської діяльності людей нерідко виникають порушення (інколи навіть незворотні) рівноваги в компонентах середовища їх існування.

Це безпосередньо або опосередковано впливає (чи може вплинути) на населення і середовище його існування, і призводить до негативних змін у їх відтворенні.

Реально чи потенційно існуючу можливість негативного впливу на них, що може призвести до змін рівноваги їх складових компонентів із завданням їм шкоди (наприклад, погіршення стану, небажані динамічні чи структурні зрушення тощо), можна розглядати як категорію «небезпека».

Оскільки небезпека об'єктивно властива всім процесам, що протікають з використанням енергії, речовини та інформації, то, відповідно, виникає протиріччя між соціально-економічними потребами людей, діяльністю, за допомогою якої вони задовольняються, та потребами людей у безпеці. Неузгодженість у системі «потреби – господарська діяльність – безпека» можна усунути завдяки створенню елементів системи безпеки.

За масштабами територіального поширення виділяють:

- глобальний;
- транснаціональний;
- національний (або державний);
- регіональний;
- локальний ієрархічний рівні безпеки.

За функціональною ознакою комплексну безпеку території поділяють на:

- військову;
- соціально-політичну;
- економічну;
- екологічну;
- інформаційну;
- етнічну та інші види.

В залежності від місця знаходження джерела небезпеки національну безпеку поділяють на:

- внутрішню;
- зовнішню.

Розглядають також безпеку суспільства в цілому та окремого індивіда (соціальна та індивідуальна безпека). Усі перелічені вище рівні безпеки тісно

взаємопов'язані і взаємопідпорядковані (наприклад, неможливо забезпечити безпеку певного регіону, якщо в цілому країні загрожує певний вид небезпеки).

Головним об'єктом безпеки є людина. Саме тому здатність забезпечення безпеки особистості (індивідууму) виступає критерієм для всіх інших рівнів безпеки. А одна з головних функцій держави полягає в забезпеченні безпеки суспільства через розробку та впровадження у господарську діяльність інструментів та заходів державного регулювання безпеки.

Отже, забезпечення належного рівня безпеки передбачає створення системи безпеки, яку можна розглядати як комплекс взаємопов'язаних та взаємодоповнюючих елементів (організаційних, правових, економічних, технічних, наукових та інших), направлених на підтримання стану рівноваги в навколишньому середовищі та суспільстві.

#### ЛІТЕРАТУРА

1) Кобецька Н.Р. Екологічне право України: Навч. посібник. – К.: Хрінком Інтер, 2007. – 352 с. – Бібліогр.: 332-346.

2) Крисаченко В.С., Хилько М.І. Екологія. Культура. Політика: Концептуальні засади сучасного розвитку. – К.: «Знання України», 2002. – 598 с.

3) Моніторинг довкілля. М.О. Клименко, А.М. Прищеп, Н.М. Вознюк. Підручник. Київ. Видавничий центр «Академія». 2006.

УДК 614.84

#### ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

*В. НИЖНИК, д-р техн. наук, с.н.с., О. САВЧЕНКО, В. НЕКОРА, Л. НЕСЕНЮК,  
Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту*

Системи протипожежного захисту є одним із вихідних параметрів під час оцінювання значення індивідуального пожежного ризику. При цьому, згідно із [1] ймовірність ефективної роботи систем протипожежного захисту можна виразити через коефіцієнт ймовірної ефективності спрацювання систем протипожежного захисту ( $K_{спз,і}$ ). Це означає що кожна окремо взята система протипожежного захисту має вплив на значення індивідуального пожежного ризику.

На сьогодні значення такого коефіцієнту можливо отримати лише за даними технічної документації щодо вірогідності безвідмовної роботи (чого на об'єктах на етапі експлуатації, як правило немає), а у разі відсутності таких даних допускається приймати значення ймовірності ефективного спрацювання кожної системи протипожежного захисту рівним 0,5 (що є науково не обґрунтовано та не враховує функціональні особливості кожної окремої системи протипожежного захисту).

Зазначене зумовлює актуальність в проведенні досліджень спрямованих на обґрунтування коефіцієнтів впливу систем протипожежного захисту на індивідуальний пожежний ризик шляхом теоретичних розрахунків. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести аналіз математичних моделей на підставі яких проводять оцінювання індивідуального пожежного ризику;
- обґрунтувати теоретичні підходи щодо дослідження коефіцієнтів ймовірності ефективної роботи систем протипожежного захисту;

- оцінити коефіцієнт ймовірності ефективної роботи деяких систем протипожежного захисту на прикладі існуючих об'єктів із використанням польових моделей.

Очевидним є те, що ймовірності ефективної роботи систем протипожежного захисту виражається через відношення значення індивідуального пожежного ризику для об'єкту не оснащеного відповідною системою протипожежного захисту  $R_6$  до значення індивідуального пожежного ризику для об'єкту оснащеного такою системою протипожежного захисту  $R_c$ .

$$K_{спз,i} = \frac{R_6}{R_c} \quad (1)$$

Значення індивідуального пожежного ризику  $R_6$  та  $R_c$ , в обох випадках можна встановити використовуючи методи теорії ймовірності викладені у роботах [2-5], а саме:

$$R_{6,c} = \frac{N_{загиб}}{N_{насел}}, \quad (2)$$

де  $N_{загиб}$  – кількість загиблих людей на пожежах за період часу;  
 $N_{насел}$  – кількість населення.

Визначення коефіцієнту ймовірної ефективності спрацювання кожної окремої системи протипожежного захисту приведемо для офісно-житлового центру, підвального поверху та торговельного будинку.

Під час проведення розрахунків розглядається такі сценарії: розвиток пожежі без врахування функціонування систем протипожежного захисту; розвиток пожежі із функціонуванням системи протидимного захисту; розвиток пожежі із функціонуванням спринклерної системи пожежогасіння; розвиток пожежі з функціонуванням спринклерної системи пожежогасіння та системи протидимного захисту.

Використовуючи залежність (1) можливо отримати дані щодо ймовірності ефективної роботи систем протипожежного захисту для кожного із розглянутих вище розрахункових сценарій розвитку пожежі, які наведено у таблиці.

Таблиця. Ймовірність ефективної роботи систем протипожежного захисту для обраних сценаріїв пожежі

Функціонування СПЗ	Офісно-житловий центр	Підвальный поверх	Торговельний будинок	Середнє значення
Димовидалення	0,8	0,85	0,84	0,83
Спринклерна система пожежогасіння	0,45	0,4	0,36	0,4
Димовидалення та спринклерна система пожежогасіння	0,2	0,33	0,25	0,26

Аналізуючи дані таблиці 3 можна встановити залежність, яка дозволяє врахувати ймовірність ефективної спільної одночасної роботи систем протипожежного захисту, яку можна описати формулою:

$$K_{спз}^{сп} = \prod K_{спз}^i, \quad (3)$$

де  $K_{спз}^{сп}$  - ймовірність ефективної спільної (одночасної) роботи СПЗ;  
 $K_{спз}^i$  - ймовірність ефективної роботи i-тої СПЗ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення,. Національний стандарт України (видання офіційне). - Київ ДП «УкрНДНЦ» 2020.
2. Брушлинский Н.Н., Шебеко Ю.Н. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование. – М.: ФГУ ВНИИПО. – 2007. – 370 С.
3. В.В. Ніжник, А.В. Михайлова Щодо зарубіжного досвіду з визначення пожежного ризику/ Науковий вісник УкрНДПБ. – К.: №1(27), 2013, с. 100-105.
4. Р.В. Климаць, А.В. Михайлова, Д.Я. Матвійчук Результати розрахунків імовірності виникнення пожеж у будівлях і спорудах різного призначення / Науковий вісник УкрНДПБ. – К..
5. В.В. Ніжник, Р.В. Климаць, О.О. Сізіков, О.П. Якименко, А.В. Нетреба, Н.М. Довгошеева Удосконалення методичних підходів до оцінювання пожежного ризику/ Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – К.: №2(2), 2016, с. 83-88.

## УДК 614.842

### ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА СКЛАДАХ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

*Вадим НИЖНИК, д-р техн. наук, с. н. с., Руслан КЛИМАСЬ, Алла ОДИНЕЦЬ,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Під час російської військової агресії проти України у період дії воєнного стану, починаючи з 24 лютого 2022 року, ворогом здійснюються масові обстріли військових об'єктів, об'єктів критичної інфраструктури та життєзабезпечення населення, логістичних складів, складів зберігання нафтопродуктів як у районах ведення бойових дій, так і в глибокому тилу на решті території держави.

Для руйнування об'єктів ворог застосовує артилерійські системи, авіаційні засоби, крилаті та балістичні ракети. Внаслідок вогневого ураження виникають масштабні пожежі, територія об'єктів забруднюється вибухонебезпечними предметами, існує загроза нанесення повторних ударів.

Зокрема, у період з 24 лютого по 01 квітня 2022 року, на території Волинської, Житомирської, Київської, Луганської, Львівської, Миколаївської, Рівненської, Харківської, Хмельницької областей виникла низка пожеж на складах нафти та нафтопродуктів, спричинених потраплянням артилерійських снарядів. За інформацією територіальних органів ДСНС зареєстровано 14 таких пожеж, до гасіння яких залучалося близько 450 чоловік о/с підрозділів ДСНС та 85 од. техніки. Гасіння окремих пожеж через постійні обстріли, навіть, не проводилося.

Так, наприклад, 07 березня російські війська обстріляли склади зберігання нафтопродуктів ТОВ «Грандтермінал» у місті Житомир, ліквідація якої тривала більше 40 годин (до гасіння залучалося 42 чоловіка о/с та 7 од. техніки), та ТОВ «Нафтотермінал» у смт Черняхів Житомирської області, ліквідація якої тривала близько 10 годин (до гасіння залучалося 22 чоловіка о/с та 5 од. техніки). Внаслідок обстрілу 22 березня виникла пожежа на складі нафти та нафтопродуктів ПрАТ «ЛИНІК» у місті Лисичанськ Луганської області, гасіння якої не здійснювалося через постійні обстріли.

У цих складних умовах підрозділи ДСНС забезпечують реагування на всі випадки пожеж, оперативні дії організуються відповідно до вимог нормативних

актів з обов'язковим врахуванням особливостей обстановки на місці події та максимально можливим дотриманням заходів безпеки для учасників гасіння.

З метою вдосконалення організації оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС по гасінню пожеж на складах нафтопродуктів, що сталися внаслідок обстрілів в умовах ведення бойових дій, науковцями Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту спільно з фахівцями Департаменту реагування на надзвичайні ситуації ДСНС розроблено відповідні рекомендації.

Рекомендації підготовлено на основі узагальнення кращих практик гасіння пожеж на складах нафтопродуктів, що виникли на території окремих областей України внаслідок обстрілів російськими військами, з урахуванням вимог *Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж* [1], *Інструкції щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою та нафтопродуктами* [2], а також довідкових матеріалів з питань організації гасіння пожеж на складах нафтопродуктів, наведених у *Довіднику керівника гасіння пожежі* [3]. Вони містять: загальні положення; аналіз оперативних дій підрозділів ДСНС під час гасіння пожеж на складах нафтопродуктів, що сталися внаслідок обстрілів; розділ щодо організації оперативних дій у районах постійних обстрілів; опис можливої обстановки після обстрілу складів нафтопродуктів; особливості організації оперативних дій під час гасіння пожеж на складах нафтопродуктів після обстрілу, а також алгоритм дій керівника гасіння пожежі після обстрілу складу нафтопродуктів.

Аналіз оперативних дій органів управління та пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж на території складів нафтопродуктів, що сталися внаслідок ворожих обстрілів, показав, що гасіння таких пожеж значно ускладнювалося: неможливістю здійснення швидкої подачі вогнегасних речовин в осередок пожежі через загрозу повторних обстрілів; розливом нафтопродуктів із великої кількості одночасно зруйнованих резервуарів; витоком нафтопродуктів із резервуарів через пробоїни, що утворилися внаслідок влучання снарядів; переливом нафтопродуктів унаслідок спінювання через пошкоджену дихальну арматуру або тріщини у верхній частині резервуару; вибухами парів нафтопродуктів у спорожнілих резервуарах; великою площею пожежі, високою температурою, потужними тепловими та конвективними потоками, сильним задимленням; неможливістю використання об'єктових пожежних гідрантів через пошкодження насосних станцій, а в окремих випадках – низькою якістю піноутворювача з об'єктових запасів.

Визначено, що під час гасіння пожеж на складах нафтопродуктів, що виникли не через технологічні порушення, а внаслідок зовнішнього впливу бойових засобів ураження, необхідно враховувати ряд додаткових чинників, а саме: можливість повторних обстрілів сусідніх резервуарів із нафтопродуктами та місць дислокації сил і засобів ДСНС; можливість одночасного пошкодження та горіння декількох резервуарів, у тому числі розосереджених, або всього складу нафтопродуктів; можливість затримки виїзду сил і засобів ДСНС у зв'язку із обстрілами території складу нафтопродуктів; можливість тимчасового призупинення дій по гасінню пожежі для відведення й укриття о/с внаслідок загрози обстрілу; відсутність тиску в мережі протипожежного водопроводу через ураження електричних і водопровідних мереж, пошкодження насосного обладнання; можливе руйнування пожежних водойм і резервуарів з водою та місць зберігання запасу піноутворювача; забруднення території боєприпасами, що не вибухнули та їх вибухонебезпечними уламками; можливу відсутність обслуговуючого персоналу на складах нафтопродуктів через загрозу обстрілу або їх укриття у захисних спорудах.

Алгоритм дій керівника гасіння пожежі після обстрілу складу



нафтопродуктів включає його дії під час організації гасіння пожежі на складах нафтопродуктів, під час організації розвідки пожежі, під час гасіння пожежі в резервуарному парку, під час підготовки пінної атаки в резервуарному парку, а також дії після ліквідації таких пожеж.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Статут дії органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж*, затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340 (zareestrovaniy v Ministerstvi yustitsii Ukrainy 10.07.2018 za № 802/32254) (Офіційний вісник України, 2018 р., № 57, ст. 2000).
2. *Інструкції щодо гасіння пожеж у резервуарах із нафтою та нафтопродуктами*, затверджена наказом МНС України від 16.02.2004 № 75 (НАПБ 05.035-2004).
3. Довідник керівника гасіння пожежі. К.: ТОВ «Літера-друк», 2016. 320 с.

УДК 614.841.45

### ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОЛОН І БАЛОК

*Сергій НОВАК, канд. техн. наук, с. н. с.,  
Олександр ДОБРОСТАН, канд. техн. наук,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,  
В. ДРІЖД, канд. техн. наук,  
Наукове-виробниче підприємство «Спецматеріали»*

Оцінювання вогнезахисних властивостей вогнезахисних матеріалів для сталевих колон і балок проводять за європейськими стандартами EN 13381-4 [1], EN 13381-8 [2], в яких наведено методи випробування з метою визначення впливу пасивних і реактивних вогнезахисних матеріалів на вогнестійкість сталевих конструкцій, які вони захищають. Під час розроблення нової або модернізації існуючої рецептури (складу) вогнезахисного матеріалу застосування таких методів не є прийнятним з економічних причин, пов'язаних зі значною вартістю і тривалістю цих випробувань, а також з необхідністю використання для їх проведення великої кількості вогнезахисного матеріалу в конструкції зразків для випробувань. На цьому етапі доцільним є проведення випробувань, які вимагають значно менших витрат. Ці витрати можна знизити за рахунок зменшення кількості і розмірів зразків для випробувань, змінення їхньої форми і застосування печей із меншими розмірами вогневої камери. Недостатня визначеність складових і процедур методу, за якого оцінювання вогнезахисних властивостей вогнезахисних матеріалів для сталевих колон і балок можна проводити зі зменшеними витратами, обумовлює актуальність проведення дослідження в цьому напрямку.

За результатами проведеного дослідження розроблено метод оцінювання вогнезахисних властивостей вогнезахисних матеріалів для сталевих колон і балок, прийнятний для застосування на етапі їх розроблення або модифікації їхньої рецептури (складу). Цей метод має дві складові – експериментальну і розрахункову. У експериментальній частині проводять вимірювання температури зразків сталевих конструкцій, оснащених вогнезахистом, в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму. Для виготовлення цих зразків використовують сталеві пластини завтовшки 5 мм квадратної форми зі стороною 500 мм, теплоізовані з їхньої необігрівної поверхні [3]. Товщина вогнезахисного

покриття, нанесеного на обігрівну поверхню сталеві пластини, має бути однаковою для всіх зразків. Змінними параметрами вогнезахисного покриття на обігрівній поверхні сталевих пластин можуть бути тип наповнювача, тип в'язучого, вміст складових суміші, спосіб нанесення покриття тощо. Для кожного зразка за отриманими експериментальними даними для кожного проміжку часу  $t_j$  вимірювання визначають температуру  $\square_{aj}$  зразка, як середнє арифметичне значення показників термопар, які розташовано на необігрівній поверхні сталеві пластини. За даними щодо температури  $\square_{aj}$  визначають значення проміжку часу  $t_D$  до досягнення проектної температури  $\theta_D$  в діапазоні від 350 °C до 600 °C з кроком 50 °C для всіх зразків, що досліджують. Порівнюють значення проміжку часу  $t_D$ , отримані для різних зразків, і визначають зразок, для якого ця величина найбільша. Параметри вогнезахисного покриття, нанесеного на обігрівну поверхню сталеві пластини у цьому зразку, приймають за базові (вважають їх найкращими з тих, які досліджували). Виготовляють два додаткові зразки, у яких застосовують покриття з базовими параметрами для нанесення на обігрівну поверхню сталеві пластини завтовшки 5 мм квадратної форми зі стороною 500 мм. Відмінність цих додаткових зразків від базового зразка полягає в тому, що значення товщини покриття в них є різними і не відповідають товщині покриття у базового зразка. Проводять вимірювання температури цих додаткових зразків в умовах вогневого впливу за стандартного температурного режиму і визначають значення проміжку часу  $t_D$  до досягнення проектної температури  $\theta_D$  в діапазоні від 350 °C до 600 °C з кроком 50 °C.

Проводять апроксимацію даних щодо проміжку часу  $t_D$ , отриманих для базового і додаткових зразків, застосовуючи рівняння числової лінійної регресії (1), яке встановлює залежність між проміжком часу досягнення проектної температури і товщиною вогнезахисного покриття, і визначають значення чотирьох констант  $a_0$  –  $a_3$  цього рівняння.

$$t_D = a_0 + a_1 d_p + a_2 \theta_D + a_3 d_p \theta_D, \quad (1)$$

де  $d_p$  – товщина вогнезахисного покриття, мм;

$\theta_D$  – проектна температура, °C;

$a_0, a_1, a_2, a_3$  – константи (коефіцієнти регресії).

За отриманими значеннями коефіцієнтів регресії і формулою (2) визначають прогнозовану величину товщини покриття  $d_p$ , за якої забезпечується нормований клас вогнестійкості сталеві конструкції (колони, балки).

$$d_p = \frac{t_{fi,requ} - a_0 - a_2 \theta_{cr}}{a_1 + a_3 \theta_{cr}}, \quad (2)$$

де  $t_{fi,requ}$  – проміжок часу, який відповідає нормованому класу сталеві конструкції за вогнестійкістю, хв;

$\theta_{cr}$  – критична температура сталі, °C.

За поданим методом проведено оцінювання вогнезахисних властивостей вогнезахисного матеріалу, який розроблюють на основі суміші "Термодон ТОП", що складається з керамічних мікросфер, легких мінеральних наповнювачів і синтетичного в'язучого, за результатами якого визначено найбільш ефективний склад суміші для нанесення вогнезахисного покриття, залежність між проміжком часу досягнення проектної температури сталі і товщиною покриття та прогнозовані значення товщини покриття для різної критичної температури сталі і нормованих класів вогнестійкості сталевих колон і балок [4].

## ЛІТЕРАТУРА

1. EN 13381-4:2013. Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 4: Applied passive protection to steel members.
2. EN 13381-8:2013. Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members – Part 8: Applied reactive protection to steel members.
3. ДСТУ-Н-П Б В.1.1-29:2010. Захист від пожежі. Вогнезахисне оброблення будівельних конструкцій. Загальні вимоги та методи контролювання.
4. Новак С.В., Дріжд В.Л., Добростан О.В. Оцінювання вогнезахисних властивостей покриттів і облицювань для сталевих конструкцій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2021. № 2 (12). С. 43–53.

УДК 614.841

### ПРОКЛАДАННЯ ПОЖЕЖНИХ РУКАВНИХ ЛІНІЙ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ

*Юрій ПАНЧИШИН,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Під час виникнення пожеж в житлових будівлях підвищеної поверховості для особового складу пожежно-рятувальних підрозділів основним завданням є проведення розвідки під час гасіння пожежі, рятування людей, евакуація їх матеріальних цінностей та ліквідація пожежі.

Відповідно, під час пожежі у будівлях підвищеної поверховості виникають критерії (обставини) які ускладнюють проведення рятування людей, їх евакуацію та гасіння пожежі. Насамперед це утворення великої кількості людей які знаходяться в небезпечному середовищі та поширення серед них паніки, задимлення сходових кліток і верхніх поверхів через комунікації будівлі, висока температура та сильне задимлення на шляхах евакуації та поверхах, складність проведення пошуково-рятувальних робіт та подачі вогнегасних засобів на гасіння пожежі у верхні поверхи будівлі.

Також слід взяти до уваги, що вище вказані житлові будівлі обладнані евакуаційними балконами, які ведуть до не задимлених сходових кліток, які доцільно використовувати для рятування та евакуації людей, а також для прокладання робочих рукавних ліній по зовнішній стороні будівлі фіксуючи пожежні лінії рукавними затримками. Таким чином при проведенні повного оперативного розгортання утвориться пряма вертикальна рукавна лінія завдяки якій можна ліквідувати певний ряд негативних наслідків які можуть виникнути під час гасіння пожеж, а саме призвести до травматизму людей і ускладнення гасіння пожежі:

- при прокладанні рукавної лінії по сходовій клітині можливе травмування людей які перебувають в стані паніки та самостійно намагаються покинути будівлю через спотикання їх за пожежний рукав під тиском води;
- при прокладанні рукавної лінії по сходовій клітині можливе також утворення «заломів» пожежного рукава, що в свою чергу призведе до погіршення або не можливості подачі вогнегасної речовини на гасіння пожежі;

- якщо прокласти рукавну лінію по сходовій клітині, а не по зовнішній стороні будівлі необхідно використовувати більшу кількість пожежних рукавів і відповідно більшу кількість вогнегасної речовини (води).

Отже, можна зробити висновок, що прокладання рукавних ліній по зовнішній стороні будівель під час виникнення пожеж в будівлях підвищеної поверховості більш ефективно впливає на проведення рятування та евакуації людей, а також в цілях пожежогасіння.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС № 340 від 26.04.2018 року «Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

2. ДБН В.2.2-9:2009 «Громадські будинки та споруди».

## УДК 614.843

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ НАПІРНИХ ТА НАПІРНО-ВСМОКТУЮЧИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ**

*Юрій ПАНЧИШИН,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Пожежні рукави є невід'ємною складовою частиною пожежно-технічного оснащення пожежно-рятувальних підрозділів. Відповідно, без використання пожежних рукавів не можливо проведення будь-якого оперативного розгортання під час гасіння пожеж, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, проведення практичних занять.

Всі пожежні рукава перед постановкою в оперативний розрахунок підлягають їх випробуванню з метою визначення стійкості рукава до дії робочого та випробувального тиску.

Окремо слід зауважити, що напірні та напірно-всмоктуючі рукава підлягають випробуванню під дією гідравлічного тиску який становить:

- для напірних рукавів типу «Т» - робочий тиск 1 МПа, випробувальний - 1,4 МПа;

- для напірних рукавів типу «К» - робочий тиск 1 МПа, випробувальний - 1,5 МПа;

- для напірних рукавів типу «ВТ» - робочий тиск 4 МПа, випробувальний - 6 МПа;

- для напірних рукавів типу «Л» - робочий тиск 2 МПа, випробувальний – 3 МПа;

- для напірно-всмоктуючих рукавів - гідравлічний випробувальний тиск 1,2 МПа.

Станом на сьогоднішній день автопарк пожежної техніки кожного дня удосконалюється та модернізується, але проблемним питанням залишається те, що порядок здійснення випробування пожежних рукавів не враховує технічні можливості пожежної техніки основного призначення від якої здійснюється випробування пожежних рукавів. Таким чином в пожежній техніці основного призначення (автоцистерна) максимальний напір на насосі становить 100 м вод.ст.

Отже, 100 м вод.ст. = 10 атм.(бар) = 1 МПа. Таким чином можна зробити висновок, що максимальна потужність автоцистерни становить 1 МПа.

Висновок. Дана частина (п. 8.4 «Випробування» та таблиці 1,2) керівного документу сформовані без врахування тактико-технічних характеристик пожежної техніки основного призначення (автоцистерн) які знаходяться в оперативному розрахунку пожежно-рятувальних підрозділів. Відповідно, пропонується перегляд та внесення змін до даного керівного документу.

### ЛІТЕРАТУРА

3. Наказ ДСНС № 107 від 01.04.2013 року «Про затвердження Методичних рекомендацій з експлуатації та ремонту пожежних рукавів».

4. Наказ МВС № 340 від 26.04.2018 року «Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

УДК 614.841

## РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

*Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО, канд. техн. наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Зростання попиту та використання транспортних засобів (ТЗ), що працюють від альтернативних джерел енергії ставить перед людством низку задач. Починаючи від розробки та впровадження технологічних процесів та алгоритмів безпечного виробництва акумуляторних батарей чи резервуарів водню та закінчуючи процесом кінцевої переробки вищезазначених складових.

За результатами досліджень було визначено імовірні небезпеки, пов'язані з ліквідацією надзвичайних ситуацій (НС) на електричних транспортних засобах (ЕТЗ) та автомобілях на водневому паливі (АВП). З метою забезпечення безпечних умов праці та швидкого реагування особового складу пожежно-рятувальних підрозділів на ліквідації імовірних НС було розроблено концептуальні моделі дій рятувальників на найбільш ймовірні загрози, що можуть виникнути на ТЗ, що працюють від альтернативних джерел енергії.

В роботі узагальненні вже існуючі знання і практичний досвід та надані додаткові рекомендації дій рятувальників стосовно ліквідації НС на ТЗ, що працюють від альтернативних джерел енергії. Рекомендації та досвід ліквідації подібних НС сформовані та узагальненні у вигляді концептуальних моделей, що є новим науково-практичним надбанням. Використання цих моделей у випадку виникнення імовірних небезпек, пов'язаних з ЕТЗ та АВП, дають наукове підґрунтя для: проведення якісної оцінки дій рятувальників під час проведення навчання та ліквідації реальних НС; подальшого розвитку та розробки системи підтримки та прийняття рішення, яка може бути виражена у вигляді прикладного програмного забезпечення; розробки моделі життєвого циклу проєктів ліквідації НС на ТЗ, що працюють від альтернативних джерел енергії.

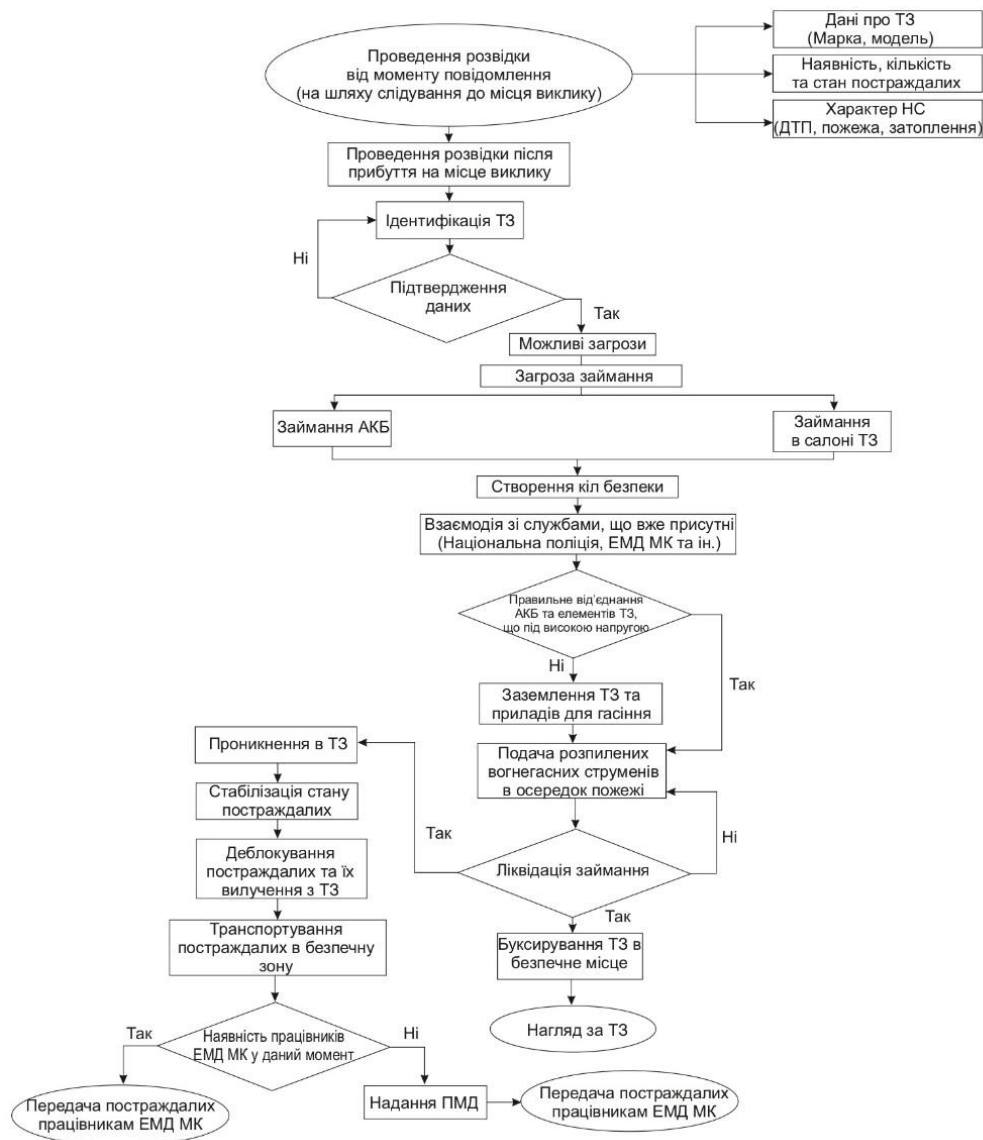


Рисунок 1 – Приклад концептуальної (імітаційної) моделі дій рятувальників під час імовірної загрози займання акумуляторної батареї ЕТЗ.

## ЛІТЕРАТУРА

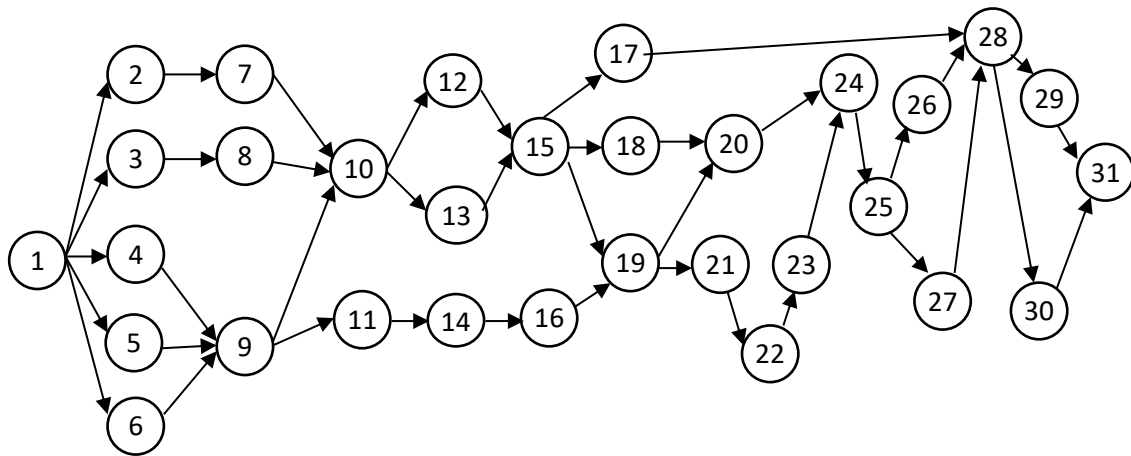
1. Луц В.І., Великий Я.Б., Пархоменко В.-П.О. Створення полігону для підготовки газодимозахисників до проведення аварійно-рятувальних робіт в обмеженому просторі на горизонтальних ділянках. *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. №36. С. 59-65.
2. Луц В.І., Луц І.В., Пархоменко В.-П.О., Шпак Р.М. Аналіз тренувальних комплексів для підготовки газодимозахисників країн Європейського Союзу. *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. №27. С. 87-94.
3. Лазаренко О.В., Пархоменко В.-П.О., Сукач Р.Ю., Білоножко Б.В., Кусковець А.С. Конструктивні особливості та небезпека автомобілів на водневому паливі. *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. Львів: ЛДУ БЖД, 2020. №37. С. 52-57.
4. Лазаренко О.В., Пархоменко В.-П.О., Шкарапута О.В. Розроблення моделей ліквідації надзвичайних ситуацій на транспортних засобах з альтернативними видами пального. *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. Львів: ЛДУ БЖД, 2021. №38. С. 4-11.

УДК 614.84

# ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ТРЕТЬОГО ПОВЕРХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОХИЛОЇ ПЕРЕПРАВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НРВ-1

*Роман ПОНОМАРЕНКО, д-р техн. наук, с.н.с,  
Павло БОРОДИЧ, канд. техн. наук, доцент, Михайло ГЛУЩЕНКО,  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна*

В доповіді пропонується імітаційна модель рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних (НРВ-1), з використанням мережевої моделі. Імітаційна модель представлена на рисунку 1. Початком є команда старшого начальника «Відділення, до рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою нош рятувальних вогнезахисних приступити!», закінчується модель подією «Відділення шикуються біля пожежно-рятувального автомобіля».



*Рисунок 1 – Імітаційна модель рятування постраждалого з приміщення за допомогою НРВ-1*

Дослідження даного процесу проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки з курсантами Національного університету цивільного захисту України, де були встановлені мінімальні  $t_{\min i}$  та максимальні  $t_{\max i}$  значення часу виконання окремих дій.

Математичне очікування було розраховано

$$\bar{t}_i = \frac{(t_{\max i} + t_{\min i})}{2} \quad (1)$$

Враховуючи те, що для одновершинних розподілів середньоквадратичне відхилення приблизно дорівнює 1/6 інтервалу, на якому розглядається розподіл [1,2], дана оцінка розраховується як:

Використавши отримані результати, були розраховані [2] основні параметри мережевої моделі.

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i \max} - t_{i \min}}{6} \quad (2)$$

Для визначення критичного шляху імітаційної моделі були розраховані значення математичного очікування (3) та дисперсії (4) критичного шляху.

$$\bar{t}(L_{кр}) = \sum \bar{t}_{i_{кр}} = 921,5 \text{ с}, \quad (3)$$

де  $\bar{t}_{i_{кр}}$  - математичне очікування  $i$ -ї операції критичного шляху, с.

$$\sigma^2(L_{кр}) = \sum \sigma_i^2 = 5600 \text{ с}^2, \quad (4)$$

де  $\sigma_i^2$  - дисперсія  $i$ -ї операції критичного шляху.

Тоді середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнюватися  $\sigma(L_{кр}) = 74,8 \text{ с}$ .

Критичним в імітаційній моделі рятування постраждалого з третього поверху з використанням похилої переправи за допомогою НРВ-1 є шлях дій другого та третього номера, які фактично всі дії виконують разом, тобто на них буде найбільша затримка часу. Тому для підвищення ефективності розглянутого процесу необхідно другим та третім номером ставити рятувальників, які пройшли курси з висотної підготовки та ефективно вміють працювати з рятувальними мотузками та висотно-рятувальним обладнанням.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бородич П.Ю. Імітаційне моделювання рятування постраждалого з приміщення з використанням нош рятувальних вогнезахисних / П.Ю. Бородич, Р.В. Пономаренко, П.А. Ковальов // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. – вип. 22. – Харків: НУЦЗУ, 2015. с 8-13. <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol22/Borodich.pdf>
2. Экспертные системы: состояние и перспективы: Сб. науч. тр. // АН СССР, Ин-т проблем передачи информации: Отв. ред. Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1989.- 152 с.

УДК 614.84

#### ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АППД З УСТАНОВКОЮ ТРИНОГИ НА КОЛОДЯЗЬ ТА СПУСКОМ В НЬОГО

*Роман ПОНОМАРЕНКО, д-р техн. наук, с.н.с,*

*Павло БОРОДИЧ, канд. техн. наук, доцент, Михайло ГЛУЩЕНКО,*

*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна*

В доповіді наведено, що одним із основних завдань сил цивільного захисту є ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження, інших небезпечних проявів. Більшість із цих робіт розглянуті в нормативних документах [1,2], що регламентують діяльність ДСНС України. Але існують такі роботи, порядок та особливості виконання яких в цих документах не відображено. До таких робіт відноситься оперативне розгортання особового складу автомобіля першої



допомоги (АППД) з установкою триноги на колодязь та спуском в нього. Це завдання виконує оперативний розрахунок у складі трьох чоловік [3]: перший номер – спускається в колодязь, другий номер – спускає першого номера, третій номер – страхує першого номера. Для підвищення ефективності виконання даної оперативної роботи необхідно розглянути проміжні роботи та взаємозв'язок між ними. В доповіді пропонується імітаційна модель з використанням мережових моделей, яка представлена на рисунку 1. Початком є команда старшого начальника «В колодязь по тринозі – руш», закінчується модель подією «Спуск рятувальника в колодязь».

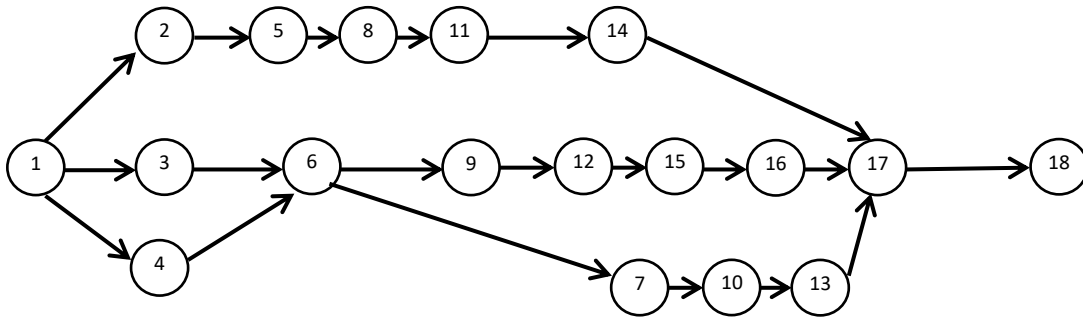


Рисунок 1 – Імітаційна модель оперативного розгортання особового складу АППД з установкою триноги на колодязь та спуском в нього

Умовно дану модель можна розбити на три паралельних шляхи: - дії першого номера оперативного розрахунку (він в засобі захисту органів дихання та в індивідуальній страхувальній системі спускається в колодязь); - дії другого номера (він встановлює триногу на колодязь та спускає першого номера); - дії третього номера (він допомагає першому номеру та страхує його при спуску).

Дослідження оперативного розгортання проводилися під час занять з пожежно-рятувальної підготовки, під час яких були встановлені мінімальні  $t_{\min i}$  та максимальні  $t_{\max i}$  значення часу виконання окремих дій. Математичне очікування було розраховано

$$\bar{t}_i = \frac{(t_{\max i} + t_{\min i})}{2}. \quad (1)$$

Враховуючи те, що для одновіршиних розподілів середньоквадратичне відхилення приблизно дорівнює 1/6 інтервалу, то

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i \max} - t_{i \min}}{6}. \quad (2)$$

Використавши отримані результати, були розраховані основні параметри мережної моделі. Для визначення критичного шляху були розраховані значення математичного очікування (3) та дисперсії (4).

$$\bar{t}(L_{\text{кр}}) = \sum \bar{t}_{i \text{кр}} = 209,5 \text{ с}, \quad (3)$$

де  $\bar{t}_{i \text{кр}}$  - математичне очікування  $i$ -ї операції критичного шляху, с.

$$\sigma^2(L_{кр}) = \sum \sigma_i^2 = 92,98 \text{ с}^2, \quad (4)$$

де  $\sigma_i^2$  - дисперсія -ї операції критичного шляху.

Тоді середньоквадратичне відхилення критичного шляху буде дорівнюватися  $\sigma(L_{кр}) = 9,6 \text{ с}$ . Критичним в імітаційній моделі буде перший шлях – дії першого номера, тобто на ньому буде найбільша затримка часу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту : Наказ МНС України № 575 від 13 березня 2012 р. : М-во надзв. сит. України, 2012. – 178 с. – (Нормативний документ МНС України. Статут).
2. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України : Наказ МНС України № 312 від 7 травня 2007 р. : М-во надзв. сит. України, 2007. – 248 с. – (Нормативний документ МНС України. Правила)
3. Типова інструкція з організації безпечного ведення газонебезпечних робіт: НПАОП 0.00-5.11-85. – [Чинний від 1985-12-20]. К. : Держгіртехнагляд СРСР, 1985. – 21 с. – (Національні стандарти України).

**УДК 621.03**

### ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДВОДНОГО РОЗМІНУВАННЯ

*Ігор СОЛОВЙОВ, Віктор СТРИЛЕЦЬ, докт. техн наук, професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

Визначення показників, що характеризують процес підводного розмінування, стосовно якого практично відсутні експериментальні дані щодо часу виконання для всіх варіантів реалізації обраного плану, стосовно яких практично відсутні експериментальні дані щодо часу виконання, представляє значну складність. Виходячи з цього було прийнято рішення щодо їх отримання за результатами експертного оцінювання.

Час виконання окремих операцій, які становлять процес оперативної діяльності водолазів-саперів, носить імовірнісний характер, тому що залежить від безлічі важко прогнозованих факторів. У зв'язку з цим можна припустити, що розподіл випадкових значень оцінок часу, які можуть дати експерти, описується не тільки нормальним законом розподілу, але й, у випадку, коли скошеність показника часу виконання і-ої операції оперативного розгортання істотно відрізняється від нуля,  $\beta$ -розподілом. Застосування  $\beta$ -розподілу дозволяє використовувати метод трьох оцінок для отримання основних параметрів розподілу – середнього значення (математичного очікування) і середньоквадратичного відхилення.

У цьому випадку необхідно знайти найбільш ймовірний  $\tilde{t}_j$ , мінімальний  $t_{j \min}$  та максимальний  $t_{j \max}$  часу виконання j-ого процесу. Для їх визначення кожний і-ий експерт надає відповідні індивідуальні оцінки виконання і-ої операції

$\langle t_{ij \min}, \tilde{t}_{ij}, t_{ij \max} \rangle$ . Це дозволяє усереднене очікуване значення, наприклад,  $\tilde{t}_j$  розглядати у вигляді середньовиваженої оцінки за спостереженнями всіх  $n$  експертів

$$\tilde{t}_i = \sum_{j=1}^n V_{ij}(\tilde{t}_j) \cdot \tilde{t}_{ij}, \quad (1)$$

де  $V_{ij}(\tilde{t}_j)$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -го експерта при оцінці  $\tilde{t}_j$ , який розраховується як

$$V_{ij}(\tilde{t}_j) = \frac{1}{(\tilde{t}_{ij} - \bar{\tilde{t}}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{(\tilde{t}_{ij} - \bar{\tilde{t}}_j)^2}}, \quad (2)$$

$$\text{де } \bar{\tilde{t}}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{t}_{ij}}{n}.$$

За (1) та (2) аналогічним чином розраховуються  $t_{i \min}$  та  $t_{i \max}$ .

Після того, як будуть виключені аномальні значення оцінок, що задовольняють нерівності

$$|\tilde{t}_{ij} - \bar{\tilde{t}}_j| \geq a \cdot \sigma_i(\tilde{t}_i), \quad (3)$$

$$\text{де } a = 2,5 \div 3,0; \sigma_i(\tilde{t}_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (\tilde{t}_{ij} - \bar{\tilde{t}}_j)^2};$$

та, у разі необхідності, повторного розрахунку  $\tilde{t}_i$ ,  $t_{i \min}$  та  $t_{i \max}$ , можна визначити як параметри нормального розподілу, і в цьому випадку найбільш ймовірна оцінка часу виконання  $i$ -ої операції  $\tilde{t}_i$  розглядається як її математичне очікування  $\bar{t}_i$ , а середньоквадратичне відхилення як

$$\sigma_i \approx \frac{t_{i \max} - t_{i \min}}{6}, \quad (4)$$

так і параметри  $\beta$ -розподілу часу виконання  $i$ -ої комбінації обраних факторів під час підйому вибухонебезпечного предмету.

Для цього використовуються характеристики  $\beta$ -розподілу з параметрами  $\alpha > 1$  та  $\beta > 1$ , оскільки в кодованих перемінних оцінка найбільш вірогідного часу виконання  $i$ -ої операції дорівнює

$$\tilde{x}_i = \frac{\tilde{t}_i - t_{i \min}}{t_{i \max} - t_{i \min}} = \frac{\alpha_i - 1}{\alpha_i + \beta_i - 2}, \quad (5)$$

а дисперсія цієї оцінки

$$\sigma^2(x_i) = \frac{\alpha_i \cdot \beta_i}{(\alpha_i + \beta_i)^2 \cdot (\alpha_i + \beta_i + 1)} . \quad (6)$$

З урахуванням переходу від кодованих перемінних до натуральних експертна оцінка математичного очікування часу виконання і-ої комбінації обраних факторів під час підйому вибухонебезпечного предмету

$$\bar{t}_i = t_{i \min} + \frac{\alpha_i}{\alpha_i + \beta_i} \cdot (t_{i \max} - t_{i \min}) . \quad (7)$$

Проте, групова оцінка вважається достатньо надійною тільки за умови доброї узгодженості залучених фахівців. Тому статистичній обробці інформації, яка отримана від експертів повинна передувати оцінка ступеня їх узгодженості.

**УДК 614.841**

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ, ОБЛАДНАНИХ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ**

*Роман СУКАЧ, канд. техн. наук,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Використання сонячних панелей як найбільш надійного джерела альтернативної енергії з кожним роком набуває популярності у світі та Україні. Також є попит на облаштування сонячних електростанцій у приватних домогосподарствах. За статистичними даними, в Україні на кінець 2021 року нараховується близько 39,6 тисяч таких домогосподарств, сонячні електростанції які генерують електроенергію загальною номінальною потужністю близько 1,06 ГВт, і тенденція до збільшення таких домогосподарств очевидна, що в певній мірі ускладнює гасіння пожежі. При підключенні послідовно модулів сонячних панелей напруга в них може доходити до 1500 В постійного струму. Крім цього додаткова вага системи сонячних панелей може призвести до більш швидкого обвалу покрівлі палаючої конструкції.

На основі вивчення європейського досвіду, у випадку гасіння пожеж у приватних будинках, у яких встановлені сонячні електростанції, власник будинку повинен повідомити керівника гасіння пожежі, про оснащення будівлі альтернативними джерелами живлення. Зважаючи на це, першочергові дії керівника гасіння пожежі пожежно-рятувального підрозділу повинні бути спрямовані на знеструмлення будинку чи об'єкту. Однак при цьому слід пам'ятати, що незважаючи на відключення PV-установки, напруга в кілька сотень вольт буде присутня на клемах кабелів, що з'єднують модулі PV. Важливо знати, що відключення основного джерела живлення в будівлі, яка оснащена фотоелектричною установкою, не зупиняє генерування напруги постійного струму в установці. Враховуючи це, рятувальники повинні проводити гасіння з урахуванням того, що установка в будівлі ввімкнена.



*Рисунок 1 – Пожежі фотоелектричних модулів на дахах будинків*

Слід зазначити, що більшість пожеж, що виникають в приватних будинках, це внутрішні пожежі, при ліквідації яких застосування водяних стволів не становить небезпеки з боку постійних ліній електропередачі системи PV при умові, що їх не встановлено в приміщенні будівлі. При розповсюдженні пожежі на дах будівлі, на якому встановлена фотоелектрична установка, цей ризик збільшується, оскільки пожежа та висока температура можуть пошкодити ізоляцію проводів та самих панелей. Враховуючи перелічені фактори небезпеки, гасіння будівель обладнаними сонячними електростанціями потрібно проводити вогнегасними речовинами: негорючі гази (CO<sub>2</sub>), хладони (фреон, 114 B-2, 13B1, 12B1), порошкові суміші, а також комбіновані суміші (вуглекислота з хладоном) та водою дотримуючись при цьому вимог Правил безпеки праці та Інструкції з гасіння пожеж електроустановок під напругою.

Варто зазначити, що науковий прогрес не стоїть на місці, так Австралійська компанія Solar Development розробила вогнегасний засіб виключно для PV-систем. У вогнегаснику є спеціальна рідина, яка після контакту зі склом створює на панелях шар, непроникний для сонячного світла. Таким чином, загорання гасне, відключаючи доступ до сонячного випромінювання, без якого панелі не в змозі генерувати напругу. Шар вогнегасної речовини твердне через короткий час і може відшаровуватися від скла. На жаль, вогнегасник PV STOP наразі недоступний в Україні. Фотоелектричні модулі є вогнетривкими і не сприяють поширенню вогню. Тому, засоби пожежогасіння застосовуються безпосередньо до них лише у разі пожежі на даху будівлі, на якому вони встановлені. Спільне галузеве дослідження, проведене в Німеччині, прийшло до висновку, що сонячні системи (PV) не становлять особливого ризику для рятувальників, якщо вони дотримуються вимог безпеки праці.

Аналіз сучасного стану організації пожежогасіння фотоелектричних систем в Україні та країнах Західної Європи показав, що на жаль, немає чітких вимог та інструкцій щодо гасіння пожеж будинків з фотоелектричною системою. А чинне законодавство та стандарти не в змозі йти в ногу зі швидким розвитком цієї технології. Дослідження світового досвіду в управлінні та організації гасіння пожеж в електроустановках під напругою - цікавий, перед усім тим, що проблеми аналогічні українським, є і в інших країнах світу, які прийнято відносити до економічно розвинених. При цьому на національному рівні можна визнати, що існуюча модель організації управління та гасіння пожеж на об'єктах обладнаних фотоелектричною системою не відповідає сучасними вимогам і загрозам, тому потребує реформування.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Ключ П.П. та ін. Пожежна тактика – Харків: Основа, 1998.

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 рік № 340 "Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж" (зі змінами).

3. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22 грудня 2011 рік №863 "Про затвердження Інструкції з гасіння пожеж на енергетичних об'єктах України".

4. Довідник керівника гасіння пожежі. – К.: УкрНДІ ЦЗ, 2015. – 363 с.

5. Методичні рекомендації щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях, ГУ ДСНС у Хмельницькій області, м Хмельницький, 2020.

6. Основні тенденції у галузі сонячної енергетики у 2020 році. Сонячна енергетика : вебсайт. URL : <https://solarity.com.ua/blog/pv-trends-2020> (дата звернення : 04.04.2022).

7. Потенційних загроз від PV-систем при пожежі та як їх запобігти. Сонячна енергетика : вебсайт URL : <https://solarity.com.ua/blog/fire-hazards-and-mitigation-in-photovoltaic-systems/> (дата звернення : 04.04.2022).

## УДК 614.841

### ГАСІННЯ АВТОМОБІЛІВ З НАЯВНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ

*Максим СУРМАЙ, Микола ГРИГОР'ЯН, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Проведення робіт, пов'язаних з гасінням електроавтомобіля - більш складна проблема, ніж загоряння звичайного авто. Справа в тому, що в більшості електроавтомобілів літєві акумулятори. Літій дуже активно вступає в реакцію з водою, тому спроба загасити електроавтомобіль водою може привести до сумних наслідків. У світовій практиці до сьогодні не розроблена дієва методика гасіння таких пожеж. [4, 5, 6, 7]

Проведений аналіз основних небезпек акумуляторної батареї, що використовуються для живлення електроавтомобілів [1, 2, 5] показав, що:

- під час пожежі електрокара виділяється значна кількість небезпечних хімічних речовин, зокрема також можлива наявність HCN та HF, що зобов'язує рятувальників використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання;

- гасіння акумуляторної батареї потребує значної кількості води;

- ускладнений доступ до акумуляторної батареї;

- різноманітність будови та складу елементів живлення;

- явище повторного самозаймання акумуляторної батареї пояснюється самодостатністю хімічного процесу, що проходить в середині літій-іонного акумулятора (вивільняється велика кількість окисника, що доповнює класичний трикутник горіння).

Саме тому, використання повітряномеханічної піни під час гасіння акумуляторної батареї електрокарів є неефективним. [3]

Наприклад, для того щоб загасити Tesla, за регламентом потрібно 11-18 тонн води для занурення автомобіля у неї на 3 доби. Стандартні резервуари вміщують 1-2 тонни. Наступна складність - визначити конкретну марку палаючого авто. За технікою безпеки батарею електромобіля необхідно знеструмити, але для цього потрібні тверді знання, де знаходиться заповітний вузол або петля і чим його обрізати.



*Мал. 1. Пожежний автомобіль – контейнер для гасіння пожеж на електроавтомобілях, для повного занурення автомобіля за допомогою маніпулятора*

Оскільки ці автомобілі за зовнішніми ознаками не відрізняються від звичайних ТЗ, обладнаних двигунами внутрішнього згорання, але становлять додаткову небезпеку для працівників Державної служби України з надзвичайних ситуацій під час виконання рятувальних та інших невідкладних робіт, необхідно розробити та ввести окреме маркування для таких видів автомобілів, поміщаючи на машині індивідуальний QR-код. У якому буде знаходитись характеристики та розміщення акумуляторної батареї, запобіжника, конструктивне виконання елементів живлення та силових мереж відносно простору кузова та рекомендації виробника для гасіння їх.

#### **Висновки:**

- проаналізовано та обґрунтовано небезпеки та ризики, які несуть акумуляторні батареї;
- запропоновано впровадити окреме маркування у вигляді QR-коду для на електричному чи гібридному ТЗ;
- необхідно провести розробку технічних приладів для гасіння акумуляторної батареї електроавтомобілів;
- запропоновано надалі розробити методику для гасіння, рятування та виконання інших невідкладних робіт на електромобілях та гібридних ТЗ.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Інформаційний інтернет ресурс «Consumer Reports» – режим доступу: <https://www.consumerreports.org/car-safety/tesla-firesdemonstrate-face-with-evs/>.
2. Lazarenko O. Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries / O. Lazarenko, V. Loik, B. Shtain, D. Riegert // *Bezpieczeństwo i technika pożarnicza* – 2018. – Vol. 52. – Issue 44. Pp.58-67.
3. Наказ МВС від 26.04.2018 року № 340 "Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж".
4. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang\* (2020) A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, *Fire Technology*, 56 Invited Review <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>.
5. Matulka R. The History of the Electric Car. Department of Energy 2014. <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>.
6. National Transportation Safety Board. Preliminary Report: Crash and Post-crash Fire of Electric-powered. Passenger Vehicle 2018.
7. CGTN. Tesla car catches fire in China, investigation underway 2019.

**УДК 614.84**

## ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*Максим СУРМАЙ, Микола ГРИГОР'ЯН, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На теперішній час у технічному забезпеченні українських пожежно-рятувальних підрозділах ДСНС України не має спеціалізованих комплексів БПЛА, незважаючи на те, що ці засоби стали досить доступні за ціновою політикою, хоча деякі приклади їх аматорського застосування є – під час пожеж під Києвом, а також в інтересах комплексного вивчення місць горіння торф'яників на Чернігівщині.

Використання БПЛА дасть змогу якісніше проводити розвідку пожежі, дати оцінку місця надзвичайної ситуації, встановити масштаб катастрофи та ін. БПЛА з системою автопілотування мали б можливість проводити первинні заходи щодо ліквідації пожежі, до прибуття на місце пожежних. А найголовніше, після пристосування БПЛА до проведення робіт в зоні високих температур, ми матимемо змогу виконувати деякі завдання без залучення особового складу (встановлення вирішального напрямку, встановлення наявності потерпілих у вогнищі пожежі або НС, встановлення напрямку та швидкості поширення пожежі та ін.).

Дослідження питання застосування БПЛА в інтересах виконання розвідки пожеж і місць їх імовірного виникнення вимагає таких дій: уточнення завдань розвідки та вимог, що до неї висуваються; визначення вимог до БПЛА як засобу ведення розвідки; визначення способів застосування БПЛА під час виконання завдань розвідки. Розвідка пожежі – це один з надважливих видів забезпечення дій пожежно-рятувальних підрозділів. Метою проведення розвідки вважається отримання даних, що будуть використані для визначення ступеню загрози людям, правильної оцінки обстановки на пожежі та прийняття відповідного рішення щодо ліквідації пожежі. До завдань розвідки, для виконання яких доцільно застосовувати комплекси БПЛА, слід віднести: виявлення місць (накопичення пожежонебезпечного сміття, наявність великих площ сухої трави чи сухого лісу тощо) імовірного виникнення пожежі; виявлення джерел загоряння на місцевості та появи диму; встановлення місцезнаходження людей і тварин, визначення існуючої їм загрози від пожежі, а також шляхів і способів евакуації; визначення місця та розмірів пожежі, об'єктів горіння, а також напрямів та динаміки розповсюдження вогню; спостереження за процесом гасіння пожежі; виявлення місць імовірних руйнувань та обвалень; визначення можливих шляхів і напрямів введення та переміщення сил і засобів для ліквідації пожежі; визначення необхідності евакуації матеріальних цінностей, крупного домашнього скота, шляхів і способів їх евакуації; оцінка результатів гасіння пожежі; оцінка збитків від пожеж тощо. При виконанні завдань розвідки треба враховувати час доби та пору року, а також стан турбулентності атмосфери у тій зоні повітряного простору, де буде використовуватися БПЛА для виконання завдань розвідки. Ефективність розвідувальних заходів буде, як завжди, залежати від виконання низки вимог, основними з яких є оперативність, безперервність, активність, достовірність і цілеспрямованість. У тих випадках, коли виникає небезпека ураження значної зони території катастрофами, викликаними техногенними, терористичними або природними факторами, БПЛА оперативно надає інформацію про вигляд пожеж, ділянки їх локалізації, швидкості вогню, можливих напрямках розповсюдження, в тому числі в напрямку населених пунктів, виробничих об'єктів і місць з підвищеними характеристиками пожежонебезпеки (торфовища, лісозаготівельні та деревообробні пункти). Це дозволяє керівнику гасіння пожежі направляти в



найбільш небезпечні місця загоряння технічні засоби, пожежну техніку і бойовий розрахунок.

За допомогою БПЛА з великою вантажопідйомністю матимемо можливість швидко доставляти додаткові засоби пожежогасіння, засоби рятування та саморятування на високоповерхові будівлі. Однією з привілеїв БПЛА є можливість зависати в повітрі на великій висоті. За допомогою цієї функції є доцільним використовувати БПЛА для пошуку постраждалих під час повеней, зсувів, обвалів та землетрусів. В тих місцях куди особовий склад не має можливості швидко дістатись, а час обмежений.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василин. – Минск: ООО “Попурри”. – 2003. – 272 с.

2 Руснак І.С. Безпілотна авіація у сфері цивільного захисту України. Стан і перспективи розробки та застосування / І.С.Руснак, В.В. Хижняк, В.І. Ємець. – Наука і оборона. – 2014. – №2. – 34-39.

### УДК 614.86

#### **ЗАСТОСУВАННЯ «ТУНЕЛЬНОГО МЕТОДУ» ДЕБЛОКУВАННЯ ПОТЕРПІЛИХ ПРИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ**

*Іван ТАТАРІНОВ, Іван СИНЧУК,*

*Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (м. Вінниця)*

Дорожньо-транспортна пригода – подія, що сталася під час руху дорожнього транспортного засобу, внаслідок якої загинули або зазнали травм люди, чи заподіяна шкода майну. [1]. Наслідками даної ситуації є травми потерпілих та їх блокування у деформованих транспортних засобах, а також вторинні фактори.

За 10 місяців 2021 року в Україні сталося 154 480 дорожньо-транспортних пригод. Це на 14% більше, ніж за аналогічний період попереднього року.[2].

За статистикою такі види дорожньо-транспортних пригод, як «Зіткнення» та «Перекидання» припадає близько половини від загальної кількості в Україні, а кількість потерпілих, які не можуть безпечно залишити транспортний засіб, значно перевищує сумарне число потерпілих у всіх інших транспортних подіях різного характеру разом узятих.

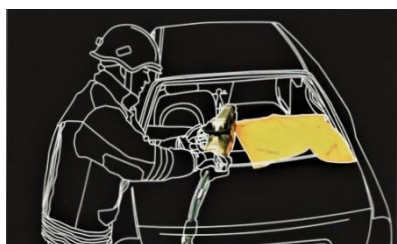
За умови, що автомобіль знаходиться в одному з даних положень, керівник робіт з ліквідації надзвичайної ситуації зобов'язаний раціонально підійти до тактики ліквідації наслідків даного виду ДТП. Тобто, перед початком деблокування потерпілих керівник визначає шлях їх вилучення з транспортного засобу із урахуванням даних огляду та рекомендацій рятувальника, який надає домедичну допомогу (медичного працівника ЕМД МК).[1]. А саме, організувати вилучення «ключової фігури», та по мірі необхідності підтримувати пряме положення тіла потерпілого, що дозволить мінімізувати рухливість відділу хребта та таза.

Необхідною умовою ефективності деблокування потерпілих є максимальне розбирання транспортного засобу для звільнення навколо них простору, необхідного для надання домедичної допомоги та їх вилучення з пошкодженого транспортного засобу.[1]. Відповідно, такі дії не повинні перевищувати 20 хвилин для дотримання основного правила - правила «золотої години».

З метою організації максимально безпечної евакуації потерпілих з аварійного транспортного засобу проводиться поетапне ослаблення силових і деформованих конструкцій, частковий або повний демонтаж окремих елементів кузова.

Деблокування потерпілих необхідно проводити, звільняючи простір навколо них, а не вилучати через вузькі отвори, завдаючи ризику додаткового травмування. Виняток можуть становити випадки, коли потрібна негайна евакуація або екстрені медичні заходи.[1]. Що, в залежності від характеру пошкоджень та положення транспортного засобу, вимагають залучення значної кількості особового складу та спеціального аварійно-рятувального обладнання.

Практичний досвід рятувальників країн Європи засвідчує ефективність застосування «Тунельного методу» деблокування потерпілого, який відповідає усім вимогам безпечного та швидкого вилучення полягає в тому, що рятувальник розбивши заднє скло автомобіля і застосувавши розтискач (домкрат) утворює необхідний та головне безпечний простір для вилучення потерпілого.



*Встановити розтискач по середині, між задньою полицею і дахом автомобіля;*



*Підняти дах автомобіля; Швидко і успішно вилучити потерпілого.*

Зважаючи на поставлені завдання, даний метод дозволяє в мінімальні терміни, з застосуванням мінімальної кількості особового складу та спеціального аварійно-рятувального обладнання деблокувати «ключову фігуру» з транспортного засобу утворивши умовний тунель, тим самим, давши назву даному методу «ТУНЕЛЬНИЙ», що в свою чергу забезпечує організацію доступу до потерпілого та дотриматись правила «золотої години».

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Методичні рекомендації щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (небезпечних подій), пов'язаних із дорожньо-транспортними пригодами : Наказ ДСНС України № 80 від 21.01.2020 р.

2. Статистика ДТП в Україні за 10 місяців 2021 року. URL: <https://opendatabot.ua/analytics/dtp-2021>.

**УДК 614.841.34**

**ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКРАНУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ**

## ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОДЯНИХ ЗАВІС ВІД ПРОНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖІ

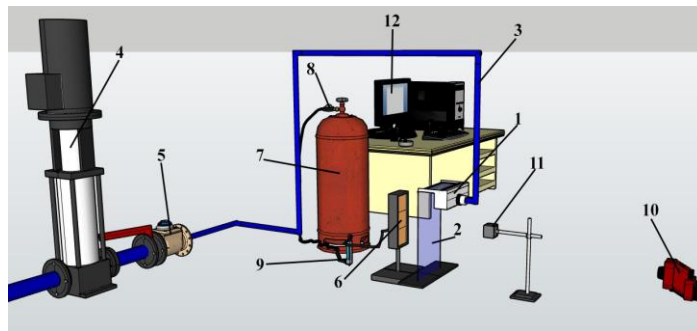
*Олексій ТИМОШЕНКО, Вадим БЕНЕДЮК, Ігор СТИЛИК,  
Олександр КОРНІЄНКО, Андрій ОНИЩУК,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

В статті [1] розглянуто нормативні документи України та інші джерела інформації щодо запобігання (зменшення) дії небезпечних факторів пожежі на людей, промислове обладнання, майно та конструкції будівель і споруд, зокрема, шляхом застосування протипожежних водяних завіс.

З метою визначення екрануючих властивостей водяних завіс в залежності від їх технічних та технологічних параметрів від небезпечних чинників пожежі (радіаційне теплове випромінювання, дим, токсичні продукти горіння) було створено лабораторні експериментальні стенди та проведено ряд експериментальних досліджень.

Експериментальні дослідження з визначення показника екранування теплового радіаційного потоку крізь суцільноспадаючу водяну завісу [2] проводились на лабораторному стенді, принципова схема та загальний вигляд якого наведені на рисунку 1.



а)



б)

- 1 – водозлив; 2 - суцільноспадаюча водяна завіса; 3 - водогін;  
4 - водяний насос; 5 - витратомір; 6 - радіаційна теплова панель;  
7 - газовий балон; 8 - редуктор; 9 - ротаметр; 10 – тепловізор;  
11 - приймач теплового потоку

*Рисунок 1 - а) Принципова схема, б) загальний вигляд лабораторного стенда*

Послідовність проведення досліджень була наступною.

Відповідно до послідовності схеми проведення експериментальних досліджень, яка наведена на рисунку 2, вмикають радіаційну теплову панель (далі

– РТП), за допомогою ротаметру регулюють теплову потужність. Відстань від робочої поверхні РТП до водяної завіси становить  $(200 \pm 5)$  мм. Вмикають тепловізор та контролюють рівномірність температури на робочій поверхні РТП. Необхідне значення щільності радіаційного теплового потоку ( $0,5 \text{ кВт/м}^2$ ,  $1 \text{ кВт/м}^2$ ,  $2 \text{ кВт/м}^2$ ) створюють за допомогою пересування приймача теплового потоку по горизонтальній осі відносно центру водяної завіси. Вимірювальний комплекс запускають в режимі вимірювання та фіксують значення щільності теплового потоку та значення робочого тиску із частотою 10 Гц.

По закінченні експерименту вираховуються коефіцієнти екрануючої здатності від радіаційного теплового випромінювання ( $H_{m.v.}$ ) при кожному робочому значенні тиску.

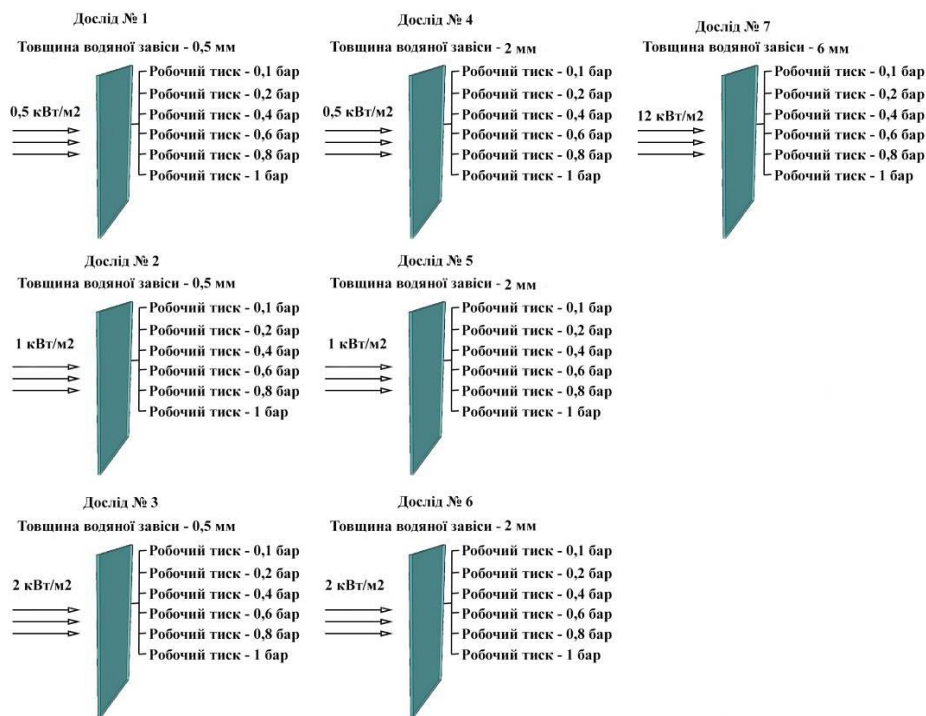


Рисунок 2 – Схема послідовності проведення експериментальних досліджень.

Результати експериментальних досліджень будуть наведені в подальших наукових публікаціях.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шляхи та проблемні питання впровадження водяних протипожежних завіс в Україні / Бенедюк В.С. та ін. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2020. № 2 (10). С. 22-31.
2. Застосування плівки води для захисту рятувальників від потужного теплового випромінювання / А.Г. Виноградов та ін. Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. Дніпро: ИГТМ НАНУ. 2017. Вип. 134. С. 196-210.

## ДЕМАСКУЮЧІ ОЗНАКИ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ТА ОБ'ЄКТІВ

*Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук, Василь КРИШТАЛЬ, канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У ході ведення інженерної розвідки противника, місцевості та об'єктів особлива увага приділяється демаскуючим ознакам мінування (прикметам, які дозволяють виявляти боєприпаси на місцях установки). Від знання демаскуючих ознак залежить успіх виконання завдання щодо виявлення мінно-вибухових загороджень (МВЗ) та розмінування, інформування підрозділів та цивільного населення про загрозу їх застосування, попередження загибелі та травмування людей, успішне виконання спеціальних бойових завдань (СБЗ).

Відсоток демаскуючих ознак, які ураховані під час ведення розвідки та розмінування, практично збільшує живучість підрозділів на 15÷20 %.

Досвід свідчить, що при виконанні СБЗ необхідно безперервно та наполегливо спостерігати за незвичними прикметами місцевості та об'єктів, зокрема позначками та написами, які залишені невідомими особами у якості орієнтирів та об'єктами прив'язування мін та фугасів.

У якості прихованих орієнтирів противник застосовує:

- насипи та пірамідки з каміння;
- каміння та валуни, які лежать окремо;
- зламані гілки та пірамідки з гілок;
- надрізи на стволах дерев, обрізані та загострені під різними кутами гілки, а також гілки, які розташовані на місцевості у певній послідовності;
- протягнуті мотузки, нитки та дротики, стрічки з матерії, які прив'язані на кущах та гілках дерев;
- «візерунки» на землі та на сніговому покриві.

На відкритій місцевості міни установлюються у виїмки, які підготовлені у ґрунті, а зимою у сніг. Міни та фугаси маскуються дерном, травою, ґрунтом та снігом. У таких умовах головними ознаками мінування є:

- невеликі горбики, або просілий ґрунт, які розташовані у певній послідовності;
- свіжозорана земля, розрихлений сніг, дерен із слідами порушення його цілісності, суха трава на зеленому фоні місцевості, розкидані трава солома та сіно.

До демаскуючих ознак також належить розкиданий на місцевості цупкий, або промаслений папір, поліетиленова плівка, забуті, або покинуті установочні та маркерні кілки, сліди перебування та роботи людей і техніки, зів'ялі кущі, а також не притаманні даній місцевості предмети.

Основним демаскуючими ознаками мінування противником доріг є свіжі сліди виконання земляних робіт у межах проїжджої частини, обочин та кюветів. Крім того, це сліди виконання робіт у насипах та виїмках, підпірних стінках та у полках. Доповненням до перерахованого може бути нагромадження побутового сміття на дорожньому полотні, просідання ґрунту на обочинах, масні плями на окремих ділянках та місця де порушено сліди протекторів коліс та гусениць.

Крім зазначених ознак слід враховувати штучне ущільнення ґрунту у межах земляного полотна, відмінність забарвлення окремих елементів дорожнього покриття від загального фону, наявність виїмок, які мають правильну геометричну форму, металевих штирів, які виглядають з полотна дороги, тощо.

Явними прикметами мінування дорожніх споруд рахуються:

- ділянки та майданчики із свіжого бетону, цегли, бутового каменю та плитки;

- свіже фарбування окремих елементів та фарбування, яке виділяється на загальному фоні споруд;
  - часткове руйнування проїжджої частини, часткової, чи повної заміни настилу новими елементами;
  - наявність проводів, мотузок, відрізків дроту, слідів виконання зварювальних та рихтувальних робіт;
  - наявність укупорки від вибухових речовин (ВР) та засобів ініціювання (ЗІ) на проїжджій частині, чи поблизу споруд, забивання у водопропускних та водовідвідних спорудах, ящиків, пакетів, ганчірок, які прив'язані до облаштування споруд;
  - проводи та розтяжки, які відходять від елементів конструкцій мостів та шляхопроводів, чи сліди виконання земляних робіт поблизу берегових опор.
- При виконанні СБЗ у населених пунктах слід враховувати демаскуючі ознаки мінування житлових та господарських споруд, зокрема:
- свіжа штукатурка, цегляна та бутова кладки, побілка, фарбування та сліди бетонування, обклеювання та оббивання, облицювання стін, підлоги та стелі парадних, сходів, тамбурів та коридорів;
  - сліди застосування шанцевого та будівельного інструменту;
  - наявність сторонніх предметів у каналізаційних трубах, вентиляційних шахтах та димоходах;
  - не санкціоновані підключення до електромереж, комунікаційних телефонних та інтернетівських кабельних мереж, куски кабелів та проводів, залишена тара та укупорка від ВР та ЗІ, інженерних та артилерійських боеприпасів, а також захаращення побутовим сміттям господарських споруд та подвір'їв;
  - сліди виконання ремонтних робіт у напівпідвальних та підвальних приміщеннях;
  - незвично залишені цінні речі та предмети домашнього вжитку.
- Крім зазначених ознаками мінування, із застосуванням мін-пасток, є натягнуті, або послаблені мотузки, шпагат, рибальська леса, проводи та дроти, які у свою чергу прикріплені до дверей, вікон, домашніх меблів, побутових пристроїв та інших конструктивних елементів.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Навчально-практичний посібник «Засоби і методи виявлення вибухових пристроїв у боротьбі з тероризмом» / Уклад.: А.В. Іщенко, М.В. Кобець – К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005 – 144 с.
2. Виконання завдань інженерного забезпечення у збройних конфліктах та миротворчих операціях. Навчальний посібник / Ф.А. Демідчик, С.В. Мальченко, О.В. Ситнік. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2014. – 184 с.
3. Військово-інженерна підготовка. Навчальний посібник / О.С. Старух, В.В. Овчаренко, В.В. Пащенко, Р.В. Бутко – Х.: НА НГУ, 2016. – 269 с.

## ПОКРАЩЕННЯ ВОГНЕГАСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ЗА РАХУНОК ЇЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ АКТИВАЦІЇ

*Дмитро ФЕДОРЕНКО канд. іст. наук, Василь КРИШТАЛЬ канд. техн. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Більшість пожежної техніки для цілей пожежогасіння безпосередньо використовують лише 5-10% поданої води. Фактично 90-95% води при цьому можна вважати надмірно пролітою, що часто завдає збитку більше, ніж сама пожежа.

Аналіз сучасних досліджень, що до покращення вогнегасних властивостей води, може бути зведено до двох основних напрямків:

- покращення текучості води та збільшення її змочувальних властивостей;
- зменшення розміру крапель води (одержання «водяного туману») до розмірів, при яких відбувається їх повне випаровування в осередку пожежі.

Реалізація цих напрямків досягається, в основному, за рахунок підвищення тиску насосних установок пожежних автомобілів, удосконалення розпилювачів пожежних стволів та додавання спеціальних добавок для покращення текучості води.

Фізичні властивості води мають важливе значення при гасінні пожеж. Густина і кінематична в'язкість води грають важливу роль при подаванні її до осередку пожежі. При тиску 15 атм із збільшенням температури від 5 °С до 195 °С густина води зменшується в 1,5 рази, а коефіцієнт кінематичної в'язкості зменшується практично в 10 раз. Тобто, використання для цілей пожежогасіння води з більш високою температурою дозволяє зменшити гідравлічні втрати подачі.

Основною вогнегасною властивістю води є охолодження. Горюча речовина охолоджується нижче температури спалахування, при цьому тепло осередку пожежі поглинається водою і відводиться водяною парою. Причиною гарного теплопоглинання води є питома теплоємність (4200 Дж/(кг °К)) та висока теплота пароутворення (2250 КДж/кг). Тому при гасінні пожежі водою, необхідно прагнути максимально використовувати її велику теплоємність.

Одним із способів підвищення ефективності пожежогасіння водою є використання тонкорозпиленої води. В останній час все більше почали застосовувати воду аерозольного розпилення із середнім діаметром крапель порядку 50 мкм. Вода в цьому стані займає як би проміжне положення між рідиною та газом і поєднує в собі переваги як рідинного, так і газового засобів пожежогасіння. Але для отримання водяного туману в установках використовуються або великий тиск (до 300 атм) і вода, що механічно очищена від механічних домішок і розчинених в воді солей, а бо ж спеціально сконструйовані розпилювачі, що мають дуже малі площі перетину проточних каналів і тому схильні до засмічування.

Теоретичними і експериментальними дослідженнями таких вчених як И. М Тереніна, Храмцова С.П., Додонова Е.Д. та інш. доведено принципово нове технічне рішення – покращення вогнегасних властивостей води за рахунок її температурної активації. Реалізація цього рішення дає змогу одночасно покращити текучість води без підвищення тиску насосів і без використання дорогих пожежних стволів з складними профільованими насадками.

Температурно-активовану воду отримують на спеціальній установці. Вода з витратою не менше 0,8л/с подається насосом в економайзер, в якому нагрівається до температури 160-210 °С під тиском 130-200 атм, після чого без кипіння вода подається в рукавну лінію до виходу із ствола. На виході перегріта вода миттєво скіпає, одна її частина переходить у пару, а інша частина подрібнюється на краплини розміром від 1 до 10 мікрон і утворює «водяний туман». Струмені, отримані таким чином, вже на відстані 30 см від ствола мають температуру не більше 60 °С і не можуть завдати шкоду рятувальнику.

В такому стані вона не тільки ефективно гасить пожежу, а також різко знижує температуру полум'я і осаджує дим. Струмені температурно-активованої

води можуть бути застосовані для гасіння практично усіх видів горючих речовин, що не вступають в хімічну реакцію з водою з виділенням більшої кількості тепла або горючих газів.

Крім цього, ефективність пожежогасіння струменями температурно-активованої води забезпечується тим, що краплі води розміром 50 мкм довгий час не осаджуються і разом з конвекційними потоками повітря іжектуються в осередок пожежі, що дає змогу застосовувати як поверхневий, так і об'ємний спосіб пожежогасіння.

#### ЛІТЕРАТУРА

4. Рожков А.П. «Пожежна безпека». Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України. - Київ: Пожінформтехніка, 1999. – 256 с.: іл.

5. Петрянов И.В, Самое необыкновенное вещество в мире. М., «Педагогика», 1975.

3. Арабаджи В.И., Загадки простой воды. М.: «Знание», 2003.

### ТАКТИКА ДІЙ БОЙОВИКІВ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ФУГАСІВ ТА БОЄПРИПАСІВ-ПАСТОК

*Дмитро ФЕДОРЕНКО канд. іст. наук, Олег КУЛІЦА канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Як свідчить практика мінно-вибухових загороджень (МВЗ) бойовики застосовують з метою:

- прикриття своїх опорних пунктів та районів розташування;
- нанесення втрат особовому складу підрозділів та місцевому населенню;
- обмеження мобільності військових частин та підрозділів у межах зони виконання бойових завдань;
- ускладнення всебічного забезпечення життєдіяльності військових частин та місцевих мешканців;
- знищення керівного складу військових частин та органів місцевого самоврядування;
- демонстрації своєї сили та повної безкарності;
- підняття морального духу своїх прихильників;
- деморалізації військовослужбовців ЗСУ та мирного населення;
- затягування мирних перемовин шляхом руйнування об'єктів місцевої та державної інфраструктури.

З поглядом на зазначене основними об'єктами мінування рахуються:

- автомобільні і залізничні шляхи та розташовані на них дорожні споруди;
- споруди військового, промислового та цивільного призначення;
- шляхи підвозу, маневру та евакуації військових частин;
- об'єкти критичної інфраструктури (водогони, продуктопроводи, тощо);
- підходи до блокпостів та опорних пунктів бойовиків.

Для мінування зазначених важливих об'єктів бойовики застосовується широкий спектр мінно-вибухових засобів, зокрема:

- міни ОЗМ-4 та ОЗМ-72 із нестандартними способами ініціювання (вилученими капсулями-детонаторами та установленими на їх місце електродетонаторами), які установлюються у керованому варіанті;
- фугаси, які установлені у керованому по радіо, чи по проводам варіанті, із використанням одного, або більше танкових снарядів, мінометних мін та артилерійських боєприпасів, авіаційних ракет та бомб. Ініціювання фугасів здійснюється за допомогою промислових електродетонаторів, які установлюється



у вічка підричників боєприпасів, або додаткових детонаторів (заряди ВР нормальної, або підвищеної потужності). У першому випадку фіксація електродетонатора у вічку боєприпасу здійснюється за допомогою пластичної ВР;

– фугаси, які установлені у керованому по радіо, чи по проводам варіанті та замасковані під побутове сміття. Зазвичай це боєприпаси, які не спрацювали при бойовому застосуванні (гранати ВОГ-17 та 25, ручні осколкові гранати РГ-42, РГД-5 та РГН, Ф-1 та РГО, 0,5÷1,5 кг пластичної ВР, які укладені у водонепроникні пакети). Ініціювання таких фугасів здійснюється за допомогою промислових електродетонаторів;

– боєприпаси-пастки осколково-фугасної дії, які установлені у керованому по радіо, чи по проводам варіанті, або некерованому варіанті на розтяжках із використанням 2÷4 шт. тротилових шашок (200/400 г), або 0,5÷1,5 кг пластичної ВР, які укладені у жерстяні банки, які заповнені різаними цвяхами, шурупами, гайками та болтами, шариками, чи роликками, відрізками дроту, дрібним щебенем та шматками бетону. Ініціювання здійснюється за допомогою промислових електродетонаторів, або запалів УЗРГМ із розтяжками;

– ручні осколкові гранати РГ-42, РГД-5, РГН, Ф-1 та РГО, які установлені на розтяжках у якості боєприпасів-пасток (бойові чеки висмикуються, а гранати, із прижатими важелями, підкладаються під предмети військового, чи домашнього вжитку).

Пастки із зарядів ВР застосовуються, у переважній кількості випадків, для поразки військовослужбовців та цивільного населення, які схильні до збирання трофеїв, не звичайних та цінних речей з метою їх подальшого використання, або особистого збагачення.

Пастки із ручних осколкових гранат, як і попередні, також установлюються з метою ураження безпечних та неуважних людей.

Вони спрацювають при підйманні та зсовуванні предметів, натягуванні розтяжок, відкриванні дверей, ставень та вікон, перекиданні ємностей для рідин та сипучих матеріалів.

Основними конструктивними елементами саморобних вибухових пристроїв є замикачі, які можуть спрацювати за різними схемами сприйняття цілей ураження. Вони, з одного боку, не надто складні за конструкцією, а з іншого – надзвичайно надійні. Замикачі, у переважній більшості, можуть містити елементи не знешкодження, не зняття та самоліквідування.

При мінуванні стежок бойовики професійно використовують психологію людини, вибираючи для установлення пасток єдині на даній місцевості напрямки руху та місця, які приваблюють путніх. Це можуть бути маршрути, які обмежені природними перешкодами (схили пагорбів, чагарники, лісові завали, водні перешкоди, болота) та практичним втручанням людини, зокрема: закладання гілками, зламаними деревами та камінням, а також просто зручні для пересування місця (грунтові сходи на крутих схилах, чиста трава поблизу розбитих ділянок доріг, тощо). Для мінування автомобільних доріг бойовики застосовують протитанкові та протипіхотні міни, некеровані та керовані фугаси. На ґрунтових та гравійних дорогах міни та фугаси підрозділам слід очікувати практично у будь-якому місці проїжджої частини, на обочинах та у кюветах. На ґрунтових дорогах, найбільш часто, бойовики установлюють фугаси у найжджених коліях. Для підсилення руйнівної сили вибуху, ускладнення пошуку та знешкодження фугасів, бойовики установлюють по 2÷3 боєприпаси у одну лунку (міна, чи фугас із додатковим зарядом ВР, підриником, чи замикачем розвантажувальної дії). При мінуванні доріг із асфальтовим та асфальтобетонним покриттям використовують місця із зруйнованим покриттям. Міни та фугаси установлюються у вибоїни на дорозі та маскуються щебенем, чи просто кидаються у калюжі, чи розбиті колії, які заповнені водою, установлюються на обочинах та у місцях, де можливо об'їхати розбиті ділянки дороги. Крім того мінуванню підлягають місця, які придатні для

зупинок, стоянок та розвертання техніки, привалів та відпочинку особового складу, стежки, які ведуть до джерел води та водних перешкод.

Здебільшого, одиночні протитанкові та протипіхотні міни і фугаси встановлюються у таких місцях, де підрив транспорту викличе тривалу затримку руху. У першу чергу, мінуванню на дорогах підлягають ділянки:

- на крутих поворотах;
- у косогорах поблизу проїжджої частини;
- поблизу дорожніх споруд та у середині них (мости, шляхопроводи, підпирні стінки, водоперепускні та водовідвідні споруди);
- на підйомах та спусках;
- у дефіле.

Некеровані міни та фугаси із замикачами встановлюються у полотно дороги та у косогорах, які у притул наближені до проїжджої частини.

Керовані по проводам та по радіо фугаси можуть встановлюватися і на відстані 3÷5 м від обочин.

У наслідок браку часу на маскування, проводи ліній керування бойовики закопують у ґрунт, тільки на відстані 10÷25 м від дороги, а далі їх тягнуть по поверхні землі. Пункти керування вибухом розташовують на відстані 200÷300 м від дороги. Проводи ліній керування додатково мінуються протипіхотними мінами та гранатами, які встановлені на розтяжки.

У переважній більшості випадків комбіновані фугаси складаються із артилерійських та авіаційних боєприпасів, ПТМ та ППМ, додаткових детонаторів, засобів ініціювання та ліній керування.

Розтяжки гранат, здебільшого, встановлюються так, щоб навантаження на них передавалося головою військовослужбовця, адже їх пошук, за звичай, здійснюється під ногами та на рівні грудей.

Місця встановлення мін та фугасів маскуються природними матеріалами та сміттям під фон місцевості, яка їх оточує, а порушені місця їх встановлення на дорогах з ґрунтовим покриттям проходять декілька разів фрагментами автомобільних покришок, тим самим відновлюючи сліди протекторів автомобілів. Інколи фугаси встановлюють у пошкодженій техніці, яка знаходиться на обочинах та обрізах доріг.

Переважна більшість мін та фугасів встановлюється на не знімання із використанням підривників МУВ, осколкових мін та ручних осколкових гранат. У таких умовах слід враховувати і той факт, що один фугас може містити декілька конструктивних елементів приведення у дію.

Бойовий досвід свідчить, що особливістю мінування доріг є і той факт, що глибина установки мін та фугасів суттєво збільшується та складає від 5 см до 50 см. У окремих випадках зверху боєприпасів укладається каміння, відрізки жердин та кілки, які призначені для передачі натискного зусилля на підривники.

З метою ускладнення пошуку та процесу виявлення боєприпасів міношукачами та металодетекторами створюють хибні боєприпаси та встановлюють активні перешкоди, наприклад, розсипають, або засипають у ґрунт значну кількість дрібних металевих предметів.

## ЛІТЕРАТУРА

6. Військово-інженерна підготовка. Навчальний посібник / О.С. Старух, В.В. Овчаренко, В.В. Пащенко, Р.В. Бутко – Х.: НА НГУ, 2016. – 269 с.

7. Навчально-практичний посібник «Засоби і методи виявлення вибухових пристроїв у боротьбі з тероризмом» / Уклад.: А.В. Іщенко, М.В. Кобець – К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005 – 144 с.

8. Виконання завдань інженерного забезпечення у збройних конфліктах та миротворчих операціях. Навчальний посібник / Ф.А. Демідчик, С.В. Мальченко, О.В. Ситнік. – Кам'янець-Подільський: К-ПНУ ім. Івана Огієнка, 2014. – 184 с.

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС УКРАЇНИ ПІД ЧАС ГАСІННЯ СКЛАДНИХ ТА ЗАТЯЖНИХ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ, ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ДЕ ЗРУЙНОВАНА ІНФРАСТРУКТУРА**

*Іван ЧОРНОМАЗ, канд. тех. наук., Костянтин ЛЕНЬКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Виникнення широкомасштабних пожеж вимагає залучення значної кількості особового складу, техніки та вогнегасних засобів для її гасіння. З цією метою відбувається залучення особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби (ОРС) Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) у складі зведених загонів. При створенні зведених загонів визначають, яка буде залучена техніка та кількість особового складу. Також визначається маршрут руху колони зведеного загону до місця дислокації. По прибуттю до встановленого місця дислокації, техніка та особовий склад підрозділів ДСНС України приступає до виконання поставлених завдань.

Одна з масштабних пожеж трапилась на території зони відчуження в квітні 2020 року. Для її гасіння було задіяно понад 500 осіб та 120 одиниць техніки. Гасіння пожеж ускладнювалося через постійну зміну напрямку вітру, відсутністю доріг у лісистій місцевості. Така обстановка змушувала постійно переміщуватися оперативним дільницям, а відповідно і особовому складу та техніці. Якщо з технікою ситуація зрозуміла, її можна встановити у безпечних місцях неподалік межі відповідальності оперативної дільниці, то з порядком відпочинку в нічний час особового складу підрозділів, задіяних на гасіння пожежі, виникла ціла низка питань.

Відповідно до вимог безпеки праці та рекомендації з гасіння лісових пожеж в нічний час заборонено здійснювати будь-які заходи з пожежогасіння, а тому особовий склад має змогу відпочити. Але в такій ситуації, постає питання щодо організації відпочинку задіяних у гасінні пожежі людей.

Встановлювати намети для відпочинку, може бути небезпечно через можливу зміну руху фронту пожежі, або неможливо через значну віддаленість від базового табору, важкодоступність, болотисту місцевість, наявність торф'яників, тощо. Тому особовому складу доводиться відпочивати всередині та на верхній частині задіяної техніки. Такий вид відпочинку навряд дасть змогу відновити сили та приступити до виконання завдання з новими силами.

Одним із вирішень такої ситуації є застосування причепів кунгів, які дозволять значно змінити ситуацію відпочинку задіяного особового складу у темну пору доби. З цією метою можна використати вже наявні причепи кунги, або ж переобладнати для цього причепи іншого призначення.

Для цього достатньо забезпечити таким причепом кунгом кожний первинний підрозділ, що залучається до гасіння пожеж або ж ліквідації наслідків надзвичайної ситуації у важкодоступних місцях та місцях де відсутня або пошкоджена інфраструктура. Це дасть змогу налагодити належним чином режими роботи та відпочинку особового складу, що значною мірою позитивно вплине на психологічно-фізичний сан задіяних у виконання завдань людей.

Для забезпечення підрозділів ДСНС України, що можуть бути залученими до зведених загонів, необхідно створити відповідних резерв причепів кунгів.

Також для створення належних умов відпочинку особового складу ДСНС України, можуть розроблені та створені пересувні модулі життєзабезпечення. Їх застосування дасть змогу організувати життєзабезпечення особовому складу під

час дій за призначенням, а також цивільним особам, що можуть опинитись в зоні надзвичайної ситуації.



Мал. 1. Причеп кунг

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 540.
2. Наказ МНС України від 07.05.2007 р. № 312 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах ДСНС України».
3. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж. Затверджений наказом МВС України від 26.04.2018 № 340.
4. <https://dsns.gov.ua/>

#### ДЕЯКІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Іван ЧОРНОМАЗ, канд. техн. наук, Максим БОЙКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв НУЦЗ України*

Використання електронної версії оперативних документів пожежогасіння на сучасному етапі розвитку науки і технологій є дуже доступним майже для кожного співробітника ДСНС України, адже 90 відсотків з них мають сучасний смартфон або інший мультимедійний девайс чи комунікатор. Смартфон - це окрема категорія телефона, який на відміну від простих сотових засобів має більше оперативної пам'яті і власний потужний, як для кишенькових пристроїв процесор, працює під операційними системами IOS, Android та іншими. [4]

Завдяки характеристикам підтримує багато програм. Для удосконалення, модернізації та полегшення використання оперативних документів пожежогасіння (далі – документ), економії пам'яті на гаджетах та відрізнення його від друкованих варіантів з великим об'ємом інформації, пропонується додати головний зміст, який би ділився на розділи та які були б виділені різним кольором, щоб покращити зорову пам'ять та сприйняття. Головний зміст мав би розділи та підрозділи. Ці розділи легко можна було б завантажити окремо, щоб не витратити великий обсяг мегабайтів для завантаження цілісного варіанту документу.

Тому ще одна зручність електронного варіанту документу полягає у тому, що не обов'язково витратити пам'ять на весь матеріал, а замість цього легко завантажувати окремий розділ з прикріпленою інформацією у вигляді фото, відео файлів.

Важливим фактором для сприйняття інформації є її формати відображення та оформлення - текст, графіки, зображення та інші. Зазвичай, при роботі з друкованими документами, під час пошуку необхідної інформації опрацьовується значний обсяг документу, витрачаючи на це час та увагу. На томність електронний варіант документу, дає змогу значно швидше здійснити пошук і обрати формат необхідної інформації, завдяки пошуковій системі.

Також електронний документ має передбачати можливість зміни шрифту та кольорової гамми на власний розсуд користувача. Підібравши зручний шрифт для себе, можна передати настрої повідомлення навчальної інформації, вплинути на сприйняття її читачем. Вважається, цей вплив, тобто емоційний і психологічний, створюють саме геометричні форми. Слова, написані різними шрифтами, будуть відрізнятися також і по формі. Існує велике різноманіття шрифтів, та головна їхня функція – привернути увагу читачів, допомогти у пошуку головної інформації. Око людини сприймає не окремі букви, а слова, чи групи слів, і навіть довжину рядка. Тож дуже важливо обрати не лише стиль шрифту, а й його розмір, інтервал між рядками, довжину рядків і загальне положення тексту на сторінці.

Тепер розглянемо для чого ж потрібні відео файли у службовій діяльності. У світі є різні типи людей - хтось краще сприймає інформацію на слух, а хтось візуально. Візуалізація – це графічна презентація інформації, завдяки якій завжди можна лаконічно представити в зображенні, будь то картинка, таблиця, схема, модель чи відео те, що в текстовому еквіваленті займе не один абзац [5].

Відео файли у електронній версії оперативного документу пожежогасіння потрібні, тому що результати багатьох досліджень показують, що зорове сприйняття є основним каналом отримання знань. Через зір люди сприймають близько 90 відсотків інформації та продуктивність праці стає вищою. Відео може допомогти звернути увагу на деталі, які б з тексту не привернули її.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС України від 23.09.2011 № 1021 «Про затвердження Методичних рекомендацій зі складання та використання оперативних планів і карток пожежогасіння.

2. Мусієнко М. П. Чорномаз І. К. Розробка методу удосконалення електронних підручників до заданих розмірів для передачі сервісами GSM мережі [Текст] / М. П. Мусієнко, В. І. Томенко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2010. – № 3. – С. 72–75.

3. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/conv/paran256>.

4. <https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Смартфон>.

5. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Визуализация>.

## Секція 2.

# ***Особливості створення та застосування протипожежної, аварійно-рятувальної та іншої спеціальної техніки.***

## ***Цифровізація в ДСНС***

УДК 621

### **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ**

*Вадім КАРАКАЙ, Василь РОТАР, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогоднішній день однією з основних проблем технічного забезпечення підрозділів ДСНС України є переозброєння парку пожежних автомобілів, тобто його структура повинна відповідати новим задачам і викликам, які покладені на оперативно-рятувальну службу сьогодні. Оскільки Україна підписала документ про асоціацію з ЄС, то і нормативні документи, які відповідають за оснащення і призначення пожежної техніки повинні наблизитись до європейських стандартів. Тому першим кроком для вирішення цієї проблеми є розробка пожежного автомобіля нового покоління:

- створення нових моделей багатофункціональних пожежних автомобілів (ПА), які будуть більш менш універсальними;
- модернізація вже існуючих ПА з метою їх подальшого комфортного використання у перехідний період;
- створення комплексів ПА адресної концепції, які пристосовані до конкретних умов експлуатації або оперативного використання.

Виходячи з світового досвіду, можна сформулювати чотири основні напрями реалізації концепції багатофункціональності:

- надання аварійно-рятувальних функцій пожежним автомобілям гасіння, в першу чергу, автоцистернам;
- розширення можливостей аварійно-рятувальних автомобілів за рахунок наділення їх функціями пожежогасіння;
- надання функцій пожежогасіння висотним рятувальним автомобілям (автодрабинам, автопідіймачам);
- розширення функціональності пожежних автомобілів гасіння (перш за все це відноситься до пожежних автомобілів для зон промислового ризику, тобто об'єктових пожежних автомобілів) за рахунок застосування на одному пожежному автомобілі 4-5 видів вогнегасних речовин та пристроїв для їх подачі.

Таким чином, багатофункціональні пожежно-рятувальні та пожежно-технічні автомобілі – це пожежні автомобілі, пристосовані як для гасіння пожежі, так і для проведення технічних та спеціальних робіт на місці пожежі. Що стосується вітчизняного досвіду, то у нас концепція багатофункціональності пожежних автомобілів прийшла на заміну пануючій протягом багатьох років безадресній концепції. Прикладом безадресної концепції в нашій країні можна вважати пожежну автоцистерну середнього класу АЦ40 на шасі ЗІЛ, яка упродовж

багатьох років поступала на озброєння всіх підрозділів ДСНС України. Обладнана одним насосом типу ПН-40, така машина не здатна вирішувати всі задачі, поставлені перед оперативно-рятувальною службою, в першу чергу перед об'єктовими підрозділами. Тим більше, не може вона вирішити їх і зараз, в нових більш екстремальних умовах.

Проте, ситуація по-трохи починається змінюватись. Розпочато роботи над створенням пожежно-рятувальних автомобілів деякими іншими підприємствами. Об'єктивно кажучи, загальна визнана національна концепція багатофункціонального пожежно-рятувального автомобіля в країні поки що відсутня, але це ж лише початок нашого шляху. Слід приділити більше уваги на закордонний досвід вирішення цієї проблеми.

Традиційний англійський дизайн (передня кабіна, низька габаритна висота, малі кути прохідності) відрізняє пожежно-рятувальний автомобіль нового покоління фірми E-ONE (Великобританія). Цей автомобіль, що має високу питому потужність, обладнаний пожежним насосом, генератором, освітлювальним обладнанням, рятувальним інструментом та іншими компонентами. Також доволі широкою комплектацією, що забезпечує його багатофункціональність, відрізняється пожежно-рятувальний автомобіль фірми Rosenbauer. Кузов цього пожежного автомобіля виготовлений з алюмінію, в його конструкцію вмонтований корпус цистерни, що також виготовлений з алюмінію. В число компонентів цього автомобіля входять: комбінований насос (ступені нормального та високого тиску), котушки першої допомоги, лафетний ствол, генератор, мотопомпа, світлотехніка, аварійний інструмент та інше обладнання, яке досить зручно розташоване.

Прикладом вдалої реалізації ідеї багатофункціональності модульної концепції є одна з останніх розробок фірми Sides (Франція) – об'єктовий пожежний автомобіль моделі VMR 30 EP 820 на шасі Mercedes масою 17 т. Цей автомобіль складається з п'яти модулів:

- кабіна з оперативним розрахунком 1+2;
- цистерна з 2250 л піноутворювача;
- порошковий модуль (820 кг вогнегасного порошку);
- модуль «легкої води» (фторсинтетичний плівкоутворюючий піноутворювач «легка вода» за міжнародною класифікацією позначається кодом AR чи AFFF ATC), що вміщує 760 л розчину AFFF;
- насосний модуль (насос з подачею 4000 л/хв при напорі 120 м вод. ст., автоматичний пінозмішувач 0-10 %).

Висновки: виходячи з вищесказаного можна сміливо стверджувати, що Україна лише на перших етапах своєї модернізації та переходу на більш багатофункціональні пожежні автомобілі нового зразка. Аналіз сучасного стану проблеми показує, що необхідно продовжувати роботу у цьому напрямку, а саме: розробити моделі поступового переходу; дослідити надійність складних систем багатофункціональної пожежної техніки; дослідити надійність вже модифікованих ПА та вирішити питання з доцільності їх використання й надалі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Яковенко Ю.Ф. Пожарные автомобили нового поколения: концепция многофункциональности // Средства спасения. Противопожарная защита 2004. - М.: 2004
  2. Державні стандарти України (збірник). Пожежна безпека. Продукція протипожежного призначення. Київ - 2000.
  3. ДСТУ 2860-94. Показники надійності. – К: Держстандарт України, 1994. – 92с.
- УДК 614.843**

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ В РОЗВИНУТИХ КРАЇНАХ

*Руслан КЛЮЧКО, канд. техн. наук, Денис МОРОЗ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогодні однією з основних проблем технічного забезпечення підрозділів ДСНС України є реконструкція парку пожежних автомобілів. Першим кроком на цьому шляху, є розробка типу ПА нового покоління. Удосконалення протипожежної техніки та створення її нових зразків.

Оцінюється рівень забезпеченості підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту пожежнорятувальними автомобілями. Критично аналізуються спостережувані в Сполучених Штатах Америки та Канаді тенденції у царині проектування й виготовлення пожежнорятувальної автомобільної техніки. За останні 10 років значно збільшилися обсяги виробництва пожежної техніки США (ПРА моделі Custom Pumper Bodies виробництва компанії American LaFrance, компанії E-ONE, аеродромний ПРА компанії Oshkosh Corporation, ПРА компанії Oshkosh Corporation на шасі Rosenbauer). Тож зазначене може слугувати вихідним положенням для розробки пожежної техніки в нашій державі [1].

Найбільшими виробниками пожежно-рятувальної техніки в Сполучених Штатах є компанії Pierce, E-One, American La France, Seagrave, Ahrens-Fox HME, Spartan, Ferrara, а також вже згадувана філія Rosenbauer.

Крім класичних автодрабин, тільки в США можна побачити драбину-автопоїзд. Вона складається з автомобіля-тягача та напівпричепа з висувною драбиною. Вони мають доволі високі показники маневреності завдяки можливості повороту заднього моста напівпричепа. Керування цим мостом під час руху машини здійснює зазвичай оператор драбини, який перебуває в спеціальній кабіні у задній частині автопоїзда. У численних відсіках автомобіля та напівпричепа перевозять все необхідне пожежно-технічне та аварійно-рятувальне обладнання, інколи на шасі встановлюють помпи високого тиску [3].

Шасі практично всіх виробників оснащуються спеціально спроектованою для пожежно-рятувальних автомобілів автоматичною трансмісією Allison Transmission EVS (Emergency Vehicle Series). Трансмісія містить в собі гідромеханічну скриню передач з планетарними редукторами. Вона розрахована на сумісну роботу з двигунами потужністю до 700 к.с. і здатна пересилати обертовий момент до 2000 Н·м. Майже обов'язковим атрибутом спеціального шасі є масивний бампер.

Під обшивкою бампера можуть змонтувати лебідку та форсунки системи зрошування коліс [4]. Зверху на ньому встановлюють дистанційно керований лафетний ствол. Крім того, у більшості пожежно-рятувальних автомобілів на бампері розташована муфта приєднання водопінних комунікацій.

Пульт керування, монтується всередині кабіни (Enclosed Top Mount) або позаду неї з лівого за рухом автомобіля боку (Side Mount). З цього ж боку приєднуються напірні й всмоктувальні рукави. На деяких автомобілях пульт керування помпою для зручності використання та гарантування безпеки під час роботи оператора розташовують на спеціальному майданчику між кабіною та пожежно надбудовою (Top Mount) [2].

Розробляючи перспективні зразки автомобільної техніки, зокрема й пожежно-рятувального призначення, протягом останніх років надзвичайно багато уваги конструктори приділяють запровадженню так званих «зелених технологій». GREEN Star - технологія компанії Rosenbauer, яка полягає у використанні у разі нерухомого автомобіля і непрацюючої помпи замість основного двигуна



додаткового автономного генератора, який здатен живити активні споживачі електричним струмом напругою 12 В та 120 В. Таке рішення дає змогу зменшити викиди відпрацьованих газів. Висновки.

Отже, конструкція пожежно-рятувальної техніки, яку виготовляють в Сполучений Штатах Америки, невпинно вдосконалюється. Виробники обов'язково покладаються на усі новітні технології, які набули визнання в сучасному автомобілебудуванні. Серед основних дуже важливих для України тенденцій розвитку пожежно-рятувальних машин можна виокремити такі:

- широке застосування принципів модульності у процесі конструювання як машин загалом, так і окремих їхніх компонентів;
- максимальна уніфікація компонентів шасі та агрегатів протипожежного призначення;
- індивідуальний підхід до бажань кожного замовника;
- впровадження дружелюбних до довкілля технологій;
- відновлення пошкодженої техніки з обов'язковою заміною морально застарілих малоефективних агрегатів на сучасніші досконаліші (відновлення - це модернізація);
- виготовлення надбудов з відносно дорогих матеріалів - алюмінію, нержавійної сталі, полімерів, - що підлягають майже повній утилізації (рециклінгу);
- забезпечення якнайвищого рівня безпеки особовому складу. Але окремо є сенс наголосити ще на такому.

Прірва між містом і селом часто настільки велика, що не може йтися про використання бідного типуажу протипожежної техніки. Навіть у США сільській місцевості з недостатньо розвиненою мережею автодоріг та не дуже досконалим протипожежним водопостачанням обслуговують особливі лісопатрульні пожежно-рятувальні автомобілі. Тож ніби й не передбачено особливих машин для села, проте й не використовують звичайні пожежно-рятувальні автомобілі, як у містах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гащук П.М., Сичевський М.І. Особливості й труднощі класифікації самохідної техніки для ліквідації надзвичайних ситуацій // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека». - 2015.- №27.- С. 33-43.
2. Базаров Б. М. Модульные технологии в машиностроении. М.: Машиностроение2001 - 368 с.
3. Гащук П. М., Войтків С. В. Способи створення уніфікованих автобусів різного призначення / Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.- 2014.-№ 9.- С. 41-52.
4. Крайник Л. В., Грубель М. Г., Василенко Ю. О. Формування концепції та тактико-технічних характеристик середньотоннажних військових автомобілів нового покоління / Військово-технічний збірник. - 1 (8). - 2013. - С. 22-25.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВИМОГ, ЩО ПРЕД'ЯВЛЯЮТЬСЯ ДО ПОЖЕЖНИХ СУДЕН

*Дмитро КОПИТІН,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Методика дослідження та аналіз вимог, що пред'являються до пожежних суден показала, що у зв'язку з розвитком берегової інфраструктури все більш актуальною стає завдання забезпечення вітчизняного малого флоту спеціалізованими робочими судами, в першу чергу тими, що здатні оперативно прийти на допомогу всім, хто потребує допомоги при виникненні надзвичайних ситуацій (НС) на зазначених об'єктах. Ці НС пов'язані з виникненням пожеж та інших можливих техногенних аварій і катастроф, для ліквідації яких розробляється ряд сучасних інноваційних технічних комплексів, серед яких слід відмітити пожежнорятувальний катер UMS-1000. Але у прибережних містах аварійно-рятувальні підрозділи не можуть похвалитися наявністю флоту «швидкого реагування». В даний час рятувальні служби більшості країн мають у своєму складі як універсальні, так і спеціалізовані рятувальні судна. Універсальні судна, які здатні виконувати однаково ефективно всі типові роботи, мають, як правило, велику водотоннажність, а також високу вартість будівництва та експлуатації. Тому останнім часом характерно переважне будівництво спеціалізованих судів. Однак маломірних пожежних судів у світовій практиці немає. Вимоги, що пред'являються до пожежних судам визначаються основною функцією цих судів - роботою в акваторії порту і прибережній зоні, а також, у виняткових випадках, на зовнішньому рейді.

Як і рятувальні, пожежні судна незалежно від зайнятості (відстій, буксирування і т.ін.) Завжди повинні бути готові негайно вирушити до місця виникнення надзвичайної ситуації. Незважаючи на те, що відстані в сфері обслуговування пожежного судна порівняно невеликі, пожежні судна для швидкого прибуття до місця виникнення пожежі повинні мати відносно великою швидкістю ходу. При її визначенні слід враховувати течії в акваторіях портів і рейдів, необхідність частого маневрування в узкостях і т.ін. До маневреності пожежних судів пред'являються дуже високі вимоги. Це пояснюється необхідністю швидких і частих реверсів, поворотів, змін ходу в умовах обмеженої акваторії і швидких маневрів при гасінні пожеж і ліквідації НС, коли кілька хвилин зволікання можуть не тільки негативно позначитися на результатах протипожежних операцій, а й поставити під загрозу безпеку самого пожежного судна. Практично маневрові якості пожежних суден повинні бути такими ж, якщо не вище, ніж у буксирів-контрвалівників. Це також впливає і на розміри пожежних судів.

При гасінні пожеж неприпустимі зволікання в роботі головного двигуна і при введенні в дію протипожежних установок. Тому до пожежних суден обов'язково висувають вимогу централізованого управління як головним двигуном, так і основним протипожежним обладнанням. Залежно від типу судна управління може здійснюватися або з центрального поста, або з рульової рубки.

Пожежні судна повинні бути обладнані потужними протипожежними засобами. Водночас вони обладнаються і водовідливними засобами, оскільки при проведенні протипожежних операцій нерідкі випадки затоплення відсіків аварійного судна. Потужність і оснащеність протипожежними засобами може бути різною, це визначається залежно від обслуговуваних ними портів і територій, довжини їх причалів, кількості та характеру вантажів, що переробляються в портах,

від суднообігу портів, тоннажу і розмірів обслуговуваних судів, характеристики забудови прибережної території.

Часті суперечки викликає питання: якими повинні бути допоміжні функції пожежних судів. Досвід проектування і експлуатації показує, що такі функції пожежного судна, як можливість тривалого буксирування або зняття аварійного судна з мілини, обслуговування підводних робіт, призводять до різкого збільшення розмірів судна і наближають його по конструкції до рятувального судна, добре обладнаному в протипожежному відношенні. Використання судів великих розмірностей в обмежених умовах портів та прибережної зони річок і внутрішніх водойм малоефективне і не завжди можливо. Вочевидь, доцільно обмежити допоміжні функції пожежних судів, оскільки в портах ці функції з успіхом можуть виконати буксири, водолазні боти і інші судна.

Для більшої ефективності гасіння пожежне судно повинне підходити як можливо ближче до палаючих об'єктів. При пожежогасінні берегових об'єктів в портах це особливо важливо і зумовлює обмеження осадки пожежних суден. Для захисту пожежних-рятувальників суден від вогню, на них передбачають систему водяної завіси.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник спасателя. Книга 8. Надводные и подводные спасательные работы. – М.; ФЦ ВНИИ ГОЧС. – 2006. – 204 с

2. Борисов, Н. Н. Проектирование и техническая эксплуатация СВЭО / Н. Н. Борисов, Н. А. Пономарёв, С. Г. Яковлев // Н.Новгород: ВГАВТ. – 1997.

**УДК 338.244:504.453**

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО МОНІТОРИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Олег КУЛІЦА, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
Володимир БАРАННИК, д-р техн. наук, професор,  
Харківський національний університет радіоелектроніки*

Прикладами значних НС на території України за останні десять років є: великі лісові пожежі, повені на західній частині країни, снігові замети, вибухи на складах озброєння і військової техніки (ОВТ), катастрофи на підприємствах нафтохімічної промисловості з викидом у навколишнє середовище шкідливих речовин. Тому важливим питанням сьогодення є захист населення і території з використанням засобів цивільного захисту, а саме: використання систем аеромоніторингу.

Зважаючи на вище згадане, цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період [1].

Отже, засоби цивільного захисту - протипожежна, аварійно-рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, вироби медичного призначення, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального

захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту [1].

Особливе значення серед класу надзвичайних ситуацій займають пожежі. Пожежі охоплюють значні території, відбуваються з частою періодичністю, і можуть бути викликані причинами як природного, так і штучного походження. Важливо відзначити, що пожежі носять стихійний характер з великою часткою непередбачуваності і мають здатність охоплювати великі території за досить короткий часовий проміжок.

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій має важливе значення для побудови систем своєчасного попередження, виявлення, локалізації та ліквідації кризових ситуацій та їх наслідків. При цьому для мінімізації збитку від НС та економії витрат на організацію моніторингу необхідно здійснювати відеоінформаційне забезпечення з використанням бортових засобів повітряного спостереження. В цьому випадку ключовою складовою є забезпечення вимог по доступності відеоінформації аеромоніторинга.

Доступність відеоінформації – властивість інформаційного ресурсу, яка полягає в тому, що користувач або процес, який володіє відповідними повноваженнями, може використовувати цей ресурс відповідно до правил, встановлених політикою безпеки не очікуючи довше заданого (прийняттого) інтервалу часу.

В теж час для вирішення завдань пов'язаних з розпізнаванням і ідентифікацією об'єктів моніторингу необхідно збільшувати роздільну здатність зображень і їх достовірність. Це призводить до збільшення обсягів відеоінформації аеромоніторинга. З іншого боку відеоінформаційне забезпечення з використанням аеромобільних засобів характеризується наявністю проблемних недоліків, а саме: обмежені характеристики обробки і передачі даних в інфокомунікаційних системах. У зв'язку, з чим виникає загроза доступності інформаційних ресурсів аеромоніторинга з необхідною цілісністю з боку суб'єкта доступу (особи приймаючі рішення в НС).

Цілісність інформації – стан інформації, при якому відсутня будь-яка її зміна або зміна здійснюється тільки навмисно суб'єктами, що мають на нього право.

Це впливає на збільшення часу доставки інформації і є причиною неможливості доступу до інформаційних ресурсів у зв'язку з обмеженим часом сеансу зв'язку. В результаті процес інформаційного забезпечення системи контролю НС на основі засобів повітряного відеоспостереження характеризується наявністю протиріччя. З одного боку необхідно забезпечити необхідну роздільну здатність і цілісність відеоінформаційні ресурсу. З іншого боку існує загроза з боку суб'єкта доступу в умовах проведення аеромоніторинга надзвичайних ситуацій [2].

Тому дослідження, пов'язане з розробкою методу підвищення доступності до відеоінформації аеромобільного моніторингу з заданим рівнем її цілісності на основі технологій компресії зображень з контрольованими спотвореннями і обмеженою складністю реалізації є актуальним та перспективним.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI;
2. Баранник В.В. Метод підвищення доступності відеоінформації аеромоніторинга / В.В. Баранник, О.С. Кулици //Радиоэлектронные и компьютерные системы.–№3.– 2013.– С. 17–20.

УДК 614.843

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ

*М. КУЧЕРЯВА, Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В багатьох ситуаціях людині потрібно безпомилково та швидко орієнтуватися та приймати правильні рішення, особливо в екстремальних випадках, нерідко пов'язаних з необхідністю обробки великого об'єму інформації. Та на жаль, дуже часто саме в таких ситуаціях робляться найгірші помилки, що іноді приводять до фатальних наслідків.

Для гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій ведуться різні оперативні дії в умовах складної обстановки, вдень і вночі, при високих і низьких температурах, в задимленому і отруєному середовищі.

Для виконання завдань за призначенням, особовий склад ГДЗС повинен бути у постійній фізичній та психологічній готовності. Це досягається постійними тренуваннями та практичною роботою на пожежах та НС, при яких організм газодимозахисника піддається значним фізичним навантаженням та психологічному стресу. З метою удосконалення морально-вольових якостей газодимозахисників створені смуги психологічної підготовки пожежників. Вони являють собою комплекс із різних об'єктів та перешкод, пов'язаних в єдину систему. Проте, виконання вправ на них мало позначаються на підвищенні рівня фізичної та психологічної підготовки пожежників через низький рівень впливу небезпечних факторів пожежі під час тренувань [1].

В цей же час, проблема психологічної підготовки газодимозахисника привертає до себе все більш пильну увагу практичних підрозділів ДСНС. Річ у тім, що не можна пасивно чекати, коли сформується особистість азодимозахисника, чи сподіватися на те, що все прийде з досвідом. Період відносної психічної адаптації настає, коли пожежний рятувальник при гасінні пожежі діє відповідно до встановлених норм і правил, не проявляючи при цьому емоційності, правильно і тактично грамотно виконує поставлену задачу. Для того, щоб особовий склад підрозділів ОРС зміг успішно виконувати бойові завдання, він повинен володіти визначеними психологічними знаннями, вміннями і якостями.

Ще один із варіантів підготовки газодимозахисника – навчальні башти [2]. Вони дають змогу оволодіти практичними навичками, при чому вправи можна здійснювати працюючи в апаратах, що дасть рівноцінне навантаження як при пожежі. На жаль, в гарнізонах багато навчальних башт є застарілими і потребують капітального ремонту.

В європейських країнах широко використовуються мобільні – тренувальні комплекси для підготовки пожежних. Це передова комп'ютеризована система навчання, яка дає змогу у безпечних, контрольованих та екологічно чистих умовах підготувати працівників оперативно-рятувальних служб. Тому в країнах, які користуються мобільними тренажерами, набагато менша кількість як травмувань, так і смертельних випадків внаслідок НС. Цей пристрій дозволяє реалізувати ряд завдань, з якими пожежник може зіткнутися під час внутрішньої пожежі: висока температура, обмежена видимість, задимлене та загазоване середовище, повторне спалахування полум'я, явище зворотної тяги, раптове виникнення загрози, пошук та евакуація постраждалого або балонів з газом [3]. Тобто сценарій проведення занять у мобільно-тренувальних комплексах може бути досить різноманітним, зважаючи на їх технічне наповнення та ідейне комбінування.

Проаналізувавши існуючі методи підготовки газодимозахисників, та розглянувши нові методи для нашої країни, які могли б значно покращити майстерність та витривалість наших рятувальників, а головне значно знизити ризик травмування чи загибелі людини на пожежі. Тому вважаємо, що для підвищення рівня професійної підготовки газодимозахисників, за умови достатнього фінансування, найкращим варіантом є застосування мобільних тренувальних комплексів європейського стандарту, які максимально реалістично відтворюють умови пожежі, фізичне та психологічне навантаження [4]. Найбільш оптимальним варіантом є проведення реконструкції існуючих теплодимокамер, яка б включала обов'язкові приміщення: тренажерний зал, термічну зону, тренувальну стежку, макет квартири (житловий сектор) та макет виробничої зони.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан пожежної та техногенної безпеки в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела: <http://www.dsns.gov.ua/>.
2. Наказ МНС України від 16.12.2011 № 1342 «Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».
3. Основи психологічного забезпечення діяльності МНС : Підручник / За заг. ред. проф. О.В. Тімченка. – Харків: Вид-во УЦЗУ, 2009. – 217 с
4. Наказ МВС України від 15.06.2017 № 511 «Про затвердження Порядку організації службової підготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту».

УДК 614.84 + 629.73

## ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЦІНКИ ПОШКОДЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ

*Ігор МАЛАДИКА, канд. техн. наук, доцент,  
Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Михайло ПУСТОВИТ,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Активним питанням сьогодення є використання в системі ДСНС безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) для вирішення завдань за призначенням, в тому числі й у період військового стану [1].

Внаслідок руйнувань, завданих інфраструктурі, соціальному, житловому та промислому фонду й природним екосистемам нашої держави досить гостро нині стоїть питання проведення повітряної розвідки (пожежної, хімічної, радіаційної, інженерної) в першу чергу з метою зниження можливої небезпеки особовому складу підрозділів ДСНС та цивільним особам й отримання необхідної інформації, що сприятиме якнайшвидшій ліквідації НС.

Безумовно, для економії часу на формування необхідних сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт необхідно провести попередню оцінку пошкоджень за допомогою БПЛА. Проте, для ефективного їх застосування при проведенні оцінки пошкоджень об'єктів інфраструктури та природних екосистем потрібні спеціалісти з відповідною підготовкою та різноплановими знаннями, що в сукупності дозволить виконувати відповідні завдання максимально ефективно.

На жаль, на разі відсутні єдині підходи до визначення за допомогою БпЛА (рис. 1):

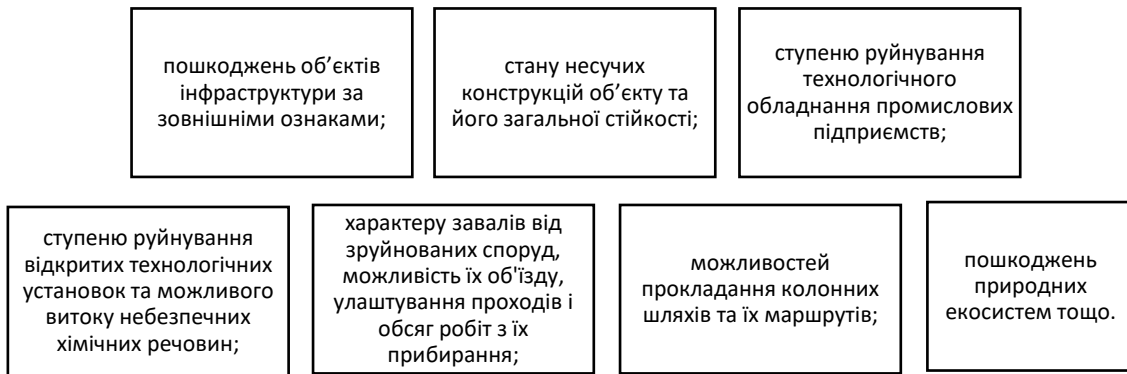


Рис. 1 – фактори, що впливають на оцінку пошкоджень за допомогою БпЛА

Відповідно актуальним є розробка науково обґрунтованих методик:

- застосування БпЛА під час попередньої оцінки пошкоджень об'єктів інфраструктури та природних екосистем;
- поверхневої оцінки руйнувань будівельних конструкцій та технологічного обладнання за допомогою БпЛА;
- інженерної повітряної розвідки за допомогою БпЛА.

В першу чергу існує необхідність в розробці тактичних прийомів застосування БпЛА під час попередньої оцінки пошкоджень об'єктів інфраструктури та природних екосистем.

Передбачається проведення ряду аналітичних досліджень, зокрема:

- аналіз існуючих рішень щодо застосування БпЛА в діяльності ДСНС України. Вивчення тактико-технічних можливостей сучасних безпілотних літальних апаратів;
- визначення завдань, що можуть виконуватися з використанням безпілотних літальних апаратів;
- визначення типів безпілотних літальних апаратів, що можуть бути використані для виконання завдань за призначенням у сфері ДСНС України;
- аналіз існуючих підходів до тактики застосування безпілотних літальних апаратів у діяльності ДСНС України;
- розробка тактичних прийомів застосування БпЛА під час попередньої оцінки пошкоджень об'єктів інфраструктури та природних екосистем;
- розробка порядку дій оператора під час проведення повітряної інженерної розвідки.

Другим етапом є проведення аналітичних досліджень щодо систематизації знань для поверхневої оцінки руйнувань будівельних конструкцій та технологічного обладнання за допомогою БпЛА, зокрема:

- узагальнити існуючі підходи до поверхневого (зовнішнього) огляду всіх несучих конструкцій будівлі (споруди);
- узагальнити існуючі підходи до поверхневого огляду пошкодженого технологічного обладнання промислових підприємств;
- узагальнити існуючі підходи до поверхневого огляду відкритих технологічних установок для оцінки ступеня руйнування та можливого витоку небезпечних хімічних речовин.

Третім етапом є узагальнення відомостей щодо інженерної повітряної розвідки, зокрема:

- узагальнити існуючі підходи до визначення границь і характеру НС, встановлення стану будівель, доріг, мостів, виявлення потерпілих, завалів, пожеж, вибір маршрутів пересування техніки та стану природних екосистем;
- систематизувати встановлення характеру завалів від зруйнованих споруд, можливість їх об'їзду, улаштування проходів і обсяг робіт з їх прибирання за зовнішніми ознаками з повітря;
- систематизувати визначення ознак, отриманих із засобів відео- фотозйомки БПЛА для можливостей прокладання колонних шляхів та їх маршрутів.

Таким чином ми вбачаємо необхідним розробку методичних рекомендацій щодо застосування безпілотних літальних апаратів під час попередньої оцінки пошкоджень об'єктів інфраструктури та природних екосистем, що дозволить підвищити ефективність попередньої оцінки стану об'єктів та проведення інженерної розвідки районів з вищевказаними об'єктами.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. О. Тищенко, І. Маладика, А. Биченко, М. Пустовіт / Можливості БПЛА різних типів під час виконання завдань за призначенням у сфері діяльності ДСНС. // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. С. 133-135.

**УДК 629.05**

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІД ЧАС РУХУ ПОЖЕЖНОЇ, СПЕЦІАЛЬНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

*Руслан МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, доцент,*

*Ольга МЕЛЬНИК, канд. техн. наук, ст. наук. співр., Ярослав СКОРОХОД  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Державна політика національної безпеки спрямована на забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій [1]. Попередження виникнення надзвичайних ситуацій, швидка їх ліквідація з найменшим оптимальним залученням сил і засобів має особливе значення для фізичного і морального стану населення, а також економіки самої країни. В період активної діджиталізації постає питання щодо моніторингу руху пожежної, спеціальної та аварійно-рятувальної техніки ДСНС України, що застосовується для запобігання, обстеження, обмеження розвитку стихійного лиха, техногенних катастроф і пожеж, а також ліквідації їх наслідків та гасіння пожеж, захисту людей, територій і матеріальних цінностей у надзвичайних ситуаціях [2].

На сьогодні широкого розповсюдження набули оптико-механічні системи, що активно застосовуються в навігації, цілодобовому пілотуванні повітряних апаратів, пошуку, виявленні й супроводженні рухомих і нерухомих об'єктів, моніторингу дорожньої обстановки тощо [3].

Автоматизована система управління ґрунтується на комплексному використанні технічних, математичних, інформаційних та організаційних засобів для управління складними технічними й економічними об'єктами. В таких системах людина (оператор) безпосередньо бере участь у процесі управління.



Автоматизована система управління під час руху пожежної, спеціальної та аварійно-рятувальної техніки повинна здійснювати такі дії:

- збирання, обробку й аналіз інформації (сигналів, повідомлень, документів і т. п.) про стан спецтехніки ДСНС України та оперативну обстановку на місці ліквідації надзвичайної ситуації;
- вироблення управляючих дій (програм, планів і т. п.);
- направлення управляючих дій (сигналів, вказівок, документів) на виконання;
- реалізація і контроль виконання управляючих дій;
- обмін інформацією (документами, повідомленнями і т. п.) зі взаємозв'язаними автоматизованими системами.

Схема керування автоматизованою системою управління відеосупроводження пожежної, спеціальної та аварійно-рятувальної техніки ДСНС України представлена на рис. 1.

Найважливішою функцією управління є функція вибору (прийняття) рішення, що складає основу розробки управляючих впливів на систему з метою досягнення її цілей. У ряді випадків під прийняттям рішення розуміється аналіз, прогноз обстановки і вибір рішення, тобто відкидається етап збору інформації, а оперативне керування (контроль за виконанням рішення) розглядається як самостійне завдання. В інших випадках під прийняттям рішення розуміють сам процес створення рішення.



Рис. 1 – Схема керування автоматизованою системою управління відеосупроводження пожежної, спеціальної та аварійно-рятувальної техніки ДСНС України

Рішення можна розрізнити залежно від часу реалізації прийняття рішення та часу закінчення реалізації прийняття рішення. При цьому розрізняють:

- перспективні рішення, що діють на тривалих тимчасових інтервалах, що носять глобальний характер і визначають довгострокові цілі системи;
- оперативні рішення – рішення, що діють на невеликих часових відрізках і призначені для реалізації цільового призначення системи в конкретних умовах обстановки.

Вивчення питання впровадження автоматизованих систем управління, побудова систем автоматизованого спостереження та супроводу рухомих об'єктів ДСНС України в оптико-механічних системах дозволить надавати вичерпну інформацію щодо ситуації на дорозі під час руху спецтранспорту до місця ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про національну безпеку України: Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text> (дата звернення: 01.04.2022).

2. Про затвердження Настанови з експлуатації транспортних засобів в органах та підрозділах ДСНС України: наказ ДСНС України від 27.06.2013 р. № 432 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0432388-13#Text> (дата звернення: 01.04.2022).

3. Шелуха О. О. Автоматизований супровід об'єктів в оптико-механічних системах. Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2017». Київ: Національний авіаційний університет, 2017. С. 276–279.

**УДК 614.843**

### ГАСІННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*В. НАЛИВАЙКО, Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В даний час, часто відбувається надзвичайні ситуації в хімічній промисловості і для ліквідації їх використовують спеціальні вогнегасні речовини і спеціальну техніку.

Під час гасіння пожеж за наявності небезпечної хімічної речовини застосовують:

- розпилені водяні струмені для теплового захисту (охолодження) установок, комунікацій, ємностей, трубопроводів в небезпечних хімічних речовин, створення водяних завіс для обмеження руху хмари небезпечних хімічних речовин та осадження небезпечних хімічних речовин також для створення водяних екранів для захисту особового складу; - повітряномеханічну піну для гасіння розливів легкозаймистих та горючих речовин, які відносяться до небезпечних хімічних речовин і гасіння легкозаймистих та горючих речовин безпосередньо в ємностях;

- компактні водяні струмені для гасіння струменевих факелів легкозаймистих та горючих речовин, які відносяться до небезпечних хімічних речовин або не відносяться, але їх горіння може спричинити викид небезпечних хімічних речовин із сусідніх апаратів, ємностей, трубопроводів також для теплового захисту (охолодження) будинків, споруд, технологічних установок та змивання невеликих розливів легкозаймистих речовин та горючих речовин;

- вогнегасний порошок для гасіння пожеж відкритих розливів легкозаймистих та горючих речовин, струменевих та розгалужених факелів легкозаймистих та горючих речовин.

Але для гасіння та нейтралізації хімічних продуктів залучають не тільки штатну техніку яка знаходиться в підрозділах також використовують спеціальну техніку РХБЗ таку як:

- автомобіль радіаційної і хімічної розвідки УАЗ-469 РХ;
- машина радіаційної і хімічної розвідки РХМ на базі МТ-ЛБ;
- пересувна лабораторія РХБ розвідки «ПРХЛ» на базі автомобілів «FordTransit», «Газель»;
- авто розливна станція АРС-14 на базі автомобіля ЗіЛ-131;

- машина радіаційної і хімічної розвідки РХМ-4 на базі бронетранспортера БТР-80;
- дезинфекційно-душові установки ДДА-66, ДДА-53 на базі автомобіля ГАЗ-66.

По закінченню локалізації та нейтралізації надзвичайної ситуації відбувається усунення хімічно небезпечних речовин, обробка особового складу та території на якій відбулась надзвичайна ситуація. За допомогою вище вказаних методів і цього транспорту відбувається більш ефективна робота по ліквідації надзвичайної ситуації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МВС України №340 від 26.04.2018 Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж.
2. Пожежні машини: навч. посіб./ О.М. Ларін, В.Г. Баркалов, С.А. Виноградов, А.Я. Калиновський, О.М. Семків,- Х.:НУЦЗУ, КП « Міська друкарня», 2016 – 279с.
3. Довідник пожежного-рятувальника.

**УДК 614.84**

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДАЧІ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ НА ГАСІННЯ

*Костянтин ОСТАПОВ, канд. техн. наук,  
Національний університет цивільного захисту України*

За останнє десятиліття кількість пожеж в Україні не зменшувалась і на сьогодні становить понад 100 тис. пожеж на рік, збитки від яких кожного року збільшуються [1]. В зв'язку з чим, зазначимо, що з початку 1990-х років у світі з застосуванням води ліквідувалося близько 82% пожеж [2]. Рідинні засоби пожежогасіння на основі води знайшли найбільш поширене застосування завдяки доступності, зручності транспортування до місця пожежі та використання різних технічних засобів і тактичних прийомів, що забезпечують безпечну роботу особового складу пожежних [3].

У цьому сенсі слід особливо підкреслити, що незважаючи на всі переваги води, вона має істотний недолік, який полягає у великих її втратах за рахунок стікання з похилих поверхонь, що істотно знижує її вогнегасну ефективність і призводить до додаткових збитків від стікання води на розташовані нижче поверхи [4].

Суттєво зменшити втрати вогнегасної речовини (ВГР) (в тому числі і води), а також, прямі і побічні збитки, дозволяє застосування гелеутворюючих сполук (ГУС), використання яких дозволяє зменшити побічні збитки від проливу води в десятки разів [5].

Однією з проблем використання ГУС на практиці, полягає в тому, що специфічні особливості прийомів подачі ГУС [6], які складаються з двох окремо збережених і роздільно-одночасно поданих компонент на об'єкти пожежогасіння, на даний момент майже не розглядалися, що в принципі не дозволяло досить ефективно і широко використовувати їх на практиці.

Для забезпечення вимог ДСТУ та безпечної реалізації ГУС в роботі [7] була розроблена дослідна установка гасіння гелеутворюючими сполуками АУГГУС-М, яка дозволяє здійснювати подачу двох компонент ГУС на відстань до 10 метрів, тим самим реалізуючи їх більш безпечно. Однак, дослідження [7] з гасіння модельних вогнищ установкою АУГГУС-М показали, що використання даної установки без відповідного відпрацювання тактико-технічних особливостей подачі, а саме більш детального розгляду траєкторій руху одиночними та бінарними струменями компонент ГУС, не дозволяє використовувати їх максимально ефективно на практиці.

Метою роботи є забезпечення раціонального трасування струменів складових ГУС при подачі їх на відстань до 10 метрів.

Дослідження особливостей роботи пристроїв і установок пожежогасіння здійснюється, як правило, дослідним шляхом і поєднанням його з математичними методами теорій, що базуються на експериментальному матеріалі. Тому на початку експериментальних досліджень вивчалася можливість представлення руху одиночних і бінарних розпилених струменів ГУС до умовних об'єктів пожежогасіння у вигляді ліній, які відтворюють їх осьові траєкторії.

На фото (рис. 1) зображена реальна картина подачі струменя ВГР, де вузловими точками показана траєкторія руху струменя ВГР.



Рис. 2. Формування експериментальних даних для аналітичної побудови траєкторій руху струменів, що подаються з установки

Як і очікувалося, рух струменів обох компонент ГУС на об'єкт пожежогасіння, здійснювався параболічними траєкторіями (рис. 1). Тому, за допомогою отриманих фото і відео матеріалів, можливо досить точно встановити геометричні параметри траєкторій руху ГУС. Подальша обробка і аналіз цього матеріалу можуть бути здійснені на основі відповідних графіків, таблиць, математичних залежностей, що побудовані різними методами. На підставі “знятих” з фотоматеріалів осереднених експериментальних значень координат траєкторій розпилених струменів ВГР, що подаються в точку умовного осередку пожежі, на початковій стадії досліджень будемо користуватися методом найменших квадратів.

Проведені експериментальні дослідження, що дозволили отримати матеріал для розробки математичних моделей процесів подачі ГУС на відстань 10 і більше метрів за допомогою установки АУГГУС-М.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж за 12 місяців 2021 року [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>

2. World Fire Statistics. Report 23 [Electronic resource] // Mode of access: <https://www.ctif.org/world-fire-statistics>
3. John Norman Fire Officers Handbook of Tactics / Norman John. South Sheridan Road Tulsa, Oklahoma, 2012–311 p.
4. Калугін В.Д., Кустов М.В. Вогнегасні емульсії: теорія, сполуки, використання: монографія / В.Д. Калугін, М.В. Кустов – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 178 с.
5. Абрамов Ю.А. Ostapov K.M. Development of the installatio for the binary feed ofgelling for mulations to extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu.N. Senchihin, V.V. Syrovoy // Scienceand Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences – Budapest: Rózsadomb, 2017. – Issue 132 – P. 75–77. Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/3891>
6. Пат. 118440 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Установка дистанційного гасіння пожеж гелеутворюючими сполуками / Голендер В.А., Росоха С.В., Сенчихин Ю.Н., Сыровой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № 201701600. Заявл. 20.02.2017; Надр. 10.08.2017; Бюл. 15. – 5 с.
7. Остапов К.М. Особенности применения опытной установки АУТГОС-М / К.М. Остапов, Ю.Н. Сенчихин, В.В. Сыровой // Науковий вісник будівництва – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2017. – Вип. 88, С. 276–279.

**УДК 614.84**

## **ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПЛОСКО-РАДІАЛЬНИХ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ**

*Костянтин ОСТАПОВ, канд. техн. наук,  
Національний університет цивільного захисту України*

Розвиваючи ідеї досліджень [1] у частині гасіння пожеж класу «А» гелеутворюючими складами (ГУС) із застосуванням установок типу АУТГОС доводиться констатувати, що необхідна кількість вогнегасної речовини (ВР), що потрапляє в осередок, не завжди забезпечує локалізацію та ліквідацію пожежі. У зв'язку з цим, при ліквідації спалахів, що виникають і розповсюджуються, потрібно не тільки збільшувати кількість ВР, що подаються на вогнище, задіявши принаймні два пожежні стволи, але й застосовувати при цьому відповідне тактичне забезпечення. Тобто, до всього іншого, необхідно мати та кваліфіковано використовувати науково обґрунтовані рекомендації про те, як найбільш ефективним чином працювати з пожежно-технічним обладнанням. У термінах теорії прийняття рішень у пожежній справі це означає приймати раціональні (оптимальні) рішення при гасінні пожеж.

У літературі з пожежної справи досить повно досліджено питання пожежогасіння з подачею компактних та роздроблених (розпорошених) струменів води у вогнище пожежі [2] за допомогою лафетних та ручних стволів. Розроблено методи та методики моделювання процесів гасіння пожеж. Проте питання, пов'язані з дистанційною подачею бінарних потоків ГУС для пожежогасіння, модифікованим методом імітаційного моделювання руху їх складових з метою створення тактичного забезпечення розглядаються вперше. У цьому дослідженні зроблено спробу підійти до вирішення завдань дистанційної подачі ГУС на вогнища пожежі, що забезпечує ефективніше пожежогасіння.

Дослідження складних систем, до яких можна віднести роботу підрозділів пожежних-рятувальників, так чи інакше пов'язані з системним підходом, основний принцип якого полягають у прагненні врахувати якомога більше параметрів і характеристик, що надають вирішальний вплив на достовірність результатів, особливо у випадках систем типу «людина – техніка – пожежа».

До шляхів практичної реалізації системного підходу відносяться методи теорії планування та проведення експериментів, таких як аналіз даних багатofакторного експерименту. У найбільш загальному вигляді такі завдання математично формулюються таким чином [3]:

$$\eta_j = f(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_i), \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, k; \quad j = 1, 2, \dots, l;$

де  $\eta_j$  - досліджувані змінні, залежні критично від параметрів процесу;

$\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_i$  параметри, що змінюються в експериментах.

Для вивчення подібних систем розроблені математичні методики, які отримали загальну назву «планування експерименту», які дозволяють активно втручатися у досліди, що проводяться. У нашому випадку під плануванням експерименту розуміється реалізація певної кількості дослідів і вибір умов їх проведення, необхідних для вирішення завдань, що працюють у роботі.

Попередня оцінка ефективності бойових дій при гасінні пожеж з використанням плоскорадіальних струменів гелеутворювальних складів (ГУС) вже проводилася модифікованим методом імітаційного моделювання пожежогасіння [4]. Мета цієї частини експериментальних досліджень – перевірка адекватності розглянутих моделей подачі розчинів вогнегасного складу плоскорадіальними струменями для підтвердження положень та висновків, отриманих раніше в експериментально-теоретичній частині.

Натурний зразок ствола-розпилювача, що подає розчин підфарбованої води плоскорадіальними струменями, що зрошують умовне вогнище пожежі у вигляді мішені-екрана, був виготовлений таким чином, що в процесі випробувань можна було варіювати деякі конструктивні параметри його дефлектора, про що йтиметься далі [2]. За допомогою установок АУТГОС і АУТГОС-П через стволи-розпилювачі подавалися підфарбовані струмені води, які дистанційно прямували на мішень-екран прицільно під відповідними ейлеровими кутами піднесення та нишпорення. Для вимірювань та реєстрації досліджуваних параметрів та характеристик використовувалися стандартні прилади та обладнання. Очевидно, що такий підхід, пов'язаний з імітацією подачі ГУС на умовний осередок пожежі плоскорадіальними віяловими струменями води, гідродинамічні характеристики якої досить близькі за своїми властивостями водним розчином складових гелеутворюючих, цілком прийнятний для дослідницьких цілей.

На підставі відомого принципу суперпозицій при вивченні балістики «зрошення» стволами-розпилювачами умовного вогнища пожежі струменями підфарбованої води можна скористатися даними розгляду траєкторій руху лише однією зі складових ГУС. Тобто спочатку досліджувати в площині наведення траєкторії руху водного струменя, як це здійснювалося в роботі [4] при традиційній подачі води на гасіння. Потім - теж у двох площинах їх прицільного руху. Після цього поєднати матеріали досліджень, отримані із застосуванням математичного апарату теорії планування експериментів, вважаючи, що подача ГУС здійснюється по обох прицільних напрямках одночасно.

На прикладі досліджень працездатності нового насадка до стандартних стовбурів-розпилювачів: ручного типу РС-70 та лафетного – ПЛС-20П (ПЛС-20С) [3], у роботі узагальнено основні особливості застосування теорії планування експериментів у подібних випадках.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Dubinin, D., Korytchenko, K., Lisnyak, A. (2018). Improving the installation for fire extinguishing with finely-dispersed water. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(10 (92)), 38–43. doi: 10.15587/1729-4061.2018.127865.
2. Dadashov, I., Loboichenko, V., Kireev, A. (2018). Analysis of the ecological characteristics of environment friendly fire fighting chemicals used in extinguishing oil products. Pollution Research, 37, 63–77. url: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6849>.
3. Ostapov, K., Kirichenko, I., Senchykhyn, Y. (2019). Improvement of the installation with an extended barrel of cranked type used for fire extinguishing by gel-forming compositions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(10 (100)), 30–36. doi: 10.15587/1729-4061.2019.174592.
4. Ostapov, K. M., Senchykhyn, Yu. N., Sirovoi, V. V. (2017). Osobennosti pryumeneniya opitnoi ustanovky AUTHOS-M. Naukovyi visnyk budivnytstva 88, 276–279. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5807>.

УДК 614.84:629.7

#### ПОРІВНЯННЯ НОВІТНІХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

*Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Катерина БУТЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З моменту свого впровадження протипожежна система Air Tractor FRDS заслужила репутацію під час здійснення авіаційного пожежогасіння в дикій місцевості завдяки рівномірному покриттю та високій надійності системи. У новій системі Air Tractor FRDS були розроблені численні покращення надійності. Компоненти системи «загартовані» для захисту від впливу вібрації та вологості; система також має покращену гідроізоляцію. Додано мікропроцесорні та електромеханічні системи резервного копіювання. Триклапанна резервна автоматична система залпу забезпечує надійне відкриття відсіків. Завдяки комп'ютеризованій технології відкриття протипожежного відсіку пілоти авіацестерн можуть просто та швидко підключатися до необхідного рівня покриття та скидати вогнегасну речовину. Розрахунки проводяться бортовим комп'ютером системи, що дозволяє пілоту доставити необхідну контрольовану кількість вогнезахисної речовини до вказаної зони скидання. [1]

Інноваційні переваги моделі Air Tractor визначаються впровадженням у практику авіагасіння цілого ряду нових систем. Деякі з них представлені нами для порівняння, а саме:

Використання тренажеру для навчання пілотів. [Conair](#) розробила Систему підготовки місій (MTS), яка зробить революцію в навчанні пілотів. (Рисунок 1) MTS — це система розподіленого моделювання, яка дозволяє індивідуальним пристроям для навчання польоту (FTD) бачити ту саму місцевість, погодні умови

та один одного під час польоту. Кожен симулятор має можливість бачити краплі води/ретарданта іншого й спілкуватися протягом усього процесу. Система включає шість інтегрованих високоякісних симуляторів: два Bird Dogs (Cessna 208 або TC690); дві авіацистерни (переконфігуровані між RJ85, Dash 8-400); і два Air Tractor (як колісні, так і Fire Boss версії літака). Система здійснює імітацію пожежі, реагує на зміну вітру, вологість, ухил місцевості та тип ЛГМ (трава, дерева, тощо). Крім того, вогонь реагує на краплі води і антипірену.



Рисунок 1. Тренажер для навчання пілотів (MTS)

MTS розроблений спеціально для повітряного пожежогасіння і є першим у світі тренажером такого типу. Проект розробляється з 2016 року і планується, що він повністю запрацює до березня 2022 року. Цей квантовий зсув у навчанні збільшить кількість годин, які пілоти витрачають на навчання та стане підтримкою для пілотів, які відпрацьовуватимуть тактичні вправи у контрольованому середовищі

Система CarteNav AIMS-C4.

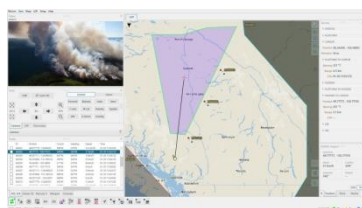


Рисунок 2. Система відображення доповненої реальності для повітряного пожежогасіння та спостереження

CarteNav, канадська компанія з Галіфакса, Нова Шотландія, є однією з перших, хто застосував відображення доповненої реальності для повітряного пожежогасіння та технології спостереження. Його програмне забезпечення AIMS-ISR використовувалося протягом останнього десятиліття компаніями по всьому світу, і CarteNav зараз перебуває на стадії тестування своєї системи розподілу даних місії AIMS-C4, яка доповнить існуюче програмне забезпечення системи місії. (Рисунок 2)

Поряд із точним картографуванням, AIMS-ISR також допомагає в плануванні перед місією, а також у підготовці та аналізі після місії. Ці інструменти є важливими для операцій з кількома завданнями, пов'язаних із гасінням пожежі з повітря та пошуково-рятувальними операціями.

AIMS-C4 – це нова технологія, яка доповнює існуючу систему місій AIMS-ISR. Вона дозволяє операторам керувати місіями за допомогою інтуїтивно потужного веб-інтерфейсу. AIMS-C4 дозволяє спілкуватися в реальному часі та обмінюватися даними між операторами, аналітиками та керівниками, які приймають рішення. Ця система управління та розподілу даних дозволяє операторам реєструвати всі наявні пожежі, а також задокументувати інформацію таку як: зображення, комунікації, відео та пошкодження під час та після



пожежі. Оператори також можуть бачити, яким чином рухається та змінюється напрям поширення вогню на карті. [2]

На основі аналізу дослідження спостерігаються значні кроки у покращенні світових технологій авіаційного гасіння. Даний напрям розвивається систематично, використовуючи різні підходи до покращення ефективності гасіння лісових пожеж. Насамперед це технології, які дозволяють навчати та тренувати особовий склад підрозділів, які залучаються до проведення аварійно-пошукових та рятувальних операцій та концепції, які безпосередньо впроваджуються до процесу їх виконання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Burzlaff, M. Aircraft Fuel Consumption-Estimation and Visualization; Aircraft Design and Systems Group (AERO), Department of Automotive and Aeronautical Engineering, Hamburg University of Applied Sciences: Hamburg, Germany, 2017.

2. Панченко Г.І., Биченко А.О. Обґрунтування оптимальних типів авіаційної техніки для гасіння лісових пожеж (магістерська робота), Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022, 55-65.

УДК 614.84:629.7

## ТАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ АВІАЦІЇ

*Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Валентин ЮХИМЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Досліди [1] показали, що характер спектрів розмірів крапель, скинутої з літака води, якісно близький до спектрів природних дощів. Максимальні розміри крапель води досягають 3,5 мм. Маса води, яка випадає на землю, укладена, в основному, у великих краплях. У краплях з розмірами більше 0,5 мм міститься понад 70% води від загальної маси. У початковий момент часу випадання крапель на землю помітну частку складають великі частки розмірами 1-2 мм. У наступні моменти часу починають переважати краплі середніх (0,5-1мм) розмірів, далі краплі розмірами 0,2-0,3 мм.

Під час проведення аналізу експерименту [1] був зроблений висновок, що дисперсність водного аерозолу залежить від висоти скидання - чим вище висота скидання, тим інтенсивніше процес дроблення. При скиданні 42 т води довжина і ширина смуг складала 600-800 метрів і 60-80 метрів відповідно. При швидкості літака 280 км /годину отримані наступні щільності зрошення: при скиданні 21 т води з висоти 40-50 м максимальна щільність 2,7 л / м<sup>2</sup>, Середня щільність 0,7 л / м<sup>2</sup>; при скиданні 21 т води з висоти 75 м максимальна щільність 1,7 л / м<sup>2</sup>, Середня щільність 0,5 л / м<sup>2</sup>; при скиданні 21 т води з висоти 100 м максимальна щільність 1,6 л / м<sup>2</sup>, Середня щільність 0,4 л / м<sup>2</sup>; при скиданні 42 т води з висоти 60 м максимальна щільність 2,7 л / м<sup>2</sup>, Середня щільність 0,8 л / м<sup>2</sup>. Що, однак, нижче необхідної щільності для гасіння лісової пожежі, яка становить близько 4 л / м<sup>2</sup>. [1]

Таблиця 1. Необхідні витрати води при прокладанні захисних та загороджувальних ліній

Умови росту лісових насаджень	Необхідна кількість витрати води (л/м <sup>2</sup> )
-------------------------------	---

Ділянки лісу з щільністю хвойних насаджень менше 0.2	0.7
Хвойні насадження з щільністю від 0.2 до 0.3 зі слабо виділеним надгрунтовим покривом і підстилкою 2-3 см	1.3
Хвойні насадження з щільністю від 0.4 до 0.5 зі слабо виділеним надгрунтовим покривом і підстилкою 3-5 см	2.0
Високополосні хвойні насадження зі значним покривом підстилки, а також ділянки підвищеної пожежної небезпеки(хвойні молодняки, засмічені вирубки і т.д.	2.6

В Сполучених Штатах Америки прийняті чотири рівні середнього розміру дозування покриття поверхні лісових насаджень вогнегасною рідиною при гасінні лісових пожеж. Діапазон дозування від 0.5 до 1.75 л/м<sup>2</sup> в залежності від щільності насаджень, швидкості вітру та інших параметрів. В роботі [4] зазначено, що для гасіння степових та низових пожеж в середньому необхідно забезпечити щільність зрошення водою від 5-7 л/м<sup>2</sup>, а для пожеж з більш інтенсивним горінням більш ніж 10 л/м<sup>2</sup>, при цьому необхідна щільність визначається тепловим балансом пожежі, пов'язаним з властивостями та кількістю горючих речовин та залежить від характеристик вогнегасної речовини.

Для оцінки можливостей авіаційного способу боротьби з лісовими пожежами експериментально визначається карта зрошення земної поверхні при скиданні води з літака. Величина площі зрошення залежить від ємності баків, висоти скидання, швидкості літака, метеорологічних умов. В [3, 4] наведені карти зрошення для зарубіжних і вітчизняних літаків (таблиця 2) [1]

Таблиця 2. Карти зрошення для різних типів літаків

Тип літака та характеристика скидання води						
CL-215 V <sub>води</sub> = 5455 л; H <sub>скидання</sub> = 20-30 м; V <sub>літака</sub> = 180-200 км/год		BE-200 V <sub>води</sub> = 12000 л; H <sub>скидання</sub> = 30-50 м; V <sub>літака</sub> = 260 км/год			Ил-76 V <sub>води</sub> = 42000 л; H <sub>скидання</sub> = 60 м; V <sub>літака</sub> = 280 км/год	
Гранична щільність зрошенн, л/м <sup>2</sup>	Довжина/ширина лінії, м	Гранична щільність зрошення, л/м <sup>2</sup>	Довжина/ширина лінії, м	Середня щільність зрошення, л/м <sup>2</sup>	Середня/максимальна щільність зрошення, л/м <sup>2</sup>	Довжина /ширина лінії, м
0.5	90×35	0.1	133 500×50-88	0.34-0.95	0.8/2.7	600 800×60-80
1.0	64×29	0.8	20-320×20-44	0.98-2.21		
1.75	52×26	3.5	10-40×4-16	3.01-5.22		

Вода без добавок, скинута з авіаційної техніки, здатна зберігати вогнегасні властивості порядку 5-15 хвилин. Ці дані дозволяють зробити висновки, що для гасіння доцільно застосовувати тактику послідовного скидання з двох або більше літаків (інтервал не більше 10 хвилин), що являється неможливим в умовах обмеженої кількості авіаційної техніки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. С.О. Панченко, В. Ніжник, А. Биченко Тенденції застосування авіаційної техніки для гасіння пожеж // Збірник наукових праць ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України «Надзвичайні ситуації та ліквідація» Том 5 №1 (2021) С. 104-114
2. В.В. Ніжник, С.О. Панченко Аналіз вогнегасних речовин для гасіння за допомогою пожежної авіації // Надзвичайні ситуації: безпека та захист 29 – 30 жовтня 2020 року м.Черкаси С.181-183

3. Копилов Н.П., Хасанов І.Р., Кузнецов А.Е., Федоткин Д.В., Москвілін Е.А., Стрижак П.А., Карпов В.М. Параметри скидання води авіаційними засобами при гасінні лісових пожеж // Пожежна безпека. 2015. № 2. С.49-55.

4. Технічна довідка за результатами опрацювання методики гасіння лісових пожеж з використанням літака ІЛ-76. М.: ВО «Авіалесоохрана», НВП «Інтел». 1993. С. 40.

**УДК 358.31, 358.238, 629.122, 629.1.03, 629.1.07**

## **СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ ЗА РАХУНОК КОНТЕЙНЕРНОЇ (КАПСУЛЬНОЇ) ДОСТАВКИ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН**

*Олександр ПОЛІВАНОВ,*

*Національний університет цивільного захисту України*

Ситуація щодо виникнення пожеж в Україні постійно ускладнюється у зв'язку з вторгненням Російській Федерації на нашу територію. У багатьох місцях нашої країни, де проходять бойові дії, земля вкрита вибухонебезпечними речовинами, що ускладнює гасіння пожеж. Рятувальники не завжди можуть безпечно виконувати дії за призначенням, а саме гасіння пожеж. На озброєнні пожежно-рятувальних підрозділів стоїть пожежно-технічне озброєння, котре не завжди може забезпечувати швидку, точну, доставку вогнегасних речовин з безпечної відстані для рятувальників. Тому на сьогодні гостро стоїть проблема удосконалення пожежно рятувальної техніки, пожежно-технічного озброєння та способів доставки вогнегасних речовин в осередок пожежі.

Виникнення пожеж та надзвичайних ситуацій у багатоповерхових будівлях може призвести до великих матеріальних збитків та загибелі людей. Саме цим і обумовлено особливу увагу до проблеми забезпечення безпеки людей в багатоповерхових будівлях при виникненні пожежі. Масштабні пожежі, що сталися в останні роки довели необхідність переозброєння оперативно-рятувальних підрозділів новою технікою та засобами пожежогасіння.

Згідно статистичних даних пожеж у багатоповерхівках у містах України за 2019 рік, спостерігається зростаюча динаміка стосовно площі пожежі та часу локалізації при підвищенні поверху де виникла пожежа. Отримані статичні дані свідчать що площа пожежі та час локалізації збільшується у середньому від 3,5 до 6 разів, що зумовлює необхідність зменшення часу локалізації за рахунок подачі вогнегасних речовин у контейнерах (капсулах) зовні будівель.

Авторами [1] проведений аналіз існуючих технічних засобів для гасіння пожеж дрібно розпиленими струменями, та запропоновано установку періодично-імпульсної дії газоводяного гасіння розвинених пожеж в будівлях. Недоліком даної установки, є її значні габарити, складність доставки до місця пожежі та мала відстань доставки аерозольного струменя для гасіння пожежі. Одним з перспективних напрямків пожежогасіння у багатоповерхових будівлях є застосування дискретної (контейнерної) доставки вогнегасних речовин до осередку пожежі. Завдяки цьому способу, можливо знизити час локалізації пожежі. Коли відділення проводить оперативне розгортання та створює ланку ГДЗС для гасіння пожежі з середини багатоповерхівки, у цей час пожежний може приступити до локалізації пожежі за допомогою імпульсного вогнегасника ТАЙФУН-10 та контейнерів (капсул) з вогнегасною речовиною безпосередньо у віконний отвір.

Контейнери (капсули) виготовляються за допомогою 3Д принтера, або промисловим способом з PLA пластика. Контейнери (капсули) можуть бути з різноманітними вогнегасними речовинами ( водні розчини, вогнегасний порошок, аерозолі, інертні гази).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Лісняк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водняним струменем. Проблеми пожежної безпеки. 2018. № 43. С. 45–53. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2018\\_43\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2018_43_10)

**УДК 614.841**

### **ПРО ВСТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗАХИСНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА, МЕТОДІВ І ПРОЦЕДУР ЇХ ОЦІНЮВАННЯ**

*Віталій ПРИСЯЖНЮК, Сергій СЕМИЧАЄВСЬКИЙ,  
Михайло ЯКІМЕНКО, Максим ОСАДЧУК,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

На теперішній час в Україні є чинними національні стандарти, які поширюються на засоби індивідуального захисту пожежників, а саме: ДСТУ EN 443:2017 [1], ДСТУ EN 15090:2017 [2], ДСТУ EN 13911:2015 [3], ДСТУ EN 659:2017 [4], ДСТУ EN 469:2017 [5], ДСТУ EN 1486:2010 [6] тощо.

Треба відмітити, що вищенаведені національні стандарти встановлюють лише мінімальні технічні вимоги та методи випробування з визначення показників якості таких засобів, які є недостатніми для виявлення недоброякісної продукції, що потрапляє на оснащення у ці підрозділи. Як наслідок це приводить до тяжких травм пожежників отриманих під час гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Згідно з пунктом 6.2 а) ДСТУ 1.8:2015 [7] національні нормативні документи розробляють на основі міжнародних нормативних документів, якщо їх уже прийнято або вони перебувають на завершальній стадії розроблення, або відповідних їхніх частин, крім випадків, якщо такі міжнародні документи неефективні чи невідповідні, зокрема з огляду на недостатній рівень захисту, суттєві кліматичні чи географічні чинники або технологічні проблеми.

З метою удосконалення вимог до якості засобів індивідуального захисту пожежників в рамках науково-дослідної роботи «Захисне спорядження – показники якості» в ІДУ НД ЦЗ проведено експериментальні дослідження зразків таких засобів, які показали, що:

- існуючі методи випробувань не в повній мірі розкривають вимоги щодо процедур підготовки зразків до випробувань та їх необхідної кількості;
- зміст методів випробувань не містить чіткої інформації, а іноді суперечить щодо необхідності проведення випробувань окремих елементів засобів індивідуального захисту пожежників;
- окрім методів випробувань потребують змін та доповнень в частині оцінки результатів випробувань.

Крім того, потребують змін та доповнень:

- назви деяких методів випробувань;
- посилання на європейські стандарти, які втратили чинність;

– процедура кондиціонування зразків тощо.

Тому для недопущення застосування неякісних засобів індивідуального захисту пожежників необхідно розробити обґрунтовані вимоги до таких засобів і відповідні методи випробувань.

Вищезазначене обумовлює актуальність впровадження в Україні сучасних вимог до класифікації засобів індивідуального захисту пожежників, показників якості, методів і процедур їх оцінювання. Це необхідно для забезпечення безпечності пожежно-рятувальних підрозділів України під час гасіння пожеж.

Враховуючи вищенаведене та з метою нормативно-технічного врегулювання, в ІДУ НД ЦЗ розроблено першу редакцію проєкту національного стандарту України ДСТУ XXXX:202\_ *Засоби індивідуального захисту пожежників. Класифікація, технічні вимоги та методи випробування*», в якому передбачено такі розділи:

- Передмова;
- Зміст;
- Сфера застосування;
- Нормативні посилання;
- Терміни та визначення понять;
- Класифікація, типи та будова засобів індивідуального захисту пожежників;
- Відбирання та кондиціонування зразків;
- Загальні технічні вимоги та методи випробувань;
- Маркування;
- Додатки.

Першу редакцію проєкту національного стандарту відповідно до вимог ДСТУ 1.2:2015 [8] буде оприлюднено на офіційному веб-сайті національного органу стандартизації для надання пропозицій та коментарів.

Національний стандарт після затвердження буде застосовуватись виробниками вищезазначеної продукції під час підтвердження її якості, а також сприятиме впровадженню у практичну роботу пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України сучасного й надійного захисного спорядження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 443:2017 (EN 443:2008, IDT). Засоби індивідуального захисту голови. Каски пожежні. – Введ. 2017-12-22. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 41 с.
2. ДСТУ EN 15090:2017 (EN 15090:2012, IDT). Взуття для пожежників. – Введ. 2019-01-01. – К.: Держстандарт України, 2019. – 34 с.
3. ДСТУ EN 13911:2015 (EN 13911:2004, IDT). Захисний одяг для пожежників. Вимоги та методи випробування протипожежних капюшонів для пожежників. – Введ. 2016-02-24. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 13 с.
4. ДСТУ EN 659:2017 (EN 659:2003+A1:2008, IDT). 3 поправко № 1:2017. Захисні рукавички для пожежників. Загальні технічні вимоги та методи випробування. – Введ. 2017-12-22. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 12 с.
5. ДСТУ EN 469:2017 (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT). Захисний одяг для пожежників. Вимоги щодо показників якості захисного одягу для пожежників. – Введ. 2018-02-01. – К.: Держстандарт України, 2018. – 27 с.
6. ДСТУ EN 1486:2010 (EN 1486:2007, IDT). Одяг захисний для пожежників. Методи випробування та вимоги до відбивального одягу пожежників. – Введ. 2010-12-28. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2010. – 14 с.
7. ДСТУ 1.8:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення програми робіт з національної стандартизації. – Введ. 2016-04-01. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 25 с.

8. ДСТУ 1.2:2015 Національна стандартизація. Правила проведення робіт з національної стандартизації. – Введ. 2015-08-19. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 34 с.

**УДК 614.84 + 629.73**

## **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ З БПЛА В СИСТЕМІ ДСНС**

*Михайло ПУСТОВИТ, Борис ОРЕЛ, Єлизавета ПОНОМАРЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Максим КУХАРЕНКО,  
учень Першої міської гімназії Черкаської міської ради*

Дані, отримані з борту безпілотного літального апарату (далі - БПЛА), крім надання можливості аналізувати й оцінювати ситуацію, дозволятимуть приймати оперативні управлінські рішення. Завдяки цьому, аварійно рятувальні підрозділи в найкоротші терміни зможуть приймати заходи щодо попередження чи ліквідувати НС.

Найбільш зручним способом отримання фото- та відеоданих є спостереження в режимі реального часу, що передбачає передачу відеосигналу в різних форматах по радіоканалу. Обмеженням такого способу врешті-решт є значний об'єм інформації, що передається. Це зумовлює високі вимоги до систем прийому-передачі такої інформації та змушує виробників БПЛА йти на техніко-економічні компроміси.

Трансляція відео в режимі реального часу при проведенні розвідки з борту БПЛА ведеться до наземної станції управління (далі - НСУ) зазвичай в ультракороткохвильовому або надвисокочастотному діапазоні, особливістю якого є знаходження літального апарату в зоні «прямої видимості» поширення радіохвиль в просторі. Гранична дальність проведення трансляції відео залежить від конкретних характеристик застосовуваних комплексів БПЛА, наприклад, на частотах 2,4 ГГц вона становить близько 10-15 км.

Первинним завданням будь-якої системи зв'язку є забезпечення необхідної дальності зв'язку. Проте дальність зв'язку в УКХ діапазоні обмежена властивостями радіохвиль огинати кривизну земної поверхні. Кривизна поверхні Землі не дозволяє здійснювати зв'язок за межі горизонту для УКХ діапазону.

Для БПЛА, що працює для забезпечення оперативних дій підрозділів ДСНС максимальна дальність відеопередачі є критичним параметром. Однак необхідно, щоб зв'язок не пропадав навіть на обмеженій відстані при поширенні в повітряному середовищі з водяною парою (туман, хмари), дощем, снігом та іншими перешкодами, які можуть послабити сигнал.

Залежно від робочої дальності польотів БПЛА, як антена НСУ використовуються або антени з великим коефіцієнтом спрямованої дії (КСД), або слабкоспрямовані антени. Для антен з великим КСД необхідне використання опорно-поворотного пристрою і системи стеження за БПЛА, так як ширина основної пелюстки діаграми спрямованості таких антен, як правило, менше 10°. Так як до наземного обладнання не пред'являється жорстких вимог по масогабаритних характеристиках, використання в якості антени НСУ скануючої цифрової антенної решітки не завжди виправдане з огляду на її велику вартість, за винятком випадків використання антенної решітки для одночасного спостереження

за декількома БПЛА.

Дальність зв'язку в тому числі визначається таким параметром антени як коефіцієнт посилення, вимірюється в дБi. Коефіцієнт посилення є важливим параметром, тому що він враховує:

- здатність антени фокусувати енергію передавача у напрямку приймача порівняно з ізотропним випромінювачем (isotropic, звідси індекс i дБi);
- втрати в самій антені [1,2].

Для збільшення дальності зв'язку варто вибрати антени з максимально можливим значенням коефіцієнта посилення з тих, що підходять за масогабаритними параметрами та можливостями системи відеозв'язку.

При виборі частоти ліній відеозв'язку необхідно враховувати також ослаблення сигналу під час поширення у атмосфері Землі. Для ліній відеозв'язку НСУ-БПЛА ослаблення в атмосфері викликається газами, дощем, градом, снігом, туманом та хмарами [3]. Для робочих частот радіоліній менше 6 ГГц ослабленням у газах можна знехтувати. Найбільш сильне ослаблення спостерігається у дощах, особливо високої інтенсивності (зливах). У таблиці 1 наведено дані [3] щодо згасання [дБ/км] у дощах різної інтенсивності для частот 3-6 ГГц.

Таблиця 1 - Ослаблення радіохвиль [дБ/км] у дощах різної інтенсивності залежно від частоти

Рівень опадів	Частота, ГГц			
	3	4	5	6
3 мм/год (слабкий)	$0.3 \cdot 10^{-3}$	$0.3 \cdot 10^{-2}$	$0.8 \cdot 10^{-2}$	$1.4 \cdot 10^{-2}$
12 мм / год (помірний)	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$1.4 \cdot 10^{-2}$	$3.7 \cdot 10^{-2}$	$7.1 \cdot 10^{-2}$
30 мм/год (сильний)	$3.6 \cdot 10^{-3}$	$3.7 \cdot 10^{-2}$	$10.6 \cdot 10^{-2}$	$21 \cdot 10^{-2}$
70 мм/година (злива)	$8.7 \cdot 10^{-3}$	$9.1 \cdot 10^{-2}$	$28 \cdot 10^{-2}$	$57 \cdot 10^{-2}$

Із табл. 1 можемо зробити висновок, що, наприклад, на частоті 3 ГГц ослаблення сигналу в зливі складе близько 0.0087 дБ/км, що на трасі 100 км дасть 0.87 дБ сумарного ослаблення. При підвищенні робочої частоти радіолінії ослаблення дощу різко зростає. Для частоти 4 ГГц ослаблення у зливі на цій же трасі складе вже 9.1 дБ, а на частотах 5 та 6 ГГц – 28 та 57 дБ відповідно. При використанні БПЛА в місцевостях, де часто є дощі високої інтенсивності, рекомендується вибрати робочу частоту радіолінії нижче значення 3 ГГц.

Таким чином, можна стверджувати, що наявність перешкод, зумовлених рельєфом місцевості, рослинністю, щільністю забудови, погодними умовами та джерелами електромагнітного випромінювання буде значно зменшувати дальність відеозв'язку в режимі реального часу. Тому, це зумовлює використання таких БПЛА лише для завдань точкового відеоспостереження або проведення інших робіт з невеликою дальністю польоту.

## ЛІТЕРАТУРА

2. С.А. Balanis. Antenna theory. Analysis and design. Fourth edition. John Wiley & Sons. 2016.
3. Antenna gain. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Antenna\\_gain](https://en.wikipedia.org/wiki/Antenna_gain) (дата звернення: 12.01.2022 р.).
4. Калинин А.И., Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний. Связь. Москва. 1971.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДСНС ПОЖЕЖНИМ УСТАТКУВАННЯМ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЮ ТЕХНІКОЮ

*Василь РОТАР, канд. пед. наук, доцент, Олег МОРОЗОВ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Головним оперативним завданням особового складу пожежно-рятувальних підрозділів ОРС ЦЗ під час гасіння пожеж є рятування людей у разі виникнення загрози їх життю та гасіння пожеж.[1]

Для виконання бойових завдань на пожежі використовуються такі засоби:

- протипожежна техніка, а саме технічні засоби призначені для локалізації та ліквідації пожеж;
- засоби освітлення та зв'язку;
- пожежно-технічне оснащення та засоби індивідуального захисту пожежника;
- вогнегасні речовини (піна, вода, газ, порошок тощо); системи пожежогасіння;
- транспортні засоби.

Пожежна машина - машина, призначена для забезпечення гасіння пожеж та проведення пожежно-рятувальних робіт. Пожежні машини поділяють на пожежні транспортні засоби (транспортована пожежна машина або самохідна) також переносні і пересувні пожежні машини (мотопомпи, насоси, димовсмоктувачі)

Пожежна техніка - технічні засоби, які призначені для запобігання, локалізуванню та ліквідуванню пожеж, рятуванню людей, матеріальних цінностей та докільля від впливу небезпечних чинників пожежі, провадження пожежно-рятувальних робіт.

Пожежне устаткування (обладнання) - гідравлічне устаткування для відбирання, транспортування, регулювання витрат, формування і спрямування струменів вогнегасних речовин із застосуванням пожежних автомобілів або мережі водопостачання, а також допоміжні засоби його використання та технічного обслуговування.

Пожежно-технічне оснащення - комплект пожежного обладнання, переносного пожежного інструменту, пожежних рятувальних пристроїв, засобів індивідуального захисту пожежного рятувальника, вогнегасників, яким оснащується пожежний транспортний засіб.

Пожежний рятувальний пристрій – це технічний пристрій, призначений для рятування людей під час гасіння пожеж та проведення пожежно рятувальних завдань.

Переносний пожежний інструмент – це інструмент, призначений для використання під час гасіння пожеж та проведення пожежно-рятувальних робіт. [2]

Головна проблема ДСНС – це стара техніка та пожежно-технічне обладнання, яке не дозволяє максимально ефективно проводити ліквідацію НС та гасіння пожеж.

З метою покращення матеріально-технічного забезпечення ДСНС, за результатами укладених у 2019 році договорів отримано та передано до підпорядкованих територіальних підрозділів:

- 89 одиниць автоцистерн пожежних;
- 10 універсальних снігоболотоходів;
- 1 тис. 200 комплектів костюмів спеціальних захисних;



- 53 спеціальних аварійно-рятувальних машин легкого типу на базі автомобіля Ford Ranger;
- 20 одиниць легкових спеціалізованих автомобілів служби безпеки дорожнього руху на базі автомобіля Renault Duster;

Упродовж 2019 року у ДСНС здійснювалася реалізація 5 проектів міжнародної технічної допомоги та отримано гуманітарну допомогу на суму близько 430 млн гривень, а саме від:

Уряду Китайської Народної Республіки (на підставі розпоряджень Кабінету Міністрів України від 23 січня 2019 р. № 24-р «Про підписання Угоди (у формі обміну листами)» та від 27 березня 2019 р. № 195-р «Про підписання Угоди між Урядом України та Урядом Китайської Народної Республіки про техніко-економічне співробітництво») - 53 одиниці аварійно-рятувальної техніки та обладнання;

Німецького товариства міжнародного співробітництва GIZ GmbH (проект «Підтримка України в управлінні надзвичайними ситуаціями») 10 автомобілів Ford, 12 спеціальних аварійно-рятувальних машин легкого типу 34 на шасі Volkswagen T6, 30 компресорів з робочим тиском до 330 бар, 13 медичних укладок для укомплектування спеціальних аварійно-рятувальних машин, 2 навчальні комплекти аварійно-рятувального обладнання, 4 костюми хімічного захисту та 17 комплектів захисного одягу рятувальників;[3]

Отже, висновком може бути, що забезпечення технікою та пожежно-рятувальним оснащенням, потрібно постійно оновлювати та модернізувати. Стару техніку замінювати більш новою, для того щоб максимально ефективно проводити ліквідацію НС та гасіння пожеж. ДСНС потрібно брати приклад у Європейських країн, щодо забезпечення пожежним оснащенням та технікою підрозділів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Міністерства внутрішніх справ України 26 квітня 2018 року № 340 “ Статут дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж”.

2. БУДОВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ І ОБЛАДНАННЯ.

3. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2019 році.

УДК 614.846.6

## АНАЛІЗ СВІТОВИХ КОНЦЕПЦІЙ СТВОРЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

*Валерія СЕМКІВ,*

*Національний університет цивільного захисту України*

В сучасному автомобілебудуванні існує декілька концепцій створення пожежних автомобілів. Основний критерій, на якому базується європейська концепція створення ПА, полягає в наступному: за будь-яких обставин пожежні підрозділи мають забезпечити порятунок людей, потім організувати ліквідацію надзвичайної ситуації. Найменші за розміром і вагою ПА, що мають більш високу мобільність і маневреність, в умовах високої інтенсивності вуличного руху та щільної забудови європейських міст, у змозі більш оперативно доставити до місця пожежі сили та засоби для виконання покладених на рятувальників завдань. Саме тому в європейських країнах домінують ПА легкого та середнього класів [1], а важкі ПА (основна тактична одиниця в США) використовуються в основному для

захисту пожежонебезпечних об'єктів, а також як спеціальні ПА, для яких оперативність не є переважним фактором. Європейські виробники ПА не вважають за доцільне встановлення на міських ПА надпотужних насосних систем, обмежуючись застосуванням насосів середнього класу з подачею 2400 л/хв. або комбінованих насосів. Хоча модельні ряди насосних агрегатів, що випускаються європейськими фірмами, значно ширші, конкретний тип насоса встановлюється залежно від функціонального призначення ПА (міські, об'єктові, аеродромні та ін.).

В концепції виробників ПА у США відмовилися від надскладних систем, які стають все більш затребуваними в Європі, хоча не з міркувань технічної нездійсненності. Як фірми, що працюють у цій галузі, так і служба пожежної охорони США зробили вибір на користь трьох головних критеріїв, які є визначальними під час створення ПА [2]: ефективність при гасінні пожежі будь-якої складності; швидкість та ефективність при рятуванні людей; надійність, безпека та простота конструкції ПА. Ефективність при гасінні пожежі, на думку американських фахівців, можна забезпечити застосуванням ПА, які у Європі класифікуються як «важкі». Ефективність гасіння забезпечують потужні насоси: подача найбільш поширеного в США насоса становить 1500 гал/мин. (5678 л/хв.), що у 2,5 рази вище за подачу аналогічного європейського насоса (2400 л/хв.). Необхідний ступінь диспергування води досягається введенням у комплектацію досконалих ручних і лафетних стволів з регульованим розпилом. Таке поєднання потужних насосів та досконалих стволів робить гасіння пожеж будь-якого класу універсальним.

Одним з найбільш перспективних напрямків є розширення функціональності пожежного автомобіля [3]. Так як, перелік завдань, які вирішують рятувальники у всьому світі, стрімко розширюється, що потребує підвищення функціональних можливостей пожежних автомобілів. Прагнення до розширення їх функціональних завдань і універсальності, прагнення до скорочення часу прибуття ПА до місця виклику, а також загалом часу ліквідації НС. Це зумовлено тим, що не в кожному підрозділі є необхідні типи спеціалізованих автомобілів, а залучення їх з інших підрозділів супроводжується втратами дорогоцінного часу, додатковими транспортними затратами та збільшенням ризику загибелі людей при виникненні надзвичайної ситуації. Саме тому, сьогодні на ринку пожежної техніки з'являються такі автомобілі як: автоцистерна-драбина, автоцистерна-трап, автоцистерна-підйомник, автомобілі контейнерного або модульного типів. На пожежних автомобільних драбинах і автомобільних підйомниках з'являються порошкові установки, пінні баки, насосні агрегати, лафетні стволи, генератори для живлення електроінструменту тощо. Отже, багатофункціональні пожежно-рятувальні автомобілі – це пожежні автомобілі, які пристосовані як для гасіння пожежі, так і для проведення технічних і спеціальних робіт на місці пожежі, аварії чи надзвичайної ситуації [4].

Проаналізувавши світовий досвід, можна зробити висновок, що більш доцільно оснащувати пожежно-рятувальні підрозділи багатофункціональними автомобілями, що дозволяє значно підвищити ефективність процесу реагування та ліквідації НС.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Firefighting And Rescue Service Vehicles - Part 3: Permanently Installed Equipment - Safety And Performance; German Version EN 1846-3:2013 URL: <https://webstore.ansi.org/standards/din/dinen18462013-1506124>

2. Midwest Fire: веб-сайт. URL: <https://midwestfire.com/customers/testimonials/>

3. Яковенко Ю.Ф. Пожарные автомобили нового поколения: концепция многофункциональности // Средства спасения. Противопожарная защита 2004. - М.: 2004.

4. І. А. Вікович, Р. В. Зінько, М. З. Лаврівський, А. П. Поляков. Експериментальні дослідження адаптованих середньовантажних пожежних автомобілів для ліквідації надзвичайних ситуацій. Вісник машинобудування та транспорту №2(12), 2020.

**УДК 614.844**

### **ПОДОВЖЕННЯ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН**

*Сергій СТАСЬ, канд. техн. наук, доцент,*

*Артем БИЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,*

*Олексій МИГАЛЕНКО, канд. техн. наук, доцент,*

*Михайло ПУСТОВІТ, Ольга СОБОТНИЦЬКА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Розрахунок трубопроводу, або рукавної лінії, якщо вважати її стінки жорсткими, проводять з метою визначення напору, необхідного для подолання гідравлічного опору, що виникає при проходженні у ньому рідини, для забезпечення необхідної витрати рідини. Для розрахунку використовуються рівняння постійності витрати, Бернуллі, втрат напору, формули для визначення коефіцієнта Дарсі (коефіцієнта тертя) та числа Рейнольдса. Втрати напору в трубопроводі в загальному випадку обумовлені як опором тертя (опором по довжині рукава), так і місцевими опорами, що перед усім визначаються конструктивними особливостями застосовуваного обладнання, наприклад, розгалужень.

Втрати напору в пожежному рукаві залежать від геометричних параметрів рукава, типу і стану внутрішньої поверхні пожежного рукава, кількості речовини, що проходить по рукаву за одиницю часу. Серед геометричних параметрів пожежних рукавів визначальними є їх довжина й діаметр. Однак, відомо, що вони не є сталими й при транспортуванні вогнегасних речовин можуть змінюватися. Були обрані три типи серед найуживаніших рукавів, що експлуатуються у навчальній пожежно-рятувальній частині Черкаського інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, й проведені виміри зміни їх довжин при протіканні ними води.

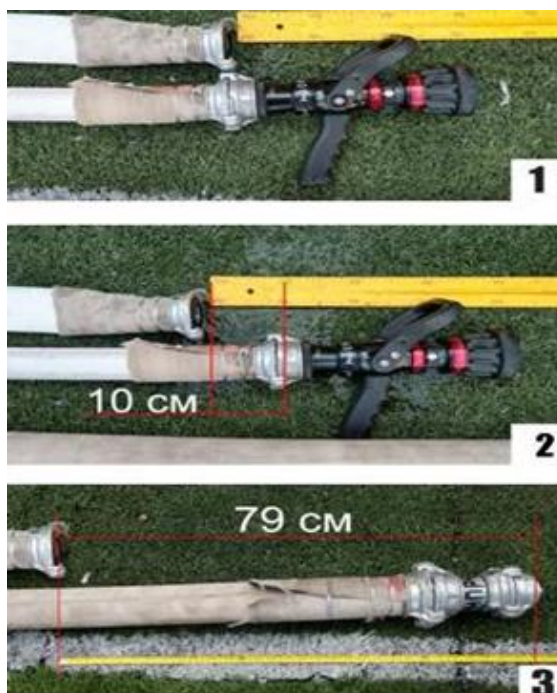


Рис. 1. Вимірювання зміни довжини досліджуваних пожежних рукавів

На рис. 1 позначено: 1 – фіксація початкового стану; 2 – порівняльне збільшення довжини рукава під дією робочого тиску діаметром 51 мм; 3 – порівняльне збільшення довжини рукава під дією робочого тиску діаметром 77 мм. При генеруванні потоку вогнегасної рідини з використанням рукава діаметром 77 мм при тиску на його вході 0,8 МПа зміна довжини склала 790 мм.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стась С. В. Особливості руху води та водних розчинів піноутворювачів крізь рукавні розгалуження / С. В. Стась // Промислова гідравліка і пневматика: всеукр. наук.-техн. журн., Вінниця. – 2018. – № 1 (59) . – С. 19 – 24.
2. Stas S., Maglyovana T., Nyzhnyk T., Kolesnikov D., Strikalenko T. Improving the efficiency of water fire extinguishing systems operation by using guanidine polymers. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 1, no. 10 (103). P. 20–25. doi: 10.15587/1729-4061.2020.196881.
3. Снитюк В.Є., Тимченко А.А., Стась С.В. Еволюційна парадигма проектування технічних систем // Черкаси: Вісник ЧІТІ. - 2001. - №4. – С. 104-108.
4. Шкарабура Н.Г., Стась С.В. Основные принципы генерирования импульсных потоков в гидравлических системах // Промислова гідравліка і пневматика. – 2004. – № 1 (3). – С. 25-29.

## ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ НАЗЕМНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ПЛАТФОРМИ В ДІЯЛЬНОСТІ ДСНС УКРАЇНИ

*Сергій СТАСЬ, канд. техн. наук, доцент,  
Михайло ПУСТОВІТ, Борис ОРЕЛ, Вероніка КРИВА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Застосування роботизованих систем се частіше вивчається у зв'язку з регулярним впливом небезпечних факторів на пожежних-рятувальників. Роботизована система являє собою механічний пристрій, який виконує завдання з допомогою спеціалізованих датчиків для сприйняття навколишнього середовища, комп'ютерних програм для управління роботом у цьому середовищі, і людини - оператора, для допомоги з управління функціями робота.

Є цілий ряд роботизованих систем, що розроблені для підтримки пожежних при виконанні широкого спектру пожежно-рятувальних робіт, в тому числі пожеж в будівлях, транспортних засобах, літаках, кораблях і лісах. У доповненні до значної кількості сценаріїв розвитку пожежі, функціональні можливості, що включені до роботизованої системи можуть знадобитися для підтримки пожежних в таких завданнях, як наближення до вогню, ідентифікація людей пастках, виявлення пожежі, контроль поширення вогню і полум'яподавлення. Проаналізовано роботизовані системи, які були розроблені для боротьби з пожежами, а також деякі аспекти дизайну цих роботів.

Є два основних типи роботизованих систем, які були розроблені для гасіння пожеж: фіксовані та мобільні системи. Фіксовані системи, такі як автоматизовані лафетні стволи, використовуються в тих випадках, коли існує значна небезпека загоряння, і пожежу необхідно максимально швидко загасити. Деякі приклади застосування включають в себе райони посадки повітряних суден, складські приміщення та тунелі [1-3]. Ці системи мають ультрафіолетові або інфрачервоні датчики для цільового направлення засобів гасіння у вогнище пожежі та подальшу локалізацію. Мобільні системи мають розширені можливості, щоб допомогти оператору в навігації і виконувати більш широкий спектр завдань.

Наземні мобільні робототехнічні системи для роботи на відкритій місцевості – це, в основному, автомобілі з бортовими системами пожежогасіння, які керуються дистанційно оператором. Такі роботи пересуваються зі швидкістю 2,4 - 20 км / год за допомогою коліс або гусениць, мають масу 450 - 9300 кг і мають вбудовані можливості гасіння пожежі. Подібні роботи живляться від акумуляторних батарей або оснащені дизельним двигуном. Системи пожежогасіння, що встановлюють на роботах, оснащують водяними та пінними стволами, які здатні подавати компактні та розпилені струмені. Як правило, подібні роботи використовують бездротове з'єднання для дистанційного керування, передачі інформації від датчиків на борту робота до оператора навігації та пожежогасіння. Датчики на роботах включають візуальні камери, інфрачервоні камери, датчики концентрації газу, а також дальноміри, для об'їзду перешкод. Велике різноманіття мобільних роботів розроблено для гасіння внутрішніх пожеж та надання додаткової інформації оператору в обмеженому просторі. Вони включають в себе літальні апарати (в основному квадро- або гексакоптери), гусеничні чи колісні наземні транспортні засоби, схожі з біологічними роботами типу «змія» [4], «жук» [5] та «гуманоїд» [6]. Роботи розглядаються як в якості спостерігачів за розвитком пожежі, так і в якості помічників пожежних. Відповідно до цього, роботи розробляються для виявлення пожеж, виявлення небезпек

всередині будівель, локалізації і ліквідації пожеж та пошуково-рятувальних робіт.



Archibot-M DRB Fatec Co. LTD



Терміт T2, Howe Technologies

Рис. 1 – Роботи для гасіння зовнішніх пожеж.

Оскільки будівлі призначені для людей, людиноподібні роботи розробляються, щоб допомогти пожежним з виконанням завдань в умовах надзвичайних ситуацій, зокрема відкриття дверей, використання сходів та прокладання рукавних ліній. Гуманоїдний робот THOR розроблений в Вірджинії, може працювати в складних умовах з використанням стереоскопічного ІЧ - тепловізора для прокладання маршруту через дим, ідентифікацію та класифікацію пожежі, обертаємий лазерний дальномір (лідар) для створення карти розташування перешкод в тривимірному просторі та стереоскопічні RGB камери, щоб накласти карти розташування перешкод на тривимірне кольорове зображення пожежі). Цей робот був розроблений в програмі Shipboard Autonomous Firefighting Robot (SAFFiR) для надання допомоги ВМС США з завданнями контролю та гасіння пожеж.

Проведеними дослідженнями на борту екс - USS Shadwell морської дослідної лабораторії, THOR йшов по деформованих тепловим випромінюванням палубах, оснащений пожежним стволом з рукавом, працював в парі з людиною, щоб загасити вогонь у відсіку за допомогою водяного струменя.

Хоча прогрес у використанні роботів в закритих приміщеннях значно прискорюється сьогодні, використання роботів для навігації в невідомих просторах є складним завданням, і як і раніше вимагає певного рівня людської діяльності. Крім того, ідентифікація, локалізація і маніпулювання об'єктами є складним завданням для робота, яке досі вимагає людини-оператора і значних обчислювальних потужностей, особливо для виконання завдань на невідомих об'єктах.

Майбутнє використання роботів в гасінні пожежі буде залежати від міцності робота, достатньої кількості датчиків для моніторингу і сприйняття навколишнього середовища, можливих виконуваних завдань, вартості, рівня автономії та швидкості руху. Для пожежно-рятувальної служби, вартість є важливим фактором, і в даний час обмежує більш широке використання робототехніки в пожежогасінні. Однак, коли роботи стануть більш ефективними при проведенні робіт з пожежогасіння, а пожежні зможуть контролювати їх роботу в безпечних місцях, роботи будуть використовуватися набагато більше для підтримки пожежних.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Chen, Tao, et al. "An automatic fire searching and suppression system for large spaces." Fire safety journal 39.4 (2004): 297-307.
2. Yuan, Feiniu. "An integrated fire detection and suppression system based on

widely available video surveillance." *Machine Vision and Applications* 21.6 (2010): 941-948.

3. De Santis, A., B. Siciliano, and L. Villani. "Fuzzy trajectory planning and redundancy resolution for a fire fighting robot operating in tunnels." *Robotics and Automation*, 2005. ICRA 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on. IEEE, 2005.

4. P. Liljeback, O. Stavdahl, and A. Beitnes, "SnakeFighter-development of a water hydraulic firefighting snake robot," *Control, Automation, Robotics and Vision*, 2006. ICARCV'06. 9th International Conference on, 2006, pp. 1-6.

5. J. H. Hong, B.-C. Min, J. M. Taylor, V. Raskin, and E. T. Matson, "NL-based communication with firefighting robots," *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2012 IEEE International Conference on, 2012, pp. 1461-1466.

6. Kim, J.-H., & Lattimer, B. Y. (2015). "Real-time probabilistic classification of fire and smoke using thermal imagery for intelligent firefighting robot," *Fire Safety Journal*, 72, 40-49.

**УДК 351.861:504.064:614.8**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АКУСТИЧНОЇ ДІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ**

*Євгеній СТАТИВКА,*

*Національний університет цивільного захисту України*

Впровадження акустичних явищ під час проведення аварійно-рятувальних робіт, для підвищення рівня безпеки рятувальника та скорочення часу пошуку постраждалого, шляхом впровадження в додаткове спорядження рятувальника пристрою з можливістю акустичного орієнтування.

Швидке проведення розвідки на пожежі, оперативний пошук й евакуація постраждалого, локалізація та ліквідація пожежі пов'язані з необхідністю визначення перешкод, що можуть траплятись в умовах незадовільного візуального контролю (НВК) простору. Зменшення травматизму та підвищення ефективності проведення робіт для рятувальника при пересуванні в умовах НВК простору підвищить рівень виконаних робіт.

Кожного року в світі фіксується більше мільйону інцидентів надзвичайних ситуацій та надзвичайних ситуацій (НС), пов'язаних з пожежею, на яких гинуть і отримують ушкодження люди. Згідно аналітичних даних Інституту державного управління та наукових досліджень цивільного захисту в Україні за 2021 рік трапилось 75 306 НС. Постраждали і загинули від яких 1 528 та 1 113 осіб відповідно [1]. Найбільшу кількість становлять НС у житловому секторі - 21 031 (28 %). Рятування постраждалого залежить від тривалості його евакуації, що пов'язана з ефективністю орієнтування у приміщеннях зі складною конфігурацією та НВК. При виконанні рятувальних робіт ланками газодимозахисної служби (ГДЗС) пожежно-рятувальних загонів (ПРЗ) багатьох країн світу для орієнтування в приміщеннях з НВК (задимлення, захарашення, відсутність освітлення) використовують пожежні ліхтарі та пристрої засновані на реєстрації інфрачервоного випромінювання. Використання пожежних ліхтарів, не є ефективним в умовах значного задимлення, через високий коефіцієнт поглинання середовища, а пристрої реєстрації інфрачервоного випромінювання не можуть показати потрібну деталізацію простору, через неоднорідність температурного

градієнту середовища. У зв'язку з цим, для усунення цих недоліків використання пристроїв підвищення візуального контролю, пропонується, як додатковий засіб спорядження рятувальника, використовувати пристрої акустичної дії (ПАД). При використанні акустичного сигналу вони дають можливість встановити дистанцію до перешкоди і отримати інформацію про її форму та характер оточуючого середовища, шляхом аналізу акустичних сигналів, що поширюються у просторі. Також акустичні хвилі не мають значного спотворення від неоднорідного температурного градієнту простору і від густини середовища. Розміщення таких датчиків (сонарів), закріплених на елементах спорядження рятувальника, дозволить додатково підвищити візуальний контроль простору, тим самим знизити час пошуку постраждалого та травмонебезпеку рятувальника ланки ГДЗС при проведенні аварійно-рятувальних робіт. Принцип роботи цих датчиків заснований на явищі ехолокації [2]. Схема роботи цих датчиків (сонарів) зображена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Принцип роботи пристрою акустичної дії

Система використовує ультразвукові та інші акустичні сенсори, що можуть бути вмонтовані в спорядження пожежного рятувальника для вимірювання дистанції до найближчих об'єктів та їх форми. Система може оснащуватись звуковими сповіщувачами, що подаватимуть переривчастий застережливий звук (і, в деяких варіантах виконання, відображає інформацію про дистанцію на рідкокристалічному дисплеї, розміщеному на руці, або зображення виводиться на лицьовий щиток захисного шолому) для індикації того, як далеко знаходиться рятувальник від перешкоди та її розмірів. Коли відстань до перешкоди скорочується, застережливий сигнал збільшує частоту. Для підвищення деталізації оточуючого середовища в умовах НВК можна збільшувати кількість акустичних датчиків. На рисунку 2 зображений результат роботи системи акустичного орієнтування з декількома датчиками.

Вимірювання відстані від датчиків до перешкод проводиться за формулою [3]:

$$r = c * t / 2 \quad (1)$$

де:  $r$  – відстань, (м);  $t$ - час розповсюдження ехосигналу до перешкоди від випромінювача й назад до приймача, (с);  $c$  – швидкість акустичних хвиль в середовищі, (м/с).



Рисунок 2 – Графічне представлення роботи пристрою акустичної дії



Таким чином, застосування ПАД, розміщеного на спорядженні рятувальника, як додатковий засіб орієнтації в приміщеннях зі складними пошкодженнями (обвалами, зруйнованими конструкціями, коли трапляються складні руйнування будівель), особливо у воєнний час, дозволить скоротити час пошуку постраждалого, забезпечити рятувальника та знизити загальний час проведення рятувально-пошукових робіт та робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій.

#### **Література:**

1. Звіт про основні результати діяльності ДСНС у 2021 році.
  2. Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маципура В. Т. Основи акустики. Київ, 2007.
  3. Особливості відбиття акустичних хвиль від шару двофазного середовища
- © 2018 Д. А. Губайдулін.

#### **УДК 614.84**

### **НОРМУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В ЧАСТИНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЖЕЖОГАСІННЯ**

*Юрій ФЕЩУК, канд. техн. наук, Андрій ЦИГАНКОВ,  
Світлана ГОЛІКОВА, Олександр ЖИХАРЄВ*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Оперативна обстановка, що складається внаслідок займання електромобіля під час його зарядки вимагає комплексу заходів, які мають бути пов'язані як з обмеженням поширення пожежі в перші секунди горіння так і з створенням умов для організації оперативного пожежогасіння.

Щорічне зростання кількості електромобілів збільшує ризики виникнення пожеж на них. Якщо 5 років тому частка таких пожеж складала менше 1 % від загальної кількості пожеж на автомобілях, то у 2021 році ця частка становить вже 5 %.

У зв'язку з вище зазначеним в Україні прийнято Закон від 11 липня 2019 року № 2754-VIII [1] та в його прикінцевих положеннях ДСНС у шестимісячний строк з дня опублікування цього Закону поставлено завдання розробити та внести зміни до державних будівельних норм України щодо визначення обов'язкових параметрів, деталізованих вимог облаштування машиномісць та/або паркомісць для транспортних засобів, оснащених електричними двигунами (одним чи декількома).

Мета дослідження – забезпечення необхідних умов на автостоянках, гаражах (паркінгах) для організації оперативного гасіння пожеж електромобілів під час зарядки як передумови для обґрунтування відповідних положень проекту національного стандарту щодо протипожежного захисту систем зарядки електромобілів (далі – СЗЕ).

Для досягнення поставленої мети проведено вивчення міжнародного досвіду нормування протипожежних вимог в частині організації пожежогасіння, зокрема [2, 3], досліджено властивості літій-іонних тягових акумуляторів електромобілів в залежності від типів катодних матеріалів згідно з [4] та встановлено особливості пожежонебезпеки, яку являє собою електромобіль в залежності від місця його заряджання.

На основі вивченого міжнародного досвіду сформовано окремі положення, які необхідно дотримуватися, щоб мати можливість здійснювати оперативне пожежогасіння електромобілів під час зарядки в гаражах (паркінгах) та автостоянках:

- нормоване планування машиномісць з системами зарядки для електромобілів, що передбачає доступ пожежно-рятувальних підрозділів для ліквідація можливої пожежі;

- в гаражах (паркінгах) (окрім окремо розташованих боксів) незалежно від їх площі та поверховості над машиномісцями з СЗЕ слід встановлювати автоматичну систему пожежогасіння;

- в гаражах (паркінгах) в яких передбачаються машиномісця з СЗЕ необхідно проектувати системи внутрішнього та/або зовнішнього протипожежного водопроводу;

- у підлозі гаражів (паркінгів) для машиномісць з СЗЕ слід улаштувати систему водовідведення у разі гасіння пожежі;

- у гаражах (паркінгах) машиномісця з СЗЕ (автостоянки – в приміщенні охорони) повинні бути обладнані :

- кронштейнами для встановлення переносних порошкових вогнегасників з масою заряду вогнегасного порошка загального призначення не менше 5 кг на одне машиномісце;

- кронштейнами для встановлення переносних порошкових вогнегасників з масою заряду вогнегасного порошка спеціального призначення не менше 5 кг для гасіння пожеж класу D згідно з ДСТУ EN 2:2014;

- місцями для розміщення пересувних вогнегасників з масою заряду не менше 50 кг згідно з [5];

- на автостоянках в яких встановлюються СЗЕ слід передбачати систему зовнішнього протипожежного водопроводу. Відстань від пожежних гідрантів до машиномісця з СЗЕ повинна знаходитися в межах від 15 м до 75 м. У разі відсутності системи зовнішнього протипожежного водопроводу допускається зовнішнє протипожежне водопостачання від пожежних резервуарів, пожежних водойм;

- безпосередньо на в'їзді до гаражу (паркінгу), автостоянки та ЕЗС необхідно передбачити електрообладнання для знеструмлення зарядної станції пожежно-рятувальними підрозділами.

Отже, на основі проведених досліджень, аналізу загроз та небезпек, що можуть виникати під час зарядки електромобілів сформовано окремі положення для ефективного пожежогасіння та мають бути нормовані в комплексі з іншими положеннями щодо протипожежного захисту СЗЕ у відповідному нормативному документі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 11 липня 2019 року № 2754-VIII «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо створення доступу до інфраструктури зарядних станцій для електромобілів».

2. RC59: Recommendations for fire safety when charging electric vehicles. – Fire Protection Association / London Road, Moreton in Marsh. – Gloucestershire GL56 0RH. – London. – 20 p.

3. Electric Vehicle Charging in Residential and Non-Residential Building – Department for Transport. – London, SW1P 4DR. – 20 p.

4. Safety & transport fire research. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles / Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon, Max Rosengren. - RISE Research Institutes of Sweden, 2020. Pp.107.

5. Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 15 січня 2018 року № 25, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 23 лютого 2018 року за № 225/31677.

УДК 614.841:536.46

## ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ ПОЖЕЖНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ

*Андрій ХИЖНЯК, доктор філософії,*

*Марина ТОМЕНКО, канд. пед. наук,*

*Олександр ГРУШОВІНЧУК, канд. техн. наук,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На сьогодні в Україні використання та створення мобільних пожежних установок відкриває нові можливості для гасіння пожеж. В зв'язку із цим актуальною є задача по обґрунтуванню параметрів та характеристик мобільних пожежних установок, в основі якого використовується математичний опис як елементів такої пожежної установки, так і ділянки доставки вогнегасної речовини до осередку горіння, а також математичні моделі, які враховують вплив вогнегасної речовини на пожежу.

Динамічні моделі елементів мобільної пожежної установки представлено у вигляді передаточних функцій. Враховуючи алгоритм роботи мобільної пожежної установки при гасінні пожежі передаточну функцію такої пожежної установки можна представити у вигляді [1-6]:

$$W(p) = \prod_{i=1}^5 W_i(p),$$

де  $W_i(p)$  – передаточна функція  $i$ -го елемента пожежної установки та пожежі.

$$W(p) = K \exp[-(\tau_1 + \tau_3 + \tau_4)p] [(\tau_2 p + 1)(\tau_5 p + 1)]^{-1},$$

де постійна часу  $\tau_5$  визначається виразом (2.6), тобто  $\tau_5 = \tau$ , а коефіцієнт передачі  $K$  – виразом

$$K = \prod_{i=1}^5 K_i.$$

Частотні характеристики  $A(\omega)$  та  $\varphi(\omega)$  мобільної пожежної установки в режимі гасіння пожежі визначаються наступним чином [1-6]:

$$A(\omega) = \prod_{i=1}^5 A_i(\omega); \quad \varphi(\omega) = \sum_{i=1}^5 \varphi_i(\omega),$$

де  $A_i(\omega)$  – амплітудно-частотна характеристика  $i$ -го елемента пожежної установки та пожежі;  $\varphi_i(\omega)$  – фазово-частотна характеристика  $i$ -го елемента пожежної установки та пожежі.

Внаслідок того, що мобільна пожежна установка в режимі гасіння пожежі має передаточну функцію, то для  $A(\omega)$  та  $\varphi(\omega)$  буде мати місце [1-6]:

$$A(\omega) = K \left[ (1 + \omega^2 \tau_2^2) (1 + \omega^2 \tau_5^2) \right]^{-0.5},$$

$$\varphi(\omega) = -\omega(\tau_1 + \tau_3 + \tau_4) - \arctg \omega \tau_2 - \arctg \omega \tau_5 =$$

$$= -\omega(\tau_1 + \tau_3 + \tau_4) - \arctg \left[ \omega(\tau_2 + \tau_5) (1 - \omega^2 \tau_2 \tau_5)^{-1} \right]$$

Динамічна характеристика мобільної пожежної установки в часовій області в режимі гасіння пожежі описується виразом:

$$\theta(t) = L^{-1} \left[ W(p) P_1 p^{-1} \right]$$

де  $L^{-1}$  – оператор зворотного перетворення Лапласу;  $P_1$  – тиск на вході пневмомагісталі.

Далі при проведених розрахунках динамічна характеристика мобільної пожежної установки в часовій області буде визначено наступним чином [1-6]:

$$\theta(t) = K P_1 \times$$

$$\times \left[ \begin{array}{l} 1 - \tau_2 (\tau_2 - \tau_5)^{-1} \exp \left[ - (t - \tau_1 - \tau_3 - \tau_4) \tau_2^{-1} \right] \\ - \tau_5 (\tau_5 - \tau_2)^{-1} \exp \left[ - (t - \tau_1 - \tau_3 - \tau_4) \tau_5^{-1} \right] \end{array} \right] I(t - \tau_1 - \tau_3 - \tau_4).$$

На рис. 1 наведена залежність  $\theta(t)(K P_1)^{-1}$  для аналогічних параметрів  $\tau_i$

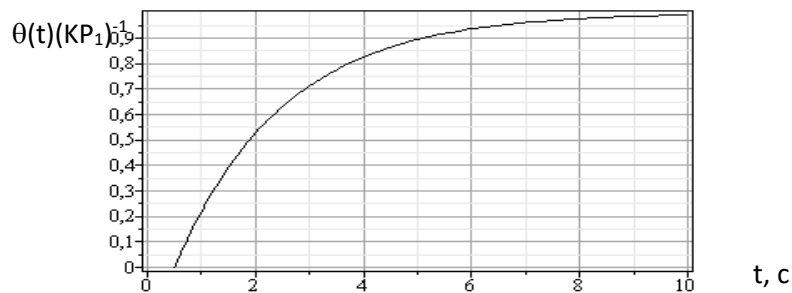


Рис. 1. Часова динамічна характеристика

Наявність частотних та часових характеристик мобільної пожежної установки в режимі гасіння пожежі дозволяє враховувати її динамічні властивості при проектуванні систем пожежогасіння. Зокрема, наявність динамічної характеристики дозволяє одержувати оцінки часу гасіння пожежі із урахуванням динамічних властивостей всіх елементів пожежної установки.

Слід зазначити, що особливістю часової характеристики, яка є перехідною функцією мобільної пожежної установки в режимі гасіння пожежі, є наявність часу запізнення. Цей час дорівнює величині, яка є сумою параметрів  $\tau_1, \tau_3$  та  $\tau_4$ . Для характеристики, яка наведена на рис. 1, ця величина складає 0,526 с.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Estimating the influence of wind exposure on the motion of an extinguishing substance / Abramov Y., Basmanov O., Krivtsova V., Khyzhnyak A. // EUREKA: Physics and Engineering, 2020. – № 5. – P. 51-59. DOI:10.21303/2461-4262.2020.001400.
2. Mathematical models of the fire extinguishing process of the control object of the automatic fire extinguishing system / Abramov Y.A., Basmanov A.E., Khyzhnyak A.A. // Problems of emergency situations. 2018, Issue. 2 (28). P. 19-26.
3. Fire extinguishing model / Abramov Y.A., Tyshchenko I.O., Khizhnyak A.A.// Problems of fire safety. 2018. Issue. 43. P.3-8.

4. Model of jet of fire extinguishing substance at fire extinguishing / Khyzhnyak A.A., Abramov Y.A., Krivtsova V.I. // Problems of fire safety. 2018. Issue. 44. P. 164-169.

5. Models of fire extinguishing when using a mobile installation / Khyzhnyak A.A., Abramov Y.O., Tyshchenko I.O. // Problems of fire safety. 2019. Issue. 46. P.193-198.

6. Determination of parameters of the model of the operator of the mobile fire installation / Sobina V.A., Khizhnyak A.A., Abramov Y.A. // Problems of fire safety. 2019, Issue. 45. P. 161-166.

**УДК 614.843**

## **НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ**

*В. ЧЕРЕПАХА, Олексій МИГАЛЕНКО, канд. екон. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У перші десятиліття ХХІ століття багато закордонних компаній завершили перехід на виробництво ПА нового покоління. При створенні цих автомобілів використано велику кількість інноваційних рішень, спрямованих на вдосконалення технології пожежогасіння: це нові насосні установки, насосно-компресорні системи, мобільні системи піноутворення, імпульсні системи подачі засобів гасіння та інші нововведення.

Все активніше реалізується принцип багатофункціональності ПА - актуальної проблеми нового часу. На озброєнні ДСНС вже з'явилися багатофункціональні ПА: це пожежно-рятувальні автомобілі, автомобілі зі змінною надбудовою, висотно-рятувальні автомобілі

Реалізовано і ряд інших інноваційних рішень, спрямованих на підвищення функціональності і якості ПА.

Спеціальні шасі для пожежних автомобілів:

Зростаюча з кожним роком щільність транспортного потоку є спільною проблемою для всіх країн. Тому еволюція всіх автомобілів, включаючи шасі для ПА, спрямована, на забезпечення безпеки руху і поліпшення екологічної ситуації. Автомобільні підприємства створюють інноваційні системи, спрямовані на підвищення стійкості, керованості, розгінної і гальмівної динаміки, скорочення шкідливих викидів в атмосферу.

Новинкою на українському автомобільному ринку стали шасі різних виробників, але, в основному, це шасі фірм Iveco, MAN, Volvo, Renault, Scania.

Найбільш популярним шасі для створення пожежних автомобілів є шасі МАЗ, але до нього наразі виникає досить багато суперечливих думок.

Реалізація концепції багатофункціональності автомобілів гасіння (основних ПА)

У всіх державах завдання, що стоять перед пожежною охороною, з кожним роком ускладнюються. На зміну традиційним автоцистернам (АЦ) прийшли пожежно-рятувальні автомобілі, функціональність яких істотно розширена.

У загальному вигляді ці зміни можна звести до наступних позицій.

У зв'язку з розширенням функціональності бойовий розрахунок пропонується збільшити з формули (1 + 5) до формули (1 + 8), проте, останнє слово залишається тут за споживачем: компанія може поставити ПА в тій чи іншій конфігурації.

Комплектація, в порівнянні з АЦ, істотно розширена за рахунок включення в неї гідравлічного обладнання (інструменту), світлотехнічного комплексу, ав деяких випадках і медичного обладнання для надання першої допомоги постраждалим під час пожежі.

Необхідність підвищення технічного рівня і якості вітчизняних ПА, що випускаються або підготовлювані до виробництва на підприємствах України, не викликає сумнівів та вимагає модернізації та якісної реконструкції всього парку ПА, що знаходиться на озброєнні підрозділів пожежно-рятувальної служби.

Потрібні нові, нетрадиційні підходи до створення ПА розширеної функціональності, надійних, вискоєфективних, безпечних в експлуатації, які відповідають сучасним нормам і вимогам.

## ЛІТЕРАТУРА

1. О. М. Ларін та ін. «Пожежна та аварійно-рятувальна техніка». Харків: С.А.М, 2006 р.

2. ПОЖМАШИНА <http://pkpm.com.ua/uk>

**УДК 614.841**

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ФРАКЦІЙ КРАПЕЛЬ ВОДИ З ПОВІТРЯНИМ ПОТОКОМ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

*Н. ШТАНГРЕТ, канд. техн. наук,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Рятування людей, ліквідація пожеж та проведення аварійно-рятувальних робіт у загазованих і задимлених приміщеннях значною мірою залежить від швидкості проведення таких оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів. Основними небезпечними факторами пожежі які впливають на швидкість проведення оперативних дій ланками ГДЗС є в першу чергу є висока температура в приміщенні та щільне задимлення. [1,2,3,4,5].

Для зменшення негативного впливу небезпечних факторів пожежі було сконструйовано пристрій який передбачав одночасну подачу розпиленої води в повітряному потоці з метою пониження температури та збільшення видимості.

У зв'язку з цим визначення оптимальних параметрів двофазного середовища, є нагально необхідними для подальшого використання таких розрахунків у практичній діяльності та математичного моделювання фізичних процесів в області аерогідродинаміки та теплопередачі шляхом розв'язування відповідних прикладних задач.

Тому мною було розроблено комп'ютерне моделювання параметрів взаємодії фракції крапель води з повітряним потоком у високотемпературному середовищі яка будується на основі геометричного проектування реального інженерного об'єкта в середовищі SolidWorks з подальшим автоматичним обміном необхідною інформацією. Рух і теплообмін текучого середовища в системі COSMOSFloWorks моделюється з допомогою рівнянь Нав'є – Стокса, які в нестационарній формі описують закони збереження маси, імпульсу та енергії цього середовища в Декартові системі координат.

COSMOSFloWorks є інтегрованим додатком CAD-системи SolidWorks і може ефективно використовуватись для розрахунків силової (стаціонарної та

нестационарної) взаємодії між твердим тілом та потоком рідини (газу) у випадку їх взаємного руху; впливу різних фізичних факторів на рух текучого середовища; вирішення проблем теплообміну; розрахунку руху твердих або рідких частинок в потоці газу.

Як показує аналіз розрахунків математичної моделі осадження диму тонкорозпиленою водою, що транспортується повітряним потоком та їх порівняння із аналогічними відомими процесами встановленими іншими методами та дослідниками, дана математична модель адекватно описує реальний фізичний процес протікання повітряно-водяної суміші через гаряче приміщення.

Оптимальна швидкість повітряного потоку з точки зору максимального зниження температури в кімнаті та мінімального піднімання в ній відносної вологості є близькою до 25 м/с, що в перерахунку на сконструйований пристрій з вентилятором діаметром 300 мм відповідає його об'ємним витратам 1,5 м<sup>3</sup>/с (продуктивність 5400 м<sup>3</sup>/год).

Для найбільш ефективного осадження диму повітряно-водяним струменем швидкістю 25 м/с оптимальною буде фракція води продуктивністю 0,1 кг/с із середнім розміром крапель (250 мкм).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ МНС № 1342 від 16.12.2011 «Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України»

2. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж».

3. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. Затверджені наказом МНС України № 312 від 7.05.2007 року.

4. Луц В.І. Підвищення ефективності застосування переносних пожежних димовсмоктувачів. Луц В.І. О.В. Лазаренко. Н.О. Штангрет.

5. Луц В.І. Розроблення методики з визначення параметрів небезпечних чинників пожежі в об'ємах приміщень. Луц В.І. Лоїк В.Б., Штангрет Н.О.

**REMOTE VISUAL INFORMATION SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF DANGEROUS SUBSTANCES USING UNMANNED AIRCRAFTS**

Artem BYCHENKO, PhD in technical sciences, docent, Vitalii Nuianzin, PhD in technical sciences, docent, Maxim UDOVENKO, Mykhailo PUSTOVIT, Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of the National University of Civil Defence of Ukraine, Chekrasy (Ukraine)

Maria RAYKOVA, PhD  
Technical University of Gabrovo (Bulgaria)

SHIN MO SE  
SafeUs Drone (The Republic of Korea)

The issue of civil security has always been one of the main issues for Ukraine, and in the conditions of aggression on the part of the Russian Federation it has played a key role. The destruction of the bombings affected a large number of places for storage of hazardous chemicals (hereinafter - HC), highways along which they move, temporary tanks and more. The work of the units of the SES of Ukraine on liquidation of emergencies, which are related to the circulation of the HC begins with a detailed reconnaissance of the scene. Reconnaissance is primarily about identifying HC, and this is a difficult task in the context of hostilities, as there is not always information on what substance leak needs to be eliminated, despite the fact that the situation at the scene may pose a threat to rescuers. Therefore, the identification of HC should be carried out at a safe distance, analyzing the special signs that inform about the dangerous substance that is in the tank.

For remote identification of the HC, it is advisable to use unmanned aerial vehicles (hereinafter - UAVs), which are in the service of SES of Ukraine.

UAVs have a number of advantages that make them indispensable for such tasks, namely, have a relatively low cost, availability and the ability to quickly master the skills of piloting UAVs by operators. Ways to use UAVs in emergency response areas require careful planning, starting from traffic routes, locations of operators, obstacles on traffic trajectories, formation of control decisions, etc.

This can be achieved by creating an intelligent decision support system (hereinafter - DSS) [1-3]. Implementation of information technology for UAV flight route planning within the framework of DSS will allow to form the architecture of a promising intelligent decision support system for UAV action planning.

The process of work of the developed software for remote visual information system for the identification of hazardous substances using unmanned aerial vehicles is shown in Fig. 1. As can be seen from the figure, the purpose of the work is achieved.

The technology of recognition of information signs of dangerous goods with the help of UAVs allows you to quickly determine the type of HC, which will optimize management decisions to eliminate the consequences of emergencies. The software and hardware complex implements the ability to automatically recognize the signs of dangerous goods with the help of UAVs during reconnaissance of emergencies with leakage (emission) of HC. Problematic issues of using UAVs for pattern recognition are adverse weather conditions, the presence of aerosol or vapors of HC at the observation site, the angle of shooting, the presence of UAV vibrations. The influence of the shooting angle, external conditions mentioned above, on the quality of image recognition is studied.

The next step in software development will be to adapt it to situations where the image is not clear. To work with such images, two methods of information processing



will be used:

- automatic - when fuzzy image analysis methods are used, such as those described in [4];
- manual - when the operator will be able to query the database by entering the HC code from the image.

At this stage, the database of hazardous chemicals must be adapted for use with the image analysis module.

Prospects for further research are to add the ability to recognize graphic danger signs, text symbols on containers with HCs and reduce the impact of UAV vibrations on the quality of the resulting image.



Fig. 1. General view of the research site with the use of the UAV

The hardware-software complex for remote identification of dangerous substances by machine visual recognition of information signs of dangerous goods with the help of UAVs, consisting of unmanned aerial platform with photo-video recording means, data transmission system to ground control station, PC for processing results and corresponding software were substantiated and developed.

The ideas and methods proposed in this article will allow to create cheap and simple tools for rescue units of Ukraine, which deal with the consequences of emergencies related to the leakage of HCs.

## REFERENCES

1. Koroliuk N.A. Ieremenko S.N. (2015) Intelligent Decision Support System for Controlling Unmanned Aerial Vehicles at the Ground Control Station. *Systemy obrobky informatsyi*. № 8 (133). 31–36 [in Russian].
2. Buryi A.S., Shevkunov M.A. (2015) Approach to the construction of decision support systems for the control of unmanned aerial vehicles. *Transportnoe delo Rossii*. № 6. 22–26. [in Russian].
3. Bychenko A.O., Nuianzin V.M., Berezovskyi A.I., Pustovit M.O. (2013) The problem of identifying hazardous substances in emergencies // *Pozhezhna bezpeka*. - - № 14. 38-43 [in Ukrainian].
4. Oleksandr Nuianzin, Oleh Kulitsa, Mykhailo Pustovit, Maksym Udovenko. Method of Increasing the Availability of Video Information of Aerial Monitoring in the Airspace of a City. Volume 59: Modern Technologies Enabling Safe and Secure UAV Operation in Urban Airspace. DOI 10.3233/NICSP210009.

## METHODS OF SEARCHING AND RESCUING PEOPLE IN CASE OF EMERGENCIES DURING THE STATE OF MARTIAL LAW

Rezzak ELAZAT  
The Republic of Turkey

“In an emergency or in a natural or social disaster; the adequate amount of education and consciousness level on how to act individually to minimise physical and economical social losses are not to be found. The official institutions and foundations can be inadequate in large-scale events.”

Social Disaster Platform (TAP) has been established to coordinate and bring together people and institutions which have adequate accoutrement and experience on the subjects of "Search and Rescue, Medical Intervention and Humanitarian Aid"

Vision. In natural and social (crisis caused by humans) disasters;

To be an institution which provides all necessary humanitarian aid to save lives, reduce pain and protect human honour;

Without discriminating between any religion, language, race, gender or alike.

Mission. Including preventing and preparing for man- made crises and natural disasters; Coordinating and mobilising the strenght and the resources of society to save lives, reduce pain and protect human honour during and after disasters.

Our Basic Principles. Voluntary service to humanity without discrimination(regardless of age, gender, ethnicity, social status, religion or other backgrounds): “Impartiality”, “Independence”, “Union in Service”, “Universality”

Disaster/Emergency Activities. Providing the coordination and logistics of the Humanitarian Aid teams; Search and Rescue activities, Medical Intervention; To provide first aid and emergency health services.

Applied/Practical Education. Institutional and Individual Preparations to disasters and emergencies. (Governorates, Municipalities, Universities, Schools, Neighborhood Volunteers, Relevant NGOs etc.)

Psychosocial support training for volunteers who will work like a SAR personnel in the field,

First aid training and trainer training, will be held or coordinated.

Social Support and Volunteering. In the scope of TAP humanitarian aid mission; Coordinating and providing material and moral assistance to the victims who are left without accommodation in result of natural or social disasters.

Finding and Training Volunteers. Finding the people to enter TAP coordination and provide support voluntarily in disasters and emergencies and training them according to their field of interest.



## UAV VIDEO COMMUNICATION SYSTEMS DURING EMERGENCY INVESTIGATION

*Oleksandr TYSCHENKO, doctor in technical sciences, professor,  
Ihor MALADYKA, PhD in technical sciences, associate professor,  
Artem BYCHENKO, PhD in technical sciences, associate professor,  
Serhiy STAS, PhD in technical sciences, associate professor,  
Mykhailo PUSTOVIT, lecturer,  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of the National  
University of Civil Defence of Ukraine, Chekrasy (Ukraine)*

Modern conditions of operative actions on emergency situations responding have strengthened requirements to completeness of information support of operative actions management processes. As a result, the requirements for aviation systems as providers of information on emergencies are expanding [1]. At the same time, the issues of aviation systems application as an active element that ensures stable, continuous, operational functioning of the control system in emergency situations are investigated.

The vast majority of UAVs exchange information and telemetry data with the ground control station via radio channels. When conducting surveillance with UAVs, you can use several modes of operation, one of them is recording the event on electronic UAVs with subsequent playback after returning it to the take-off point, which is quite inconvenient when performing operative actions. The most convenient way to obtain photo and video data is real-time monitoring, which involves the transmission of video signals in various formats over the air. The limitation of this method is, after all, the significant amount of information that is transmitted. This leads to high requirements for the systems of receiving and transmission of such information and forces UAV manufacturers to make technical and economic compromises.

In the territorial divisions of the State Emergency Service of Ukraine in accordance with paragraph 3.2 of section III of the Rules of registration of state aircraft of Ukraine in the SES issued an order to allow the operation of unmanned aerial vehicles [2]. According to the order, the following UAVs were allowed to operate: DJI Phantom 2, DJI Phantom 2 Vision; DJI Phantom 3 Professional, DJI Phantom 3 SE; DJI Phantom 4, DJI Phantom 4 Pro V2.0, DJI Phantom 4 GL300E, DJI Phantom 4 Advanced and Hubsan H502S FPV. The next order of the SES [3] allowed the UAVs DJI Matrice 100, DJI Matrice 200, DJI Matrice 210 to operate; DJI Mavic Air, DJI Mavic 2 Zoom and Yuneec Typhoon H.

Reconnaissance with the use of unmanned aerial vehicles is a process of periodic or continuous collection of information about the nature and parameters of the reconnaissance object to determine trends in its state.

Depending on the problem to be solved, the unmanned aerial vehicle can be equipped with appropriate technical means for its implementation, such as cameras, thermal imagers, multispectral cameras, laser scanners, gas analyzers, radiation or chemical reconnaissance devices, radar stations etc.

As you can see from Figure 1(a), the latest generation of DJI UAVs, which are specialized products for commercial use, can provide the longest video communication range, but due to their high cost, they have not become widespread in the SES.

In addition to the use of serial UAVs with integrated video communication systems, a common way to organize video communication with UAVs is the use of third-party systems created both on the basis of specialized solutions and on the basis of universal computer solutions.

As can be seen from Figure 1(b), the maximum video communication range of such systems is 45-50 km, which is many times higher than integrated video communication systems of serial production UAVs of the highest price category.

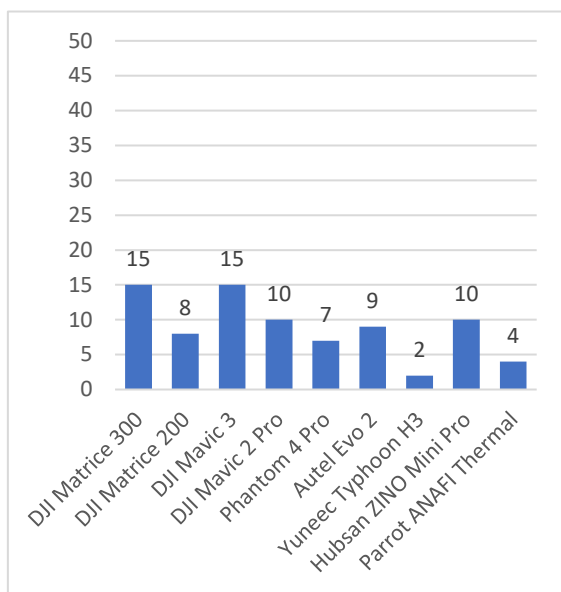


Fig. 1(a) - Video communication range of serial UAVs

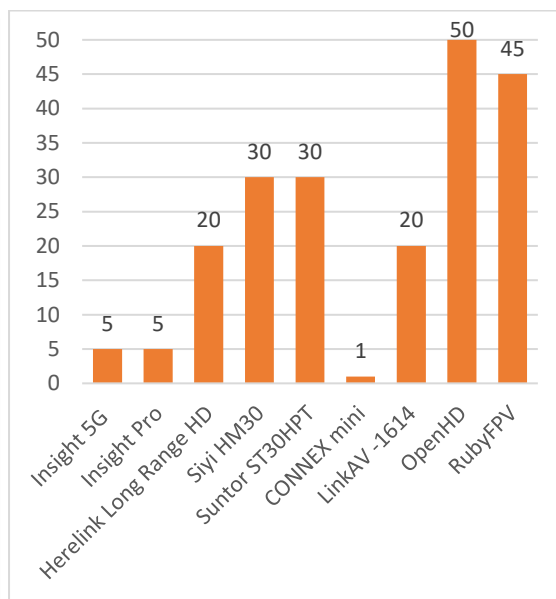


Fig. 1(b) - Video communication range of individual systems

Thus, it can be argued that mass-produced UAVs have a limited range of use in the SES, precisely due to the limited range of video communication, which is for common models up to 15 km within line of sight. The presence of interference due to terrain, vegetation, building density, weather conditions and sources of electromagnetic radiation will significantly reduce the range of video communication in real time. Therefore, this presupposes the use of such UAVs only for the tasks of spot video surveillance or other work with short range. It is possible to increase the range of video communication due to the existing individual systems that have the necessary technical characteristics. However, the use of such systems with mass-produced UAVs is almost impossible for the vast majority of models. The way to universalize the UAV fleet is to develop and create a unified UAV based on existing technical solutions for the needs of the SES.

#### LITERATURE:

1 O. Tyshchenko, I. Maladyka, A. Bychenko, M. Pustovit / Possibilities of UAVs of different types during the performance of assigned tasks in the field of SES. // Theory and practice of firefighting and emergency response: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference - Cherkasy: ChIFS named after Chernobyl Heroes NUCD of Ukraine, 2021. P. 133-135.

2 On admission to the operation of unmanned aerial vehicles: order of the SES dated 20.11.2018 № 675. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/85780.html> (application date: 12.01.2022).

3 On amendments to the order of the SES dated 20.11.2018 № 675: order of the SES dated 08.02.2019 №92. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/89229.html> (access date: 12.01.2022)

# **Секція 3.**

## **Фізико-хімічні процеси розвитку та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічна безпека**

УДК 614.8:631.3

### **ДОТРИМАННЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ТЕОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ»**

*Олена АЛЕКСЄЄВА, канд. техн. наук, доцент,  
Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук,  
Анатолій АЛЕКСЄЄВ, канд. хім. наук, доцент,  
Георгій ЄЛАГІН, канд. хім. наук, с. н. с.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЗЦ України*

Дисципліна «Теорія розвитку та припинення горіння» – одна з найважливіших, які вивчаються здобувачі вищої освіти в інституті. Крім лекційних та практичних занять, до програми цієї дисципліни входить і проведення здобувачам денної форми навчання лабораторних робіт. Ці роботи дають змогу ближче ознайомитися з властивостями горючих речовин, поведінкою при горінні різних матеріалів, методами визначення показників пожежної безпеки і способами припинення горіння.

Проведення кожної з таких робіт пов'язано з наявністю певного фактора небезпечності. Так, в лабораторних роботах «Визначення складу продуктів горіння» і «Визначення температури горіння речовин і матеріалів» використовується відкрите полум'я з горінням суміші сірки та уротропіну [1]. Крім фактора пожежної небезпечності, тут серед продуктів згорання наявний шкідливий діоксид сірки. В лабораторній роботі «Визначення схильності до самозаймання жирів, масел та інших матеріалів» дослідним матеріалом є схильна до самозаймання система з просоченого маслом пористого горючого матеріалу. При залишенні без нагляду такий матеріал може самозайнятися і викликати пожежу. До складу установки, на якій виконується лабораторна робота «Визначення критичного (гасячого) діаметру при горінні газів», входить балон з пропан-бутановою сумішшю, яка в ході виконання роботи спалюється у пальнику Бунзена з відкритим полум'ям. При виконанні лабораторної роботи «Визначення температури спалаху рідин» в якості робочих рідин використовуються особливо небезпечні бензол, етанол та дизельне паливо різних марок. Лабораторні роботи «Визначення швидкості поширення полум'я по поверхні твердих горючих матеріалів» і «Визначення горючості речовин» вимагають підпалювання зразків таких матеріалів полум'ям спиртівки. Лабораторні роботи «Вивчення гасіння полум'я вогнегасними порошками», «Дослідження ефективності припинення горіння охолодженням» і «Дослідження ефективності припинення горіння пінами» проводяться з попереднім підпалюванням горючої рідини у відкритій ємності або горючого газу з балону. Крім небезпеки, безпосередньо пов'язаною з вогнем, в лабораторних роботах задіяні електронагрівальні прилади та електрокомпресори.

Враховуючи наявність вищевказаних небезпечних факторів і знаходження в лабораторному приміщенні великої кількості курсантів або студентів, дотримання умов безпеки праці вимагає особливої уваги.

У відповідності до вимог «Правил охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях» [2], лабораторне приміщення має два окремих виходи в коридор.

Як і в кожній хімічній лабораторії, в лабораторії кафедри фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж забезпечуються організаційні заходи, щодо дотримання вимог пожежної безпеки відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні [3]. В приміщенні у доступному місці знаходяться ящик з піском і совком для його розсіювання, азбестова ковдра та порошкові вогнегасники. Приміщення лабораторії обладнані загально-обмінною примусовою вентиляцією.

Перше лабораторне заняття цілком присвячене засвоєнню здобувачами вищої освіти правил поведінки в даній лабораторії. Засвоєння ними цих правил фіксується у спеціальному журналі із зазначенням дати інструктажу та підписів відповідального за безпеку праці та особи, яка пройшла інструктаж.

До виконання конкретної лабораторної роботи курсанти (студенти) допускаються тільки після попередньої перевірки їх готовності до цієї роботи. При цьому, інструкція до кожної роботи містить свій окремий розділ безпеки праці при проведенні саме цієї роботи.

Проведення лабораторних робіт організовано таким чином, щоб жодна з них не виконувалася великою кількістю курсантів (студентів) одночасно і без нагляду викладача.

Кожна установка (кожна робоче місце проведення лабораторної роботи) розташована в окремій витяжній шафі. Стінки і нижня робоча поверхня шафи облицьовані керамічною плиткою, а передня створка виготовлена з товстого (3 мм) скла.

Взводи (групи) розбиваються на бригади по 4-5 чоловік. Одночасно в лабораторії проводиться тільки одна робота і тільки з однією бригадою. На занятті присутні два викладачі. Один з них безпосередньо біля витяжної шафи спостерігає за виконанням роботи даної бригадою. Другий - з рештою взводу (групи) - проводить теоретичне заняття. За 4 академічних години лабораторну роботу встигають виконати усі бригади.

Весь час існування лабораторії проводиться робота з адаптації методів та правил безпеки до технічного прогресу та заміна устаткування підвищеної небезпеки на безпечне або менш небезпечне згідно з Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні і європейською нормативно-правовою базою з безпеки і гігієни праці [4].

## ЛІТЕРАТУРА

1. М.А. Кришталь, Г.І. Єлагін, О.І. Дядченко, О.М. Тищенко. Збірник лабораторних робіт з курсу “ Основи теорії розвитку і припинення горіння “ – Черкаси: ЧПБ, 2002. – 75 с.

2. Наказ МНС України від 11.09.2012 № 1192 Про затвердження «Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях».

3. Наказ МНС України від 19 жовтня 2004 року № 126. Про затвердження «Правил пожежної безпеки в Україні».

4. Розпорядження КМУ від 12 грудня 2018 р. № 989-р. Про схвалення «Концепції реформування системи управління охороною праці в Україні та затвердження плану заходів щодо її реалізації».

**УДК 614.841.45**

## ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ЗОВНІШНІХ БЛОКІВ КОНДИЦІОНЕРІВ ВСТАНОВЛЕНИХ НА ФАСАДАХ БУДІВЕЛЬ

*Ярослав БАЛЛЮ, канд. техн. наук, Олександр СІЗІКОВ, канд. техн. наук, с.н.с.,  
Анна БОРИСОВА, канд. техн. наук, Алла ОДИНЕЦЬ,  
Інститут державного управління та наукових досліджень  
з цивільного захисту*

Займання зовнішніх блоків кондиціонерів є однією із небезпечніших причин фасадних пожеж, які, як правило, супроводжуються вертикальним поширенням полум'я зовнішніми огорожувальними конструкціями. Серед небезпечних чинників, які можуть впливати на поширення пожежі фасадними системами є використання горючих матеріалів опорядження, неправильне кріплення зовнішніх кондиціонерних блоків, а саме встановлення цих блоків на близькій відстані до фасаду або до зовнішніх світлових прорізів заповнених конструкціями, що включають горючі матеріали, відсутність протипожежних відстаней між зовнішніми блоками кондиціонерів тощо. Аналіз пожеж за 2018-2021 роки [1] показав, що фактична кількість пожеж в Україні через займання зовнішніх блоків кондиціонерів збільшилася майже на тритину та призвела до значних матеріальних збитків. В таблиці 1 наведено дані статистики пожеж в Україні за період 2018-2021 роки через займання зовнішніх блоків кондиціонерів.

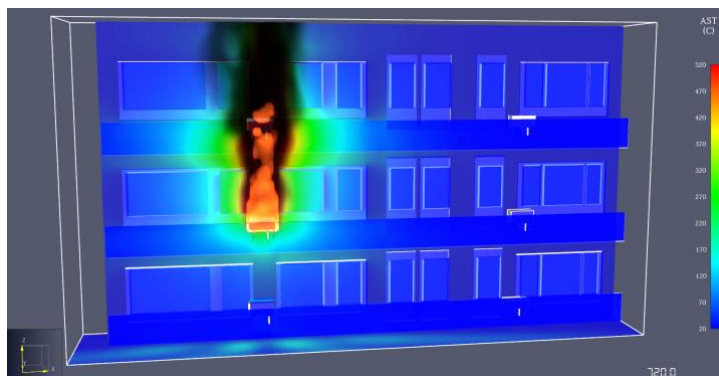
Таблиця 1. Кількість пожеж та їх наслідки, що виникла в результаті займання зовнішнього блоку кондиціонерів за 2018-2021 роки в Україні

<b>Кількість пожеж та їх наслідки</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Загальна кількість пожеж</b>	40	40	48	51
<b>Кількість загиблих</b>	-	-	-	3
<b>Кількість травмованих</b>	2	-	-	4
<b>Матеріальні збитки, грн</b>	10 428 300	8 034 400	10 116 300	9 682 000
<b>Знищено будинків</b>	1	-	-	-
<b>Пошкоджено конструкції будинків</b>	7	10	12	19

На сьогоднішній день вимоги чинних нормативних документів України, не містять протипожежних конструктивних вимог, щодо влаштування корзин для розміщення зовнішніх блоків кондиціонерів (далі – корзин кондиціонерів) на фасадах будинках. Вимоги, [2-3] не містять вимог щодо безпечних відстаней корзин кондиціонерів до площини фасаду, відстані до вікон та інших світлових прорізів, відстані до інших блоків кондиціонерів, як по горизонталі так і по вертикалі. Слід окремо відзначити, що вертикальне розміщення кондиціонерів на фасаді будинку по осі є більш небезпечним з точки зору ймовірності вертикального поширення пожежі по фасаду будівлі ніж горизонтальне. Враховуючи вищенаведене, постає завдання дослідження визначення пожежобезпечних конструктивних параметрів під час влаштування корзин кондиціонерів, а також дослідження термодинамічного процесу розповсюдження висхідного теплового потоку під час пожежі на фасаді будівлі у відкритому просторі.

Для моделювання та дослідження поширення висхідного теплового потоку під час загоряння кондиціонеру по фасаду будинку за допомогою FDS моделювання створено фрагмент фасаду будинку. Під час створення 3D моделі зовнішнього блоку кондиціонеру було проаналізовано характеристики стандартних складових елементів, які входять до його конструкції, а саме тип та

вага холодоагенту, матеріали конструктивних компонентів, а також габаритні розміри. Визначено, що пожежне навантаження становитиме до 230 кВт/м<sup>2</sup>. Візуалізація пожежі зовнішнього блоку кондиціонера та температурного розподілу по фасаді будівлі на 720 секунді моделювання наведено на рисунку 1.



*Рис. 1 Візуалізація пожежі зовнішнього блоку кондиціонера та температурного розподілу по фасаді будівлі*

За результатами FDS моделювання встановлено, що наявне пожежне навантаження створює температуру горіння зовнішнього кондиціонерного блоку в межах 700-710 °С з 140 секунди та до 720 секунди включно, при цьому розподіл теплового прогріву поверхні фасаду збільшувалась у продовж всієї тривалості моделювання. Вертикальна площина теплового розподілу по поверхні фасаду свідчить, що горіння кондиціонерного блоку створює вертикальний прогрів поверхні фасаду в межах 250-265 °С шириною від 1,2 м до 1,7 м, та висотою близько 7,8-8,1 м.

**Висновки.** За результатом проведених досліджень з визначення теплового впливу від пожежі в результаті загоряння зовнішнього блоку кондиціонера на суміжні зовнішні кондиціонерні блоки та можливість поширення пожежі вертикальними будівельними фасадними конструкціями у будівлях показав, що конструктивні параметри розміщення кондиціонерів впливають на пожежну безпеку фасадних систем.

Визначено, що за даних умов моделювання безпечні параметри розміщення зовнішніх кондиціонерних блоків в горизонтальній та вертикальних площинах фасаду, зокрема встановлено, що мінімальна протипожежна відстань по горизонталі між зовнішніми кондиціонерними блоками в одній осі має становити не менше 2,5 м. При розташуванні кондиціонерних блоків на декількох поверхів тобто в вертикальній площині, слід враховувати, що температурний вплив та теплових розподіл для поверху, під яким відбулася пожежа буде фактично в 1,8 разів більший ніж для поверху де виникла пожежа, а тому кондиціонерні блоки доцільно розташовувати у шахівному порядку так, щоб верхній кондиціонер був розміщений на 4,5 м в сторони відносно осі нижнього кондиціонера.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2018-2021 роки, електронний ресурс : <https://idundcz.dsns.gov.ua/ua/Analitichni-materiali.html>
2. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. З Поправкою / Наказ від 26.03.2019 № 87. – 2018, 54 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Наказ 25.01.2013 № 24 – 2012, 72 с.

**УДК 614.841**



## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕТКИХ РЕЧОВИН, УТВОРЕНИХ ПРИ ПРОТІКАННІ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ГОРІННЯ

*Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент, Назар ПАЛАМАРЧУК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Одним із основних небезпечних факторів пожежі (НФП), що впливають на людей, є токсичні продукти горіння. Під час виникнення пожежі вплив токсичних продуктів горіння може значно випереджувати інші НФП (підвищену температуру оточуючого середовища та відкрите полум'я). Як відомо, більше 70 % загальної кількості загибелі людей на пожежах причинено отруєнням продуктами горіння. Потенційна небезпека на пожежах зростає у зв'язку з широким застосуванням в різні сфери праці та побуту людей матеріалів на основі полімерів. Одним з напрямків підвищення безпеки людей є застосування матеріалів, що мають низький рівень показників токсичності продуктів горіння. Через це пожежну небезпеку речовин та матеріалів потрібно оцінювати комплексно, враховуючи токсичність продуктів горіння речовин та матеріалів, як один з основних показників небезпечних пожежної небезпеки, разом з горючістю, димоутворювальною здатністю, займистістю і поширенням полум'я.

На сьогоднішній день в Україні використовується біологічний метод визначення токсичності продуктів горіння полімерних, синтетичних та інших матеріалів, регламентований ДСТУ 8829:2019 *Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація*, [1] розроблений з урахуванням положень *ГОСТ 12.1.044*. [2] Слід зазначити, що даний метод не відповідає сучасним вимогам, які висуваються міжнародною спільнотою до методів оцінки токсичності продуктів горіння матеріалів та має ряд недоліків: складний і трудомісткий; принцип труїння піддослідних тварин не дозволяє імітувати умови пожежі: відсутнє урахування зміни кількості кисню в експозиційній камері; відсутній взаємозв'язок між визначаємими хімічними речовинами і класами небезпеками матеріалів; неможливість оцінки токсичності продуктів горіння на основі хіміко-аналітичних, розрахункових методів.

Аналізуючи сучасні підходи до класифікації матеріалів за токсичністю продуктів горіння, можна окреслити такі основні моменти:

по-перше, класифікація матеріалів проводиться за показниками токсичності різного рівня токсичної небезпеки: летального, сублетального, переносимого та допустимого, котрим відповідають смертельна, важка (з втратою здатності самостійної евакуації з небезпечної зони), помірно важка і легка інтоксикація (отруєння);

по-друге, класифікація матеріалів проводиться як на принципі порівняльної оцінки матеріалів з "еталонними" матеріалами, так і за інтегральними токсикометричними показниками, що виключають необхідність порівняльної оцінки;

по-третє, немає єдиної точки зору на предмет різниці значення показника токсичності для визначення класу матеріалу. Одні дослідники вважають визначальним значенням триразову різницю масового токсикометричного показника летального рівня [3], інші - п'ятиразову [4] і не менш ніж десятиразову [5].

Відповідно аналізу міжнародних та національних документів впливає, що на теперішній час єдиного підходу до визначення показника токсичності не існує. В одних документах пропонується застосування біологічного методу, в інших -

аналітичного методу. Підхід, який опрацьовано в міжнародних документах, рекомендує застосування наряду з біологічними методами аналітично-розрахункових методів з метою зменшення кількості рутинних випробувань на тваринах.

З метою подальшої розробки відповідної методики випробувань необхідно продовжувати роботи щодо аналітичних досліджень методів з визначення токсичності продуктів горіння.

Встановлено, що на теперішній час найбільш застосовуваним та прийнятним є метод реалізований в [6] (Метод визначення небезпечних компонентів у летких продуктах згорання за контрольованого стехіометричного співвідношення - трубчаста піч для спалювання в стаціонарному режимі).

Встановлено, що перевагами методу реалізованого в [6] є:

- імітація більшої кількості стадій пожежі, а саме: 1b, 2, 3a та 3b;
- додаткове оцінювання димоутворювальної здатності;
- можливість виконання прямої оцінки токсичності летких продуктів згорання шляхом експозиції піддослідних тварин.
- спроможність трубчастої печі забезпечувати стабільні умови термічного розкладання зразків в умовах безполуменевого та полуменевого горіння.

Крім зазначеного, цей метод дозволяє виконувати хімічний аналіз летких продуктів згорання, що спричиняють корозію, а в разі оснащення змішувальної камери пристроями кріплення мішеней (виробів – імітаторів) згідно з ІЕС/TS 60695-5-3 – пряму оцінку корозійної активності летких продуктів згорання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 146 с.
2. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Чинний від 1991-01-01].
3. Alexeeff G.V., Packham S.C. Evaluation of Smoke Toxicity Using Concentration-Time Products. J. Fire Sci. V.2, 1984. № 5, P. 362-379.
4. Alarie Y. C., Anderson R. C. Toxicological classification of thermal decomposition products of synthetic and natural polymers. Toxicol and Appl. Pharmacol., 1981. № 2. P. 181-188.
5. Талапкина Д. Оценка опасного воздействия продуктов горения твердых материалов. В кн.: Критерии дымообразования и токсичности продуктов горения строительных материалов / под ред. Романенкова И.Г.: Тр. совещ. специалистов стран-членов СЭВ. Братислава; 1983. С. 61-70.
6. ISO 5659-2:2017. Plastics — Smoke generation. Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test. Publication date: 2017-05.

## АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Юліана ГАПОН, канд. техн. наук,  
Національний університет цивільного захисту України*

Одним із джерел забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, насамперед важкими металами є гальванічні виробництва. Гальванічні покриття використовуються практично у всіх галузях промисловості: металургійному виробництві, хімічній та нафтохімічній промисловості, машинобудуванні. Гальванотехніка - одне з виробництв, що істотно впливають на забруднення довкілля, зокрема, іонами важких кольорових металів, найнебезпечніших для біосфери. Крім безпосереднього токсичного впливу на живі та рослинні організми, важкі метали мають тенденцію накопичуватися в харчових ланцюгах, що посилює їхню небезпеку для людини. Головним постачальником токсичних речовин у гальваніці є відпрацьовані електроліти та промивні води, після очищення яких утворюються осади – шлами, що мають вологість 75-95% та містять гідроксиди міді, цинку, нікелю, хрому, заліза, їх ціаністі комплекси та інші небезпечні речовини.

Забруднення можна поділити на [1]:

- рідкі забруднення являють собою стічні води, які утворюються в результаті промивки деталей і обладнання, а також переробки і заміни відпрацьованих електролітів;

- тверді відходи утворюються, головним чином, в процесах очистки стічних вод або з концентрованих електролітів;

- газоподібні – це токсичні гази, пари, аерозолі і повітряно-газові суміші, що виділяються в технологічних процесах як в гальванічних цехах, так і на очисних спорудах. Газоподібні відходи утворюються при попередній механічній обробці деталей, при експлуатації електролітів та їх приготуванні, при очистці стічних вод, переробці відпрацьованих електролітів. Ці викиди хоча і не є причиною основних екологічних проблем, але є досить небезпечними і вимагають знешкодження.

За хімічним складом стічні води гальванічного виробництва поділяються на три категорії:

- хромовмісні, що утворюються при процесах хромування, пасивації та ін., що містять 80-120 мг/л хроматів (у перерахунку на Cr<sup>6+</sup>);

- кислотно-лужні, що представляють собою промивні води після проведення основних технологічних операцій, що містять крім іонів важких металів також кислоти (луги), солі важких металів, синтетичні поверхнево-активні речовини, аміни, блискучні добавки. Дана категорія стічних вод становить до 90% від сукупного обсягу гальванічних стоків;

- ціановмісні, що утворюються в результаті здійснення процесів міднення, цинкування, кадрування та ін.. Концентрація ціанідів в цих стоках становить від 5 до 30 мг/л.

Виходячи з даних таблиці 1, можна зазначити, що кількісний і якісний склад стоків залежить від застосовуваної схеми й витрат води на промивання. При цьому потрібна раціоналізація водоспоживання через вибір застосовуваного обладнання та схем промивання визначає об'єм, кількісний і якісний склад промивних і стічних вод, а, відповідно, і склад очисного обладнання, ефективність його роботи [2].

Таблиця 1 – Склад забруднень в стічних водах гальванопокриття

Група стічних вод	Основні технологічні процеси утворення стічних вод	Склад забруднень	pH
Кислотно-лужні	Попереднє травлення, кисле міднення, нікелювання, цинкування	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HNO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	<6,5
	Знежирювання	NaOH, KOH, Ca(OH) <sub>2</sub>	>8,5
	Поверхнева металообробка та нанесення гальванопокриття	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	<6,5
Циановмісні	Ціаністе міднення, цинкування, кадміювання, сріблення	KCN, NaCN, CuCN, Fe(CN) <sub>2</sub> , [Cu(CN) <sub>4</sub> ] <sub>3</sub> ,	2,8-11,5
Хромовмісні	Хромування, пасивація, травлення деталей зі сталі та інше	Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>6+</sup>	2,3-8,8

Одним з найнебезпечніших гальванічних процесів є катодне нанесення покриттів твердим хромом. Вихід за струмом хрому на катоді становить 10-20 %, інша частка струму витрачається не ефективно та йде на побічну реакцію утворення водню, який здатний утворювати вибухонебезпечні суміші в широкому діапазоні концентрацій. Підвищена газоповітряної хмари, що утворюється, визначається широкими концентраційними межами поширення полум'я (4–75 %), найменшою енергією запалювання – 0,017 мДж, великою теплоотою згоряння – 120800 кДж/кг та небезпекою детонації внаслідок дії електричної іскри на газоповітряну суміш [3].

Відомо, що за потужності нанесення шару хрому 5 м<sup>2</sup>/год товщиною 10 мкм виділяється 390 л/год водню. За статистикою частка вибухів водню серед загального числа вибухів сягає 18 %. З огляду на можливість утворення вибухонебезпечних сумішей водню на електрохімічному виробництві, згідно зі стандартом НПАОП 28.0-1.34-14, необхідно здійснювати постійний моніторинг газового середовища робочої зони з використанням газових сповіщувачів різного типу та можливістю продувки обладнання азотом [4].

Таким чином, розробка та подальше застосування новітніх комплексних підходів щодо очищення стічних вод гальванічних виробництв значно знижує навантаження на навколишнє природне середовище, що спроможно підвищити рівень екологічної безпеки промислових підприємств.

#### ЛІТЕРАТУРА

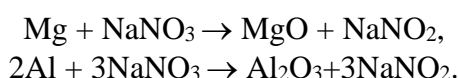
1. Донченко М.І., Фроленкова С.В., Мотронюк Т.І. Екологічна безпека гальванотехніки. Стічні води. Механічна та сорбційна очистка : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 202 с.
2. Кулікова Д. В., Ковров О. С. Удосконалення технологічної схеми очистки стічних вод гальванічних цехів підприємств вугільного машинобудування. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2020. № 2(22). С. 97-106.
3. Napon Y., Chyrkina M., Tregubov D., Romanova O. Co-Mo-W Galvanochemical Alloy Application as Cathode Material in the Industrial Wastewater Treatment Processes. *Materials Science Forum*. 2021. Vol. 1038. P. 251-257.
4. НПАОП 28.0-1.34-14. Правила охорони праці під час електрохімічної обробки металів. [Чинний від 2014-05-06]. К.: Мінюст. України, 2014. 20 с.

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ НІТРАТОВМІСНОГО ОКИСНЮВАЧА В СУМІШАХ З АЛЮМІНІЄВО-МАГНІЄВИХ СПЛАВІВ

*Віктор ГВОЗДЬ, канд. техн. наук, професор,  
Оксана КИРИЧЕНКО, д-р техн. наук, професор,  
Назарій КОЗЯР, канд. техн. наук,  
Роман МОТРИЧУК, доктор філософії,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

При проведенні досліджень термічного розкладання нітратовмісного окиснювача в сумішах з алюмінієво-магнієвих було встановлено, що займання суміші відбувається у той момент, коли  $\text{NaNO}_3$  розкладеться до нітриту по реакціям:



При цьому показано, що для стехіометричної суміші ( $\alpha = 1,0$ ) температура займання  $T_3 = 897 \text{ K}$ .

Під час визначення відповідних закономірностей було встановлено, що криві являють собою плавні криві (рис. 1) без характерного зламу, який спостерігається у випадку чистого нітрату натрію при  $\varphi = 0,35$  ( $\varphi$  – ступінь розкладання), і відповідає переходу від першої (розкладання нітрату) до другої стадії (розкладання нітриту).

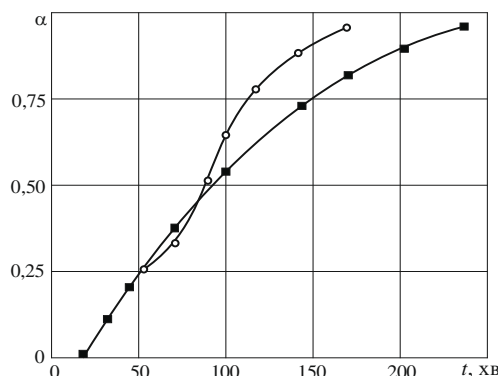


Рис. 1. Термічний розклад суміші (тиск повітря  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $1071 \text{ K}$ :  
■ – чистий  $\text{NaNO}_3$ ; ○ –  $\text{Mg} + \text{NaNO}_3$  при  $\alpha = 0,6$ .

Математична обробка кривих розкладання дозволила отримати емпіричну формулу для кінетичного рівняння у вигляді (відносна похибка 5...8 %):

$$\varphi = 1 - [1 - k \cdot e^{-E/RT} \cdot t]^{2,5},$$

де  $k$  – передекспоненціальний множник ( $\text{с}^{-1}$ );  $E$  – енергія активації реакції розкладання (Дж/моль);  $R$  – газова стала (Дж/моль·К).

Встановлено, що швидкість реакції практично не залежить від вмісту Mg в алюмінієво-магнієвих сумішах і від характеру середовища – повітря або аргону. Енергія активації рівняння складає  $185,3 \text{ кДж/моль}$ , що в межах експериментальної похибки близько до значення енергії активації другої стадії розкладання чистого нітрату натрію –  $180,5 \text{ кДж/моль}$ . При цьому показано, що Al практично не впливає на розкладання  $\text{NaNO}_3$ .

Типові криві, які показують зміну саморозігріву суміші з часом при температурі ванни  $T_0 = 873$  К, показані на рис. 2.

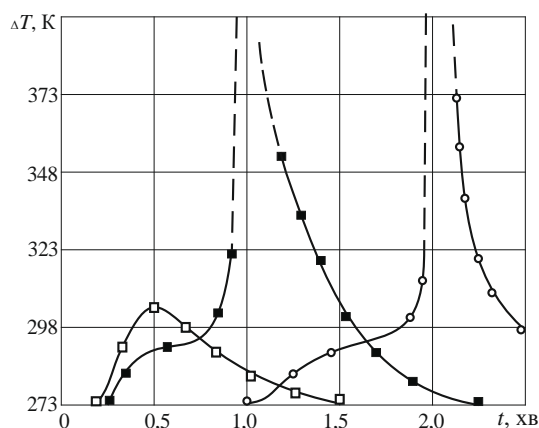


Рис. 2. Відносний саморозігрів (по відношенню до чистого  $\text{NaNO}_3$ ) суміші АМС +  $\text{NaNO}_3$  при температурі середовища  $T_0 = 873$  К (час  $t = 0$  відповідає моменту введення реакційної посудини у ванну з розплавленим металом, який має температуру  $T_0$ ): ■ – повітряне середовище,  $P = 10^5$  Па,  $\alpha = 0,3$ ; ○ – аргон,  $P = 10^5$  Па,  $\alpha = 0,5$ ; □ – вакуум,  $P = 1,33 \cdot 10^{-2}$  Па,  $\alpha = 1,0$ .

Показано, що саморозігрів сумішей на повітрі і в аргоні при однакових  $\alpha$  і  $T$  був тотожним. При  $T_0 = 683$  К саморозігріву не спостерігалось для  $0,1 < \alpha < 1$  при тиску від  $1,33 \cdot 10^{-2}$  Па до  $1,013 \cdot 10^5$  Па.

В умовах атмосферного тиску при  $\alpha = 1$  саморозігрів настає при температурі оточуючого середовища, вищій 808 К. Наприклад, при  $T_0 = 873$  К займання проходить через 25 с від моменту поміщення суміші у нагріте середовище (час, необхідний для досягнення сумішшю температури  $T_0$ , склав 9,7 с).

Встановлено, що до температури 808 К магній на процес розкладання  $\text{NaNO}_3$  не впливає, не зважаючи на процес його повільного окиснення киснем повітря. При температурі вище 810 К магній починає брати участь у реакціях, що призводить до саморозігріву. Окиснення Mg при цьому практично проходить тільки за рахунок кисню, який виділяється при розкладанні нітрату (вплив середовища не позначається).

Оскільки енергія активації розкладання суміші відповідає енергії активації другої стадії розкладання чистого  $\text{NaNO}_3$ , то швидкість реакції визначається швидкістю розкладання нітриту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Процессы горения металлизированных конденсированных систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. И. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.

2. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.

3. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру та склад продуктів згоряння піротехнічних нітратно-металевих сумішей / Р. Б. Мотрічук, О. В. Кириченко, В. А. Ващенко, С. О. Колінько, Т. І. Бутенко, Є. П. Кириченко, В. В. Цыбулін // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2020. – № 4. – С. 131 – 142.

4. Дослідження спалахування та горіння частинок алюмінієвомагнієвих сплавів у продуктах розкладання твердих піротехнічних палив / Кириченко О.В., Діброва О.С., Мотрічук Р.Б., Ващенко В.А., Колінько С.О. // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2019. № 2 (8) (ISSN 2518-1777). №2 (8). С. 81 – 85

УДК 614.82

## ЗАХИСТ РЕЗЕРВУАРІВ ВІД УТВОРЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

*Валентин ДИВЕНЬ, канд. іст. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Олександр ДОЦЕНКО,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Із аналізу залежності  $\Pi(\tau) = \frac{c_p \cdot \rho^2 \cdot v^2 \cdot T}{p \cdot \sigma_0 \cdot (1 - \frac{k}{\sigma_0 \cdot \tau})} \cdot \frac{D \cdot H \cdot h_T}{m \cdot V}$  витікає, що одним із можливих шляхів зниження техногенної небезпеки резервуару може бути створення інертного середовища із одно-двоатомних газів, що приведе до зниження теплоємності і густини газового середовища [4]. На теперішній час застосовують чисельні способи резервуарного зберігання пожежонебезпечних речовин із застосуванням на їх поверхні плаваючої покрівлі і створення інертного середовища у газовому просторі. У нашому випадку комплексний захист резервуару від впливу високих температур і утворення вибухонебезпечних концентрацій горючого середовища може бути досягнена шляхом застосування еластичного вогнестійкого матеріалу і вогнегасного газу (рис.1)

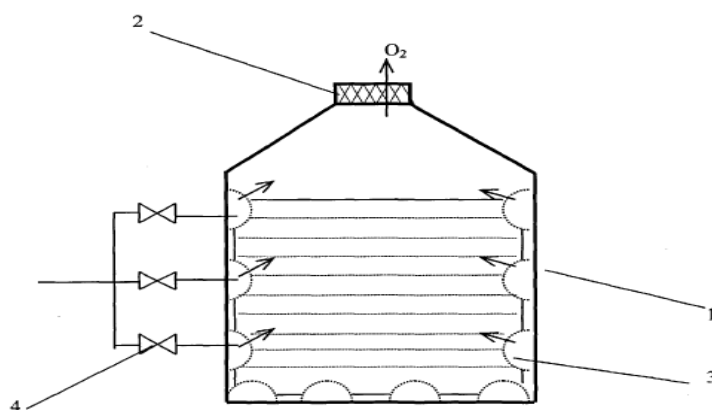


Рис.1 Резервуар для зберігання вибухонебезпечних рідин

Конструкція резервуару складається із корпусу (1), встановлену на виході із резервуару мембрану (2), яка здатна концентрувати азот і зменшувати кисень, камери (3) із пористого еластичного матеріалу і регулятора тиску (4) інертного газу, що подається.

Перед наповненням резервуару його вільний об'єм заповнюють інертним газом, який проходить через пори камер. По мірі наповнення вибухонебезпечною

рідиною в роботу вступає мембрана, що забезпечує зниження пожежної небезпеки всередині резервуару [3]. По мірі опорожнення резервуару вільний об'єм заповнюється газом, який проходить через пори камер. Крім того виключається утворення пожежонебезпечних осадів (по причині відсутності прямого контакту рідин, що зберігаються і матеріалу резервуару), що призводить до зниження ймовірності вибухонебезпечної ситуації у резервуарі. При виникненні пожежі у резервуарі через пористе покриття, яке має вогнестійкість, подають вогнегасну речовину [2]. Указана конструкція має ряд переваг і дає змогу:

- знизити вірогідність виникнення вибухонебезпечної ситуації під час наливу, зберігання опорожнення і резервуару, так як виключено прилипання пожежонебезпечних осадів на стінки і дно із-за непроникних для рідини поверхонь пористих камер (3);

- забезпечити простір резервуару від утворення пожежонебезпечних концентрацій нафтопродуктів під час його опорожнення;

- знизити витрати на роботи по очищенню внутрішньої поверхні резервуару тому, що еластичні камери (3) одночасно виконують функцію збору відкладень.

Наявність газу і пристрою регулювання його витрат дає змогу змінити концентрації парів вуглеводів всередині резервуару [2]. Пористий еластичний матеріал відіграє роль вогнестійкої пожежної завіси, через яку подають вогнегасну речовину і захищають корпус резервуару. Зібрані еластичним матеріалом пожежонебезпечні відкладення (у вигляді пірофорних з'єднань) утилізують.

Створення в резервуарі інертного середовища із одно- двох компонентних газів приводить до зниження теплоємності  $C_p$  і густини  $\rho$  газового середовища і зменшенню кількості тепла ( $C_p \cdot \rho \cdot T \cdot D \cdot H \cdot h_r$ ), що виділяється під час вибуху газового середовища [3].

Із вище викладеного - зменшення техногенної небезпеки (комплексний показник  $\Pi(\tau)$  зменшується) за рахунок зниження теплового потоку. Застосування пористого матеріалу для збору пірофорних відкладень, одночасно зменшує швидкість корозії  $k$  основного матеріалу корпусу резервуару і величину  $\sigma_0(1 - (k/\delta_0) \cdot \tau)$ , що є показником росту небезпечних техногенних факторів по мірі відпрацювання свого ресурсу  $\tau$  резервуару.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 88.28:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».
2. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»
3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
4. ДСТУ Б В.2.6-183:2011 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия (ГОСТ 31385-2008, NEQ)».



## РОЗРАХУНОК І ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ІСНУЮЧИХ ТИПОРОЗМІРІВ РЕЗЕРВУАРІВ

*Валентин ДИВЕНЬ, канд. іст. наук, доцент,  
Юрій ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Для визначення співвідношення вибухонебезпечного потенціалу газового середовища нафтопродукту, що зберігається і опору матеріалу резервуару руйнівному впливу цього середовища прийнятий комплексний показник  $\Pi(\tau)$ . [1,4] Чим більше його числове значення, тим гірше міцність стану резервуару. Йому буде відповідати енергетичний потенціал газового середовища при значеннях  $h_z = H$  ( для опорожнених вертикальних резервуарів) і  $h_z = D$  (для опорожнених горизонтальних резервуарів) [2].

Виразивши величину місткості  $V$  через  $D$  і висоту  $H$ , для всіх типів опорожнених вертикальних резервуарів ( $h_z = H$ ) показник буде мати вигляд:

$$\Pi(\tau) = \frac{C_p \cdot \rho^2 \cdot v^2 \cdot T}{\rho \cdot \theta_0 \cdot \left(1 - \frac{k}{\delta_0}\right)} \cdot \frac{H}{0,785 \cdot D \cdot m} \quad (1)$$

Проведено дослідження залежності (1) на експериментальних точках по перемінним величинам  $D, H$  і  $m$ . З цією метою відносна величина маси матеріалу резервуару  $m$ , яка витрачається на одиницю маси зберігаємого продукту, представлена у вигляді:

$$m = \frac{\pi D^2 \cdot \delta_m \cdot \rho_m + \pi D \cdot H \cdot \delta_m \cdot \rho_m}{\pi D^2 \cdot H \cdot \rho_p} \quad (2)$$

« $m$ »- індекс, який указує на метал, а « $p$ » - зберігає мий продукт (рідина)

Виконавши математичні спрощення, ця залежність набуває вигляду:

$$m = C_1 \cdot \frac{D+H}{H \cdot D} \quad (3)$$

$C_1$ - коефіцієнт, який враховує всі постійні величини, що відносяться до маси металу і рідини, в тому числі – значення  $\pi$

Підстави вираз  $m$  із рівняння (2) у рівняння (1) отримаємо у загальному вигляді

$$\Pi(\tau) = \frac{C_2}{(D+H) \cdot H^{-2}} \quad (4)$$

Коефіцієнт  $C_2$  враховує всі постійні величини, що відносяться  $\Pi(\tau)$ , включаючи коефіцієнт  $C_1$

Представлення комплексу  $\Pi(\tau)$  у вигляді залежності (4) зручно тим, що по ньому можна визначити значення перемінних величин  $D$  і  $H$  при яких спостерігається його максимум [3].

Наклавши  $f(x) = (D+H) \cdot H^{-2}$ , функцію дослідили на експериментальні точки. Для вирішення цього завдання необхідно щоб система рівнянь

$$f'(x)_H = 0 \qquad f'(x)_D = 0$$

її корні забезпечували умову максимуму або мінімуму:

Якщо  $f''(X)_{HH} < 0$ , то максимум,

$f''(X)_{HH} > 0$ , то мінімум

Диференціюванням залежності (4) отримані наступні дані:

$$f''(x)_D = H^{-2} > 0, \qquad f''(X)_{DD} = -2H^{-3} < 0.$$

$$f'(X)_H = -\frac{D+H}{2H^3} + \frac{1}{H^2}, \text{ звідки ( при } f'(X)_H=0 \text{) витікає } D=H;$$

$$f''(X)_{HH} = \frac{2}{H^3} + \frac{6D}{H^4}, \text{ що при } D=H \text{ дає } f''(X)_{HH} = \frac{8}{H^3} > 0.$$

Таким умовам повинен відповідати мінімум функції  $f(\delta)$  і максимум комплексного показника  $\Pi(\tau)$ . Відповідно при значенні  $H=D$  вираз можна записати у вигляді:

$$\Pi(\tau) = \frac{c_p \cdot \rho^2 \cdot v^2 \cdot T}{P \cdot \delta_0 \cdot \left(1 - \frac{k}{\sigma_0} \tau\right)} \cdot \frac{1}{0,785 \cdot m} \quad (5)$$

Що відповідає сферичній формі резервуару.

Порівняння проведено із використанням статистичних даних про різні типорозміри резервуарів і при умовах зберігання в них одного і однакового недоливу (значення  $h_z = idem$ ). За таких умов максимум показника небезпеки визначається величиною співвідношення  $H/D$ . В межах одного типорозміру значення  $h_z$  в умовах експлуатації може змінюватися від нульового значення до максимального (при  $h_z = H$ ). [4] Відповідно і показник вибухопожежної небезпеки буде величиною перемінною. По цій причині порівняння небезпеки резервуарів необхідно проводити при рівних умовах, що закріплені нормативним документом.

Результати розрахунків представлені у табл. 1

Табл.1 Характеристика вертикальних резервуарів з рулонним виготовленням корпусу і щитовою покрівлею

Показники	Одиниц і виміру	Об'єм резервуару м <sup>3</sup> і його параметри							
		100	200	300	700	1000	2000	5000	10000
Геометричний об'єм	м <sup>3</sup>	104	204	332	720	1003	2031	4591	10950
діаметр	м	4,73	6,63	7,58	10,43	12,3	15,2	22,8	34,2
висота	м	5,92	5,92	7,3	8,84	8,84	11,78	11,8	11,94
Відношення висота/діаметр	Од.	1,252	0,893	0,963	0,848	0,719	0,775	0,518	0,349
Комплекс техногенної небезпеки	Од.	1,409	1,318	1,602	1,809	1,645	2,105	1,489	1,046

Більше значення комплексу  $\Pi(\tau)$  відповідає найгіршому показнику міцності резервуару. Найбільшу відносну потенціальну небезпеку ( $\Pi_{\text{норм}} \approx 1,6$ ) мають резервуари із співвідношення  $H/D$  близьким до 0,8, що відповідає ємності 2000 м<sup>3</sup>;

Найменшу відносну потенційну небезпеку ( $\Pi_{\text{норм}} \approx 0,4$ ) мають резервуари із співвідношення  $H/D$  близьким до 0,3 що відповідає ємності 2000 м<sup>3</sup> і більше.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 88.28:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення».
2. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»
3. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»
4. ДСТУ Б В.2.6-183:2011 «Резервуари вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия (ГОСТ 31385-2008, NEQ)».

УДК 662.613.12:669.046.44 (024.2)

## РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ТА СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ НІТРАТНО-МАГНІЄВИХ СУМІШЕЙ

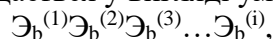
*Петро ЗАЙКА, канд.техн.наук, доцент,  
Костянтин МИГАЛЕНКО, канд.техн.наук, доцент, Наталія ЗАЙКА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Термодинамічні розрахунки процесів горіння різних систем, які мають широке застосування у виробках різноманітного призначення (порох, вибухові речовини, тверде ракетне паливо тощо) [1-3], надають змогу розраховувати температуру, склад та властивості продуктів згорання, прогнозувати межі горіння систем по відношенню початкових компонентів та тепловиділення в залежності від стану навколишнього середовища, вказувати ступінь хімічної рівноваги в продуктах згорання або забезпечувати її заданий рівень на виході в навколишнє середовище.

Метою розрахунку є розробка наближених методів термодинамічного розрахунку температури та складу продуктів згорання металізованих конденсованих систем (МКС) вказаного типу, які дозволяють на стадії проектування виробів прогнозувати можливі межі горіння МКС, якими споряджуються ці вироби по відношенню компонентів (коефіцієнту надлишку окислювача  $\alpha$ ), і таким чином передбачити їх пожежонебезпечні властивості в умовах підвищених температур та тисків.

Термодинамічний розрахунок рівноважної температури та складу продуктів згорання виконується при наступних допущеннях: всі гази ідеальні і їх термодинамічні функції не залежать від тиску; між газоподібними та конденсованими компонентами існує фазова рівновага; конденсовані продукти не утворюють між собою расчинів і сплавів; об'єм конденсованих речовин в продуктах згорання доволі малий.

Початковий склад МКС задається у вигляді умовної формули:



де:  $\text{Э}^{(i)}$  - символ  $i$ -го хімічного елемента;

$B_i$  - кількість атомів  $i$ -го хімічного елемента в умовній формулі МКС.

В загальному випадку система рівнянь, яка визначає рівноважну температуру та склад продуктів згорання, повинна включати в себе рівняння матеріального балансу, рівняння електронейтральності, рівняння закону діючих мас, рівняння закону Дальтона та рівняння закону збереження енергії.

Рівняння для гетерогенної суміші продуктів згорання, склад якої вказано в мольних долях  $X_j$ :

$$X_j = \frac{M_j}{M} \quad (1)$$

де:  $M_j$  - число молей компоненту  $j$  в продуктах згорання;

$M$  - загальне число молей продуктів згорання.

Рівняння матеріального балансу:

$$M \sum_i (X_i + X_{ik}) + M \cdot \sum_j a_{ij} (X_j + X_{jk}) - b_i = 0 \quad (2)$$

де:  $a_{ij}$  - кількість атомів  $i$ -го хімічного елемента в одному молі речовини  $j$ ;

$X_i, X_{ik}$  - мольна доля незалежного компоненту  $i$  в газовій і конденсованій фазі продуктів згорання відповідно;

$X_j, X_{jk}$  - мольна доля компоненту  $j$  в газовій і конденсованій фазі продуктів згорання відповідно.

Рівняння електронейтральності:

$$\sum_i a_{ei} X_i + \sum_j a_{ej} X_j = 0, \quad (3)$$

де:  $a_{ei}, a_{ej}$  - кратність іонізації.

Рівняння закону діючих мас:

для газоподібних компонентів, які мають конденсовану фазу:

$$X_i = A^{-1} \cdot P_i^{\text{насих.}}(T), \quad (4)$$

$$X_j = A^{-1} \cdot P_j^{\text{насих.}}(T), \quad (5)$$

де:  $P$  - загальний тиск;

$K_j(T)$  - константа рівноваги реакції утворення компонентів  $j$  із атомарних компонентів  $i$ , що є функцією температури  $T$ .

Рівняння закону Дальтона:

$$\sum_i (X_i + X_{ik}) + \sum_j (X_j + X_{jk}) - 1 = 0 \quad (6)$$

Рівняння закону збереження енергії:

$$\sum_i [X_i I_i(T) + X_{ik} I_{ik}(T)] + \sum_j [X_j I_j(T) + X_{jk} I_{jk}(T)] - I_m = 0 \quad (7)$$

де:  $I_m$  - повний тепловміст початкової суміші при нормальній температурі;  
 $I_i(T), I_{ik}(T), I_j(T), I_{jk}(T)$  - повний тепловміст відповідного компоненту в продуктах згорання при рівновісній температурі горіння.

Система рівнянь (1) - (7) для визначення рівновісної температури та складу продуктів згорання представляє собою систему нелінійних алгебраїчних рівнянь. Число рівнянь в системі визначається кількістю атомарних  $i$  та молекулярних  $j$  компонентів, які складають продукти згорання, і може досягати декількох десятків. При цьому розроблене програмне забезпечення дозволяє враховувати можливість газоподібних і конденсованих продуктів згорання, для яких відомі термодинамічні та кінетичні константи їх утворення [2].

Результати роботи були використані при виборі пожежобезпечних умов експлуатації піротехнічних виробів різного призначення (твердого металізованого пального, освітлювальних складів, ІЧ- випромінювачів).

В результаті проведених досліджень розроблені більш досконалі методи термодинамічного розрахунку температури та складу продуктів згорання металізованих конденсованих систем, які враховують фазову нерівновагу окремих компонентів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Металлические горючие гетерогенных конденсированных систем/ Н.А. Силин, В.А. Ващенко, Т.Я. Кашпоров и др. М.: Машиностроение, 1976. С. 320.
2. Прогнозирование оптимальных значений температуры и состава продуктов в волне горения, скорости ее распространения по многокомпонентным металлизированным системам / В.А. Ващенко. М.: Деп. в ВИНТИ, №25 - ХП 94. С. 350.

## АНАЛІЗ НОРМ КРІПЛЕННЯ ФАНЕРИ ДО ДЕРЕВ'ЯНОЇ БАЛКИ

Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент,  
 Ольга НЕКОРА, канд. техн. наук, старший науковий співробітник,  
 Микола ЗМАГА, Микола КРИШТАЛЬ, канд. психол. наук, професор,  
 Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

Згідно з [1, 2, 3, 4] клейкі речовини для конструкцій повинні забезпечувати з'єднання такої міцності та довговічності, щоб цілісність з'єднання зберігалася до настання межі вогнестійкості. Для кріплення дерева до дерева, дерева до деревинних матеріалів або деревинних матеріалів до деревинних матеріалів застосовуються клейкі речовини класу 1 відповідно до EN 301. Для фанери й фанерованих матеріалів (LVL) застосовуються клейкі речовини відповідно до EN 314-2 вказано в табл. 1.

Таблиця 1.

### Вогнестійкість незахищених з'єднань дерев'яних бічних елементів

Спосіб з'єднання	Межа вогнестійкості $t_{d,fi}$ , хв	Умови *)
Цвяхами	15	$d \geq 2,8$ мм
Шурупами	15	$d \geq 3,5$ мм
Болтами	15	$t1 \geq 45$ мм
Нагелями	20	$t1 \geq 45$ мм
З'єднання відповідно до EN 912	15	$t1 \geq 45$ мм
*) d - діаметр деталі кріплення; t1 - товщина бічного елемента		

Для з'єднань нагелями, цвяхами й шурупами з незахищеними оголовками межа вогнестійкості  $t_{d,fi}$ , що більша за наведену в таблиці 1., але менша за 30 хв, досягається збільшенням наступних величин за допомогою значення  $a_{fi}$ :

- товщини та ширини бічного елемента;
- відстані від граней та країв до деталей кріплення.

$$a_b = \beta_n k_{flux} (t_{reg} - t_{d,fi}), \quad (1)$$

де  $\beta_n$  - умовна розрахункова швидкість обвуглювання;

$k_{flux}$  - коефіцієнт теплового потоку по довжині деталі кріплення;

$t_{reg}$  - необхідна нормована межа вогнестійкості;

$t_{d,fi}$  - межа вогнестійкості незахищеного з'єднання, наведена у таблиці 1.

Якщо з'єднання додатково захищені дерев'яним облицюванням, деревинними панелями або гіпсокартонними листами типу А та Н, час до початку обвуглювання має відповідати умові:

$$t_{ch} \geq t_{reg} - 0,5t_{d,fi}, \quad (2)$$

де  $t_{ch}$  - час до початку обвуглювання ;

$t_{reg}$  - необхідна нормована межа вогнестійкості конструкції;

$t_{d,fi}$  - вогнестійкість незахищеного з'єднання.

Кріплення додаткового захисту має запобігати передчасному руйнуванню. Додатковий захист із деревинних панелей або гіпсокартонних листів має залишатися неушкодженим до початку обвуглювання елемента ( $t = t_{ch}$ ).

Наступні правила застосовуються для кріплення додаткового захисту за допомогою цвяхів або шурупів.

-відстані між деталями кріплення не повинні перевищувати 100 мм уздовж країв дошки і 300 мм для внутрішніх кріплень;

-відстань від граней деталей кріплень мають бути не менше  $a_f$ , розрахованого за формулою (1).

Глибина проникнення з'єднуючого кріплення додаткового захисту з дерева, деревинних панелей або гіпсокартонних листів типу А або Н дорівнює щонайменше  $bd$ , де  $d$  - діаметр деталі кріплення.

#### *Незахищені з'єднання*

Правила для болтів і нагелів застосовні, якщо товщина бічної накладки, мм, не менше  $t_1$ , що визначається за формулою:

$$t_1 = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 \\ 50 + 1,25(d - 12) \end{array} \right. \quad (3)$$

де  $d$  - діаметр болта або нагеля, мм.

За стандартного температурного режиму характеристична несуча здатність з'єднання з деталями кріплення на зсув розраховується за формулою:

$$F_{v,Rk,fi} = \eta F_{v,Rk} \quad (4)$$

де  $F_{v,Rk,fi}$  - характеристична несуча здатність з'єднання з деталями кріплення на зсув за нормальної температури згідно з розділом 8 EN 1995-1-1;

$\eta$  - перехідний коефіцієнт;

$t_{d,fi}$  - розрахункова межа вогнестійкості незахищеного з'єднання, хв.

Таким чином для забезпечення межі вогнестійкості дерев'яних конструкцій з різними видами кріпильних елементів повинні відповідати державним нормам.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій. Зміна № 1 (EN 1990:2002, IDT) Дата початку дії 01.08.2013 прийняття 26.06.2013 ТОВ НВП «БудКонструкція».

2. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. ДБН В.1.2-7-2008. [Чинний 2008-06-21]. – К.: НДІБК – (Державний будівельні норми), Київ – 2008.

3. Поздеев С. В. Чисельне дослідження несучої здатності дерев'яного перекриття в умовах пожежі. / С. В. Поздеев, В. В. Демешок, А. Ю. Залевська, М. П. Рога // Тези доповідей 6-ї міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті.» м. Харків 2017. – С.148-149.

4. Малыгина В. С., Огнестойкость конструкций из дерева и полимеров. / В. С. Малыгина, А. В. Долженко // Научно-технический сборник “Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве”. – 28 - 30 с.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ НАДМІРНОГО ЛОКАЛЬНОГО НАГРІВУ

*Олександр ЗОБЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В повсякденному житті найчастіше пожежі трапляються від електроустановок в результаті коротких замикань, струмових перевантажень, перегріву контактів із великими перехідними опорами. Пожежна небезпека виникає при порушенні правил і норм монтажу і експлуатації електричних установок. Електричний струм і наслідки його дії при відповідних умовах перетворюються в потужне джерело запалювання горючого середовища. Статистика [1] показує, що кожного року в Україні виникає більше 70 тисяч пожеж, з яких 11,5-13 тисяч від електроустановок.

Головним [2] завданням під час проектування та експлуатації електрообладнання і складових частин, а також під час вибору конструктивних матеріалів, є зменшення ймовірності виникнення пожежі під час неправильної експлуатації та передбачених відмов і, навіть, у випадках його аномальної роботи. Основною метою заходів профілактики пожеж в електрообладнанні є запобігання займанню частин, що перебувають під напругою, а якщо це відбувається – локалізація вогню переважно в межах. (рис.1)



Рис.1 Приклад виникнення загорання

Попередження пожеж від загорання електричних мереж можна досягти за рахунок розмикання електричного кола при нагріванні контактного з'єднання вище певного граничного значення. Поставлену задачу пропонується вирішити шляхом використання теплових запобіжників або реле. При цьому тепловий запобіжник або реле необхідно приєднати в електричне коло послідовно між проводом електричної мережі та контактними пластинами розетки. На сьогоднішній день температурний запобіжник використовуються для запобігання ушкоджень різних електричних і теплових приладів та мереж, електромашинних інструментів і промислового устаткування від перегріву. Спосіб роботи полягає в тому, що при нормальних робочих температурах плавкий сплав проводить струм в звичайному режимі. Під час перевищення номінальної температури плавиться легкоплавкий елемент, який розмикає електричне коло.

Для попередження небезпечного тепловиділення запропоновано обладнати електричну розетку температурними запобіжниками, які спрацюватимуть при

перевищені допустимої температури з'єднання і припинять подальше нагрівання шляхом розмикання електричного кола.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-obliku-pozhezh.html>

2. І. П. Кравець, О. І. Башинський, А. П. Кушнір, О. В. Шаповалов /ЧИННИКИ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК// Пожежна безпека, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

**УДК 614.841.45**

### **ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖІ НА МАСЛОПРИЙМАЧАХ**

*Павло ІЛЛЮЧЕНКО, Вадим НІЖНИК, д-р. техн. наук, старш.наук. співроб.,  
Олександр НІКУЛІН, д-р. техн. наук,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Відповідно до даних Міністерства енергетики України [1], за останніх п'ять років тільки на підприємствах паливно-енергетичного комплексу виникло більше ста пожеж, близько половини з яких пов'язана з аварійними режимами роботи маслонаповнених трансформаторів [2], які призводять до викиду киплячого трансформаторного масла з подальшим його горінням за межами корпусу трансформатора. Такі пожежі характеризуються складністю гасіння, масштабністю, а воєнні дії країни-агресора – росії по українському житловому фонду та об'єктах критичної інфраструктури значно збільшують ризик пошкодження вищезгаданого маслонаповненого електроустаткування. Для локалізації розливу трансформаторного масла в розвинутих країнах світу для певних типів трансформаторів улаштовують маслоприймачі, площу яких покривають засипкою з гірських порід для охолодження трансформаторного масла нижче температури спалаху та припинення його горіння. В Україні аналогічний принцип реалізовано в [3-5] з застосуванням засипки товщиною не менше ніж 25 см з гравію чи з гранітного щебеню з фракцією від 30 мм до 70 мм.

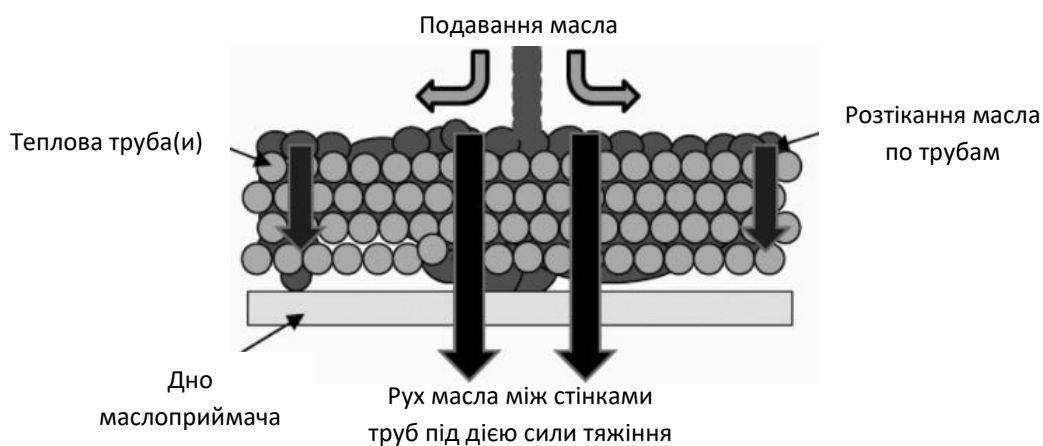
На удосконалення вимог [3-5] були направлені праці [6-8], де було досліджені процеси теплообміну між маслом та гравійною засипкою, ефективні геометричні розміри гравійної засипки та оптимальні кути нахилу дна маслоприймача у бік напрямку для збору масла, що витікає з трансформатора.

Основною проблемою застосування гравійної засипки в маслоприймачах трансформаторах є здатність до її періодичного природного засмічення, що передбачає проведення комплексу ресурсозатратних робіт з її очищення. Останнє зумовило проведення досліджень на розвиток досвіду [6-8] з пошуку технічних рішень, направлених на обґрунтування тепловідвідної системи іншої конструкції (на заміну гравійної засипки) з матеріалів, що мають високу теплопровідність, високу термічну стійкість з параметрами, що забезпечують умови припинення горіння масла та зниження його температури від температури самозаймання (250 °С) до температури, меншої за температуру його спалаху (150 °С) [9]. В рамках досліджень було проаналізовані будову теплообмінних апаратів (кожухотрубних, спіральних, пластинчастих тощо) та характеристики матеріалів, застосовні в їх



конструкціях. По теплофізичним характеристикам для реалізації тепловідвідної системи для масла в якості такого матеріалу є оптимальним застосування алюмінію (коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda$ ) - 250 Вт/(м\*К), температура плавлення ( $t_{пл}$  – 640 °С), теплоємність ( $C$ ) - 1040 Дж/(кг\*К) [10, 11]. В конструкції тепловідвідної системи ефективним рішенням може бути застосування теплових труб – двофазних теплотранспортних систем [12], принцип дії яких полягає в тому, що передача теплової енергії в них здійснюється за рахунок випаровування та конденсації (тобто, зміни фазового стану) рідкої речовини, тобто, перенесення тепла відбувається за рахунок того, що рідина випаровується на гарячому кінці трубки, поглинаючи теплоту випаровування і конденсується на холодному, звідки переміщається назад на гарячий кінець.

Проектну схему тепловідвідної системи з застосуванням теплових труб для зниження температури трансформаторного масла наведено на рисунку 1. В якості робочої рідини для теплових труб оптимальним рішенням з урахуванням вхідних даних стосовно температури самозаймання та температури спалаху масла є застосування води, що має високу питому теплоту пароутворення ( $L$ ) - 2257,0 кДЖ/кг.



На основі проведених досліджень можна зробити висновок про високу ефективності такої схеми установки тепловідвідної системи для зниження температури трансформаторного масла з урахуванням специфічних принципів роботи та конструктивних особливостей теплових труб [13] (термосифони, з капілярним прокачуванням робочої рідини тощо) для подальшої реалізації експериментальних досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інформація стосовно пожеж та надзвичайних ситуацій, які сталися на підприємствах паливно-енергетичного комплексу упродовж 2017-2021 років: веб-сайт. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/>.
2. Петро ЗАЙКА. Особливості особливості пожежної небезпеки трансформаторів / Петро ЗАЙКА, Наталія ЗАЙКА, Тетяна ЛУКАШІВ// Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції.-Ч.: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. С. 176-178.
3. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
4. Правила пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організації енергетичної галузі України (Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 26.09.2018 № 491)
5. СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013. Правила будови електроустановок. Пожежна безпека електроустановок. Інструкція (НАПБ В.01.056-2013/111)

6. Климась, Р., Крикун, О., Ніжник, В., Нікулін, О., Серета, Д., & Цимбалістий, С. (2021). Експериментальні дослідження встановлення закономірності зниження температури і припинення горіння трансформаторного масла залежно від параметрів гравійної засипки маслоприймача. Науковий вісник: цивільний захист та пожежна безпека, (2(12), 101–110. [https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2\(12\).101-110](https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.2(12).101-110)

7. Klymas R., Nizhnyk V., Nekora O., Nekora V., Stylyk I. Justification of minimum parameters of gravel backfill of the oil receiver of the transformer substation. *The Scientific heritage*. Budapest, Hungary: vol. 3, № 79 (79), 2021. Pp. 36-44. DOI: <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-79-1-36-44>.

8. До питань підвищення ефективності запобігання поширення пожежі під час пошкодження маслонаповнених трансформаторів. Р. Климась, Я. Балло - Publishing House “Baltija Publishing”, 2021.//DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-11>

9. Визначення безпечної величини температури трансформаторного масла. Климась, Р. <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/17818>

10. Лариков Л.Н., Юрченко Ю.Ф. Тепловые свойства металлов и сплавов. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1985.- 440 с.

11. Smithells metals reference Book, 7 edition, American society for metals, metal park (Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi, 1992).

12. Reay D.A., Kew P.A. Heat pipes (fifth edition):theory, design and applications. Butterworth-Heinemann, 2006, 374 p.

13. Qualification of two-phase heat transport systems “ECSS-E-ST-31-02C PR”. ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division. The Netherlands, Noordwijk, 2010, p. 80.

**УДК 614.842.6+614.8.086.5**

## **ОЦІНКА КСЕНОБІОТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ХЛОРУ ТА ХЛОРОПОХІДНИХ У ДОВКІЛЛІ ВНАСЛІДОК АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ**

*Віталій КАРАЩУК,*

*Вище професійне училище Львівського державного університету  
безпеки життєдіяльності (м. Вінниця)*

Хлор та хлоропохідні є важливими продуктами хімічної промисловості, які широко застосовуються у багатьох синтезах полімерних матеріалів, пестицидів, розчинників тощо. При аварійних ситуаціях, таких як пожежі, вибухи, розгерметизація технологічного обладнання, вони можуть мігрувати до навколишнього середовища і піддаватися певним токсикотрансформаціям.

Наявність атома (-ів) хлору в молекулах речовин органічного та неорганічного походження спричиняє збільшення токсичних синергічних й акумулятивних ефектів на живі організми [1]. В той же час їх наявність зменшує коефіцієнт горючості речовин і матеріалів [2]. Як бачимо, така залежність є оберненою.

Актуальними питаннями сьогодення є пошук простих алгоритмів щодо оцінки ризиків та коефіцієнтів відносної небезпеки ксенобіотів при ліквідуванні надзвичайних ситуацій та їх наслідків. Встановлено, що хлор та хлоропохідні є причиною зростання їх токсичних небезпек через відсутність бар'єрів розчинності та легкості у трансформації в живих організмах та довкіллі [1]. Чимало авторів,

котрі займаються вивченням цього питання, єдині у своїх висновках, що таку токсичну трансформацію необхідно оцінювати шляхом використання ризик-орієнтованого підходу.

При оцінці ксенобіотичної трансформації пропонуємо використати нормативні показники гранично допустимих концентрацій робочої зони ГДК<sub>рз</sub> [3] й вести умовний коефіцієнт ксенобіотичної трансформації K<sub>кт</sub> досліджуваних поллютантів. На таку ідею підштовхнули наступні факти:

- хлор у вологому середовищі підлягає гідролізу з утворенням кислот та сильного атомарного кисню, який окислює багато органічної матерії змінюючи ранг ГДК<sub>рз</sub>;

- хлор при підвищених температурах із чадним газом може утворювати високотоксичний фосген;

- хлоропохідні на основі метану (наприклад, хлороформ) при дії світла та високих температур також перетворюються на фосген, хлор та гідрогенхлорид;

- хлороциклічні сполуки з органічною матерією утворюють надзвичайно небезпечні хлордиоксани циклічної та гетероциклічної структури;

- атоми хлору можуть легко ініціювати утворення метилкатіонів важких металів тощо.

Методика оцінки полягає у порівнянні кінцевих нормативних показників ГДК<sub>рз</sub> трансформованого ксенобіота з вихідними нормативними показниками хлоровмісної речовини за умовною схемою:

$$ГДК_{рз} A_0 \frac{\text{трансформація}}{\text{абіотичні чинники}} = ГДК_{рз} A_1 + ГДК_{рз} A_2 + \dots + ГДК_{рз} A_n$$

Звідси можна вивести умовний коефіцієнт ксенобіотичної трансформації K<sub>кт</sub>:

$$K_{кт} = \sum_{i=1}^n \frac{ГДК A_n i}{ГДК A_0}$$

Одержаний коефіцієнт, який менший одиниці, свідчить про високу ксенобіотичну трансформацію, а отже високу токсичність для живих організмів. Пропонуємо наступну шкалу умовного ризику:

Таблиця 1. Шкала умовного ризику токсичної трансформації

№ з/п	Розрахунковий K <sub>кт</sub>	Ступінь ризику трансформації
1	до 0,1	високий
2	0,1 .... 0,5	сильний
3	0,5 ....0,7	середній
4	0,7 .....1	низький
5	> 1	допустимий

**Примітка:** граничні показники беруть за максимальним значенням

Згідно з методикою оцінено ксенобіотичну трансформацію хлору та деяких хлоровмісних речовин та отримано наступні результати:

Таблиця 2. Результати дослідження деяких речовин

№ з/п	Вихідний ксенобіот	Фактори трансформації	Кінцевий ксенобіот	К <sub>кт</sub>	Ступінь ризику
1	хлор	пожежа, висока температура	фосген	0,5	сильний
2	хлороформ та його гомологи	світло, пожежа, вибух, висока температура	фосген хлор хлороводень	0,15	сильний
3	хлорциклічні сполуки	пожежа, температура	хлордиоксани дибензоферани	0,15-0,55	сильний-середній

Подальші дослідження токсикотрансформації мають враховувати агрегатний стан, час експозиції, умови сорбції, токсикокінетику та динаміку.

Отже, використовуючи дану методику можна враховувати можливі наслідки небезпек при трансформації багатьох небезпечних речовин, деталізувати системи заходів захисту населення та довкілля при ліквідуванні надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Григор'єва Л.І. Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль: / Л.І. Григор'єва, Ю.А. Томілін.–Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили.– Миколаїв, 2015. - С 56-96 .

2 ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. - Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2020.

3. Наказ МОЗ України від 14.01.2020 № 52 “Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць”.

УДК 614.841

### ВОГНЕГАСНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНЦЕНТРОВАНОГО ВОДНОГО РОЗЧИНУ ФЕРУМ(III) СУЛЬФАТУ

*Марія КАРВАЦЬКА, Олена ЛАВРЕНЮК, канд. техн. наук, доцент,  
Борис МИХАЛІЧКО, д-р хім. наук, професор,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Пошук хімічних речовин, здатних проявляти значну вогнегасну дію та створення на їх основі нових вогнегасних засобів – це вкрай актуальне завдання пожежної безпеки. З огляду на це, перспективними речовинами, які можна було б використати для розробки водних вогнегасних речовин (ВВР) нового покоління, є неорганічні солі *d*-металів, концентровані водні розчини яких можуть проявляти чималий інгібуючий вплив на активні частинки полум'я і таким чином ефективно сповільнювати гасіння. З літературних джерел відомо, що у ролі водних вогнегасних речовин, найчастіше використовують солі *s*-металів та амонію, які є добре розчинними у воді і можуть бути використані у вигляді концентрованих водних розчинів. Значну вогнегасну ефективність проявляють неорганічні солі

калію, зокрема  $K_2CO_3$ , аерозолі концентрованих водних розчинів яких застосовують для гасіння пожеж класу “А” та “В” [1]. З іншого боку, вельми перспективними речовинами, спроможними гасити пожежі класу “В” є солі *d*-металів і, зокрема, концентрований водний розчин  $CuCl_2$ , який виявився вкрай ефективним вогнегасним засобом для гасіння осередків займань класу “В” з використанням технологій аерозольного гасіння [2]. Цікавим є використання комплексних солей, тобто поєднання одночасно *s*- і *d*-металів. Так, зокрема, ефективними ВВР для гасіння пожеж класу “А” виявились концентровані водні розчини калій гексаціаноферату(II) –  $K_4[Fe(CN)_6]$  (жовтої кров’яної солі) та калій гексаціаноферату(III) –  $K_3[Fe(CN)_6]$  (червоної кров’яної солі). Приготовлений 30% водний розчин червоної кров’яної солі спроможний дуже дієво придушувати полум’я лісових пожеж [3]. В цій роботі ми випробували нову ВВР, а саме 40 % водний розчин  $Fe_2(SO_4)_3$  (ферум(III) сульфату) як вогнегасний засіб для гасіння осередку займань класу “В” (дизельне пальне) з застосуванням технологій водно-аерозольного пожежогасіння. Експериментальні дослідження показали, що нетривала дія аерозолем 40% водного розчину ферум(III) сульфату безпосередньо на вуглеводневе полум’я зумовлює його доволі ефективне гасіння.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Водна вогнегасна речовина для гасіння тонкорозпиленими струменями пожеж класів “А” та “В” за ГОСТом 27331-87 з використанням від -30 до +50 °С. Патент No 52969 UA.
2. Mykhalitchko V., Lavrenyuk H., Mykhalitchko O. // *Fire Safety Journal*. 2019. Vol. 105. P. 188–195.
3. Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Чернов А.А., Большова Т.А., Шварцберг В.М., Куценогий К.П., Макаров В.И. // *Физика горения и взрыва*. 2010. Т. 46, № 1. С. 20–25.

УДК 614.841:536.46

### ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЗАЙМАННЯ ТА ЧАС ЗГОРЯННЯ ЧАСТИНОК МАГНІЮ ТА АЛЮМІНІЮ В ПРОДУКТАХ РОЗКЛАДАННЯ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ

*Євгеній КИРИЧЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Нині піротехнічні суміші металевих палих (на прикладі магнію, алюмінію) з оксидами металів ( $CuO$ ,  $Cu_2O$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $NiO$ ) набувають широкого застосування у різноманітних галузях господарської діяльності та військово-промислового комплексу (спалахувальні суміші для сигнальних, освітлювальних та трасувальних засобів, піротехнічні випроби ІЧ-техніки, елементи ракетно-комічної техніки тощо) [1 – 7]. За умов вимушеного зовнішнього нагріву піротехнічні суміші можуть спалахувати з стрімким прискоренням подальшого процесу їх спалахування та згоряння, утворенням високотемпературних продуктів горіння, що розповсюджуються зі значними швидкостями у різні боки, що є пожежобезпечними для навколишніх об’єктів інфраструктури (навколишніх споруд, паливно-мастильних матеріалів, пускових установок з обслуговуючим персоналом тощо) [8 – 10].

Тому для попередження можливих пожежовибухонебезпечних руйнувань виробів необхідно встановити закономірності процесу спалахування та горіння частинок металевих палив у газоподібних продуктах термічного розкладання окиснювачів, який передує процесу спалахування суміші. Для цього необхідним є встановлення закономірностей впливу технологічних параметрів та зовнішніх умов на температуру займання та час згоряння частинок магнію та алюмінію у газоподібних продуктах розкладання оксидів металів в умовах зовнішніх термічних дій.

В роботі встановлено нові закономірності комплексного впливу на температуру займання частинок магнію та алюмінію у продуктах розкладання оксидів металів наступних параметрів [10]: збільшення розміру частинок від  $d_m = 54$  мкм до  $d_m = 310$  мкм, відносного вмісту кисню від  $C_{O_2} = 0,2$  до  $C_{O_2} = 0,8$  та зменшення зовнішнього тиску від  $P = 3 \cdot 10^7$  Па до  $P = 10^5$  Па призводить до зменшення  $T_z$  у 1,3...1,8 рази; встановлено нові закономірності комплексного впливу на час згоряння частинок магнію та алюмінію у продуктах розкладання оксидів металів наступних параметрів: збільшення розміру частинок від  $d_m = 54$  мкм до  $d_m = 310$  мкм, зменшення відносного вмісту кисню від  $C_{O_2} = 0,8$  до  $C_{O_2} = 0,2$  та зовнішнього тиску від  $P = 3 \cdot 10^7$  Па до  $P = 10^5$  Па призводить до збільшення  $\tau_z$  у 1,6...3,7 рази; розроблено нові експериментально-статистичні моделі, які дозволяють в режимі діалогу та реального часу проводити розрахунки на комп'ютері (відносна похибка 5...7 %) рівнів температури займання та часу згоряння частинок магнію та алюмінію у продуктах термічного розкладання оксидів металів, що характеризують їх здатність до прискорення процесу горіння в умовах зовнішніх термодій (підвищені температури нагріву та тиски навколишнього середовища), формуючи базу даних по вибухонебезпечним режимам горіння сумішей у вказаних умовах; розроблено нові експериментально-статистичні моделі, що дають можливість в режимі діалогу та реального часу проводити розрахунки (відносна похибка 5...7 %) рівнів температури займання та часу згоряння частинок магнію та алюмінію у продуктах термічного розкладання оксидів металів, що характеризують їх здатність до прискорення процесу горіння в умовах зовнішніх термодій (збільшені температури нагріву та тиски навколишнього середовища), формуючи дата сет за вибухонебезпечними режимами горіння сумішей у вказаних умовах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Процессы горения металлизированных конденсированных систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. И. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.
2. Повышение эффективности пиротехнических нитратосодержащих изделий в условиях их применения / О. В. Кириченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2009. – № 2. – С. 89 – 94.
3. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.
4. Требования пожарной безопасности при обращении пиротехнической продукции. Обзорно-аналитический материал / Г. Н. Кириллов, Ю. И. Дешевых, А. Н. Гилетич, Л. П. Вогман, В. А. Зуйков, А. Н. Нестругин, А. М. Пшеничников. – М.: 2010. – 19 с.
5. Забезпечення безпеки у виробництвах, де використовується магній та його сплави / В. М. Марич, А. В. Ревуцький, Р. І. Гук // Пожежна та техногенна

безпека. Теорія, практика, інновації. Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Львів, 20 – 21 жовтня 2016 р. – Львів: ЛДУ БЖД, 2016. – С. 316 – 318.

6. Improvement of a discharge nozzle damping attachment to suppress fires of class D. / V. V. Kovalyshyn, V. M. Marych, Y. M. Novitskyi, B. M. Gusar, V. V. Chernetskiy, O. L. Mirus // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018. – vol. 5. – # 5 (95). – P. 68 – 76.

7. Fire hazard pyrotechnic products / O. S. Dibrova, O. V. Kyrychenko // Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю “Надзвичайні ситуації: безпека та захист”, 24 – 25.10.2019, Черкаси. – С. 225 – 226.

8. Термодинамічні методи прогнозування пожежонебезпечних властивостей високометалізованих піротехнічних нітратно-металічних сумішей в умовах зовнішніх термовпливів / О. В. Кириченко, В. Д. Акіньшин, В. А. Ващенко, В. В. Цибулін // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГУ, 2011. – № 30. – С. 104 – 106.

9. Залежність вмісту неокисленого алюмінію в продуктах згорання піротехнічних нітратно-алюмінієвих сумішей від співвідношення компонентів та зовнішнього тиску / О. В. Кириченко // Науковий вісник УкрНДПБ, 2011. – № 1(23). – С. 60 – 68.

10. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру займання та час згорання частинок магнію та алюмінію в продуктах розкладання оксидів металів / Кириченко Є.П., Гвоздь В.М., Ващенко В.А., Кириченко О.В., Дядюшенко О.О. // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2021. – № 2(12). – С. 112-122.

**УДК 614.841:536.46**

## **ДОСЛІЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ЧАСТИН МЕТАЛЕВИХ КОРПУСІВ ПІРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ**

*Євгеній КИРИЧЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

*Василь КОВАЛИШИН, д-р техн. наук, професор,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

При проведенні теоретичних досліджень температури верхньої та нижньої поверхонь циліндричної оболонки, що контактує з зарядом піротехнічних виробів приймалися наступні умови експлуатації виробів: виріб нерухомий - коли зовнішні термічні дії виникають від осередків пожежі при зберіганні та транспортуванні виробів; поверхня виробу обдувається надзвуковим потоком повітря -коли приймаються умови пострілу та польоту виробів .

Оболонка піротехнічного виробу розглядається у вигляді протяжного циліндричного шару з радіусами  $r_1$ ,  $r_2$  ( $r_1, r_2 \ll L$  – довжина шару) (рис. 1) [1-5].

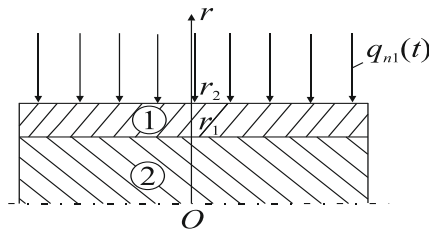


Рис.1. Схема рівномірного поверхневого нагріву циліндричної оболонки зовнішнім тепловим потоком  $q_{n1}(t)$ : 1 – оболонка;  $r_1, r_2$  – зовнішній та внутрішній радіуси оболонки відповідно; 2 – заряд суміші.

Для використовуваних на практиці значень  $r_1, r_2$  ( $r_1, r_2 = (10...20) \cdot 10^{-3}$  м) виконується умова  $\Delta r = r_1 - r_2 \cong \delta$  ( $\delta$  – глибина проникнення теплової хвилі углиб оболонки;  $\delta = 2(a_0^2 \cdot \tau)^{1/2}$  [1-5], де  $a_0^2$  – коефіцієнт теплопровідності оболонки ( $\text{м}^2/\text{с}$ );  $\tau$  – час теплового впливу (с)), тобто глибина проникнення теплової хвилі у оболонку наближається до її товщини. Тоді таку оболонку можна розглядати як обмежене циліндричне середовище, верхня поверхня якого нагрівається зовнішнім тепловим потоком, а на нижній поверхні здійснюється теплообмін, відповідний умовам адіабатичності (невисокі температури, коефіцієнт теплопровідності розглядуваних ПС більше, ніж на порядок менше коефіцієнта теплопровідності матеріалу використовуваних оболонок (мідь, латунь, сталь та ін.) [1-5]). Приймається також, що тепловий потік рівномірно розподілений уздовж поверхні оболонки, тобто  $\frac{\partial T}{\partial r} \neq 0, \frac{\partial T}{\partial \varphi} = \frac{\partial T}{\partial z} = 0$  ( $r, \varphi, z$  – циліндричні координати), а тепловіддача за рахунок конвекції та радіації не враховується. Тоді рівняння математичної моделі розповсюдження тепла у оболонці мають вигляд:

$$C_V(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r} [\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial r}] + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} [\lambda(T) \cdot T], \quad t > 0, r_1 < r < r_2, \quad (3.1)$$

$$T|_{t=0} = T_0, \quad (3.2)$$

$$\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_2} = q_{n1}(t), \quad (3.3)$$

$$\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=r_1} = 0, \quad (3.4)$$

де  $T(r,t)$  – поточна температура оболонки.

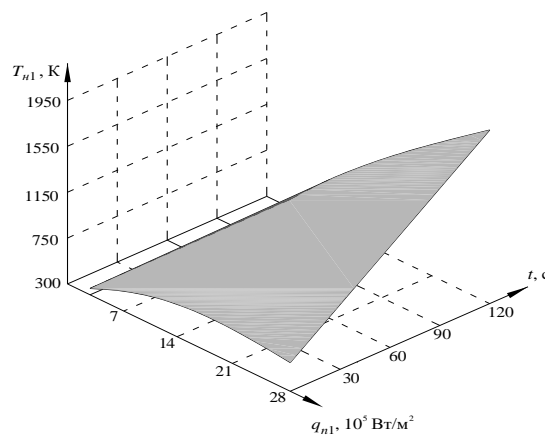


Рис. 2. Тривимірне зображення залежностей температури внутрішньої поверхні оболонки від величини зовнішнього теплового потоку та часу його дії ( $T_0 = 300$  К;  $r_2 - r_1 = 2 \cdot 10^{-3}$  м).

Результати розрахунків, представлених на рис. 2, показують, що температура внутрішньої поверхні, наприклад, металевої оболонки (сталь 12Х18Н10Т, товщина



оболонки  $r_1 - r_2 = 2 \cdot 10^{-3}$  м [1-3]), яка дорівнює температурі поверхні заряду суміші, сильно залежить від величини зовнішнього теплового потоку та часу його впливу на зовнішню поверхню оболонки.

При цьому, зростання величини  $q_{n1}$  в діапазоні  $1,9 \cdot 10^5 \dots 3,5 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup> призводить до збільшення температури нижньої поверхні оболонки  $T_{n1}$  у 2,5...3,5 рази для  $t = 20 \dots 40$  с, а збільшення  $t$  до 60...80 с та більше веде до зростання  $T_{n1}$  більше, ніж у 5...10 разів (для оболонки розходження між розрахунковими даними та результатами експериментальних досліджень знаходяться в межах 5...7 %).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Процессы горения металлизированных конденсированных систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. И. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.
2. Повышение эффективности пиротехнических нитратосодержащих изделий в условиях их применения / О. В. Кириченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2009. – № 2. – С. 89 – 94.
3. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.
4. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру займання та час згоряння частинок магнію та алюмінію в продуктах розкладання оксидів металів / Кириченко Є.П., Гвоздь В.М., Ващенко В.А., Кириченко О.В., Дядюшенко О.О. // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2021. – № 2(12). – С. 112-122.
5. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру та склад продуктів згоряння піротехнічних нітратно-металевих сумішей / Р. Б. Мотрічук, О. В. Кириченко, В. А. Ващенко, С. О. Колінько, Т. І. Бутенко, Є. П. Кириченко, В. В. Цибулін // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2020. – № 4. – С. 131 – 142.

УДК 614.841:536.46

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ НА ПОВЕРХНЮ ОБОЛОНКИ КОРПУСІВ ПІРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ

*Євгеній КИРИЧЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

*Василь КОВАЛИШИН, д-р техн. наук, професор,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

*Оксана КИРИЧЕНКО, д-р техн. наук, професор*

*Олександр ДЯДЮШЕНКО, канд. техн. наук, доцент,*

*Олексій ДІБРОВА, канд. техн. наук,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Дослідження впливу теплового потоку на поверхню оболонки корпусів піротехнічних виробів проводилося з метою визначення на поверхні оболонки небезпечних зон шляхом знаходження розподілу теплового потоку з приграничного шару уздовж поверхні оболонки в залежності від режиму обтікання. Для визначення значень теплового потоку застосовувалися відомі газодинамічні закони [1-6].

Газодинамічна задача було розглянуто як квазістаціонарна, що справедливо для більшості практичних випадків, за винятком імпульсних режимів, що обумовлено тим, що об'ємна теплоємність газового потоку ( $C_{V2}$ ) мала порівняно з об'ємною теплоємністю матеріалу оболонки ( $C_{V0}$ ), тобто  $C_{V2} / C_{V0} \ll 1$  [1-6].

При проведенні розрахунків з використанням стандартного програмного забезпечення були визначено розподіли теплового потоку з приграничного шару уздовж поверхні металевої оболонки піротехнічних виробів в залежності від різних умов експлуатації, що представлено на рис. 1.

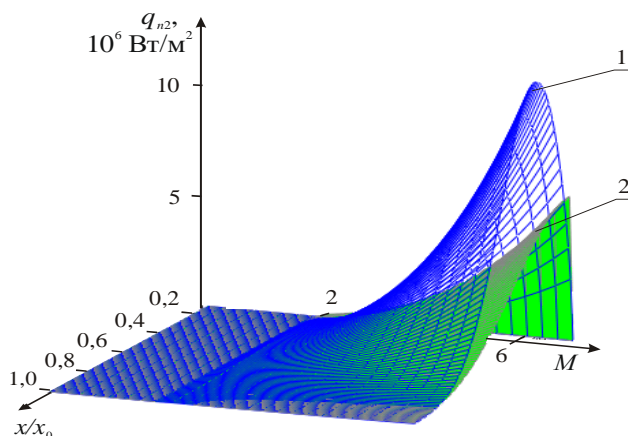


Рис. 1. Тривимірне зображення розподілу теплового потоку  $q_{n2}(x, M)$  на поверхні оболонки, обтічної надзвуковим потоком повітря ( $T_0 = 300$  К;  $x_0 = 0,1$  м):

- 1 – турбулентний режим обтікання;
- 2 – ламінарний режим обтікання.

З результатів розрахунків, представлених на рис. 1, випливає, що місця розташування максимальних значень теплового потоку  $(q_{n2})_{max}$  на поверхні металевої оболонки піротехнічних виробів істотно залежать від режиму обтікання: для ламінарного режиму обтікання значення  $(q_{n2})_{max}$  знаходяться поблизу передньої критичної точки ( $x = 0, V = 0$ ) оболонки; для турбулентного режиму обтікання значення  $(q_{n2})_{max}$  вже зміщуються від  $x = 0$  до  $x_{max}$ . При цьому зі збільшенням швидкості обдуву потоком повітря від  $M = 2$  до  $M = 6$  значення  $(q_{n2})_{max}$  зростають від  $0,3 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> до  $6,2 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> (турбулентний режим обтікання) і від  $0,5 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> до  $3,5 \cdot 10^7$  Вт/м<sup>2</sup> (ламінарний режим обтікання).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Процессы горения металлизированных конденсированных систем / В. А. Ващенко, О. В. Кириченко, Ю. Г. Лега, П. И. Заика, И. В. Яценко, В. В. Цыбулин. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.
2. Повышение эффективности пиротехнических нитратосодержащих изделий в условиях их применения / О. В. Кириченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2009. – № 2. – С. 89 – 94.
3. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів. Монографія / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. – К.: Наукова думка, 2012. – 318 с.
4. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру займання та час згоряння частинок магнію та алюмінію в продуктах розкладання оксидів металів / Кириченко Є.П., Гвоздь В.М., Ващенко В.А.,

Кириченко О.В., Дядюшенко О.О. // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 2021. – № 2(12). – С. 112-122.

5. Моделирование процесса нагрева металлических оболочек пиротехнических изделий в условиях внешних термовоздействий / О. В. Кириченко // Международный научно-практический журнал “Чрезвычайные ситуации: образование и наука”. Беларусь. – Гомель: Гомельский инженерный институт, 2013. – № 2. – С. 37 – 45.

6. Закономірності впливу технологічних параметрів та зовнішніх чинників на температуру та склад продуктів згоряння піротехнічних нітратно-металевих сумішей / Р. Б. Мотрічук, О. В. Кириченко, В. А. Ващенко, С. О. Колінько, Т. І. Бутенко, Є. П. Кириченко, В. В. Цибулін // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2020. – № 4. – С. 131 – 142.

**УДК 614.841.34**

## **ЩОДО ЗАПРОВАДЖЕННЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ПОКРІВЕЛЬ ТА ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Віталій КОВАЛЕНКО, канд. техн. наук, с.н.с,  
Олександр ДОБРОСТАН, канд. техн. наук,  
Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, с.н.с., Юрій ДОЛІШНІЙ,  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту  
ДСНС України*

Війна росії проти України призводить до великих руйнувань будівель та споруд. Зокрема пожежі, які відбуваються на покрівлях адміністративних, громадських та житлових будівлях після попадання на них снарядів та вибухівки, швидко поширюються по зовнішнім покрівельним матеріалам та сприяють подальшому розвитку горіння в середині будівлі та її руйнування.



*Рис. 1 – Пожежі на покрівлях будівель після попадання на них снарядів  
(війна росії проти України, 2022 р.)*

Останнім часом популярними покрівельними матеріалами є горючі матеріали. Це пов'язано з економічною вигодою та простотою під час виконання монтажних робіт. Однак, горючі матеріали здатні займатися і самостійно горіти після видалення джерела займання, що у свою чергу призводить до поширення полум'я, як по покрівлі так і по всій будівлі. Тому, застосування негорючих

матеріалів повинно сприяти стримуванню пожежі на початковій стадії, у тому числі від попадання на неї ворожих снарядів.

На сьогоднішній день в державних будівельних нормах відсутні вимоги пожежної безпеки до покрівель та покрівельних матеріалів, окрім вимог вогнестійкості покриттів, до складу яких входить покрівля. В країнах Європейського простору до покрівель та покрівельних матеріалів встановлено вимоги з пожежної безпеки згідно з [1] як до покрівельних матеріалів так і до покрівель в складі конструкцій, що сприяє обмеженню поширення вогню в будівлях та спорудах під час пожежі.

Встановлення вимог пожежної безпеки до покрівель та покрівельних матеріалів в [2] є актуальним завданням, що сприятиме підвищенню рівня безпечності життя, здоров'я людей та збереженню матеріальних цінностей шляхом створення передумов щодо обмеження поширення пожежі по покрівлям та покрівельним матеріалам.

В Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (ІДУ НД ЦЗ) на виконання Плану наукової та науково-технічної діяльності ДСНС виконується науково-дослідна робота (НДР) «Дослідження стійкості до зовнішнього вогневого впливу покрівель». Результатами виконання цієї НДР будуть пропозиції щодо змін до будівельних норм стосовно вимог пожежної безпеки до покрівель та покрівельних матеріалів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ EN 13501-5:2016. Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій. Частина 5. Класифікація за результатами випробувань стійкості покрівель до зовнішнього вогневого впливу (EN 13501-5:2005+A1:2009, IDT). Прийнятий методом «підтвердження». [Чинний від 2016-09-01]. Київ: ДП УкрНДНЦ, 2016. 35 с.

2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.[Чинний з 01.06.2017]. Київ: Мінрегіон України, 2017. 41 с.

УДК 614.842/.847

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ ВОГНЕГАСНИХ РОЗЧИНІВ

*Анатолій КОДРИК, канд. тех. наук,  
Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, д-р. техн. наук,  
Андрій БОРИСОВ, канд. держ.упр,*

*Олександр ТИТЕНКО, канд. тех. наук, Олександр МОРОЗ,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Для ефективного гасіння пожеж класу А водними вогнегасними розчинами (далі-ВВР) важливо створити умови при яких нівелюються недоліки води - відсутності стікання та краще ізолювання поверхонь вогнезахисним прошарком. Потрібно поєднання в одній операції гасіння декілька способів гасіння: охолодження, ізоляцію і інгібування що підвищить ефективність гасіння, зменшить витрати води, що призведе гальмування хімічних реакцій у полум'ї та утворення на палаючих поверхнях захисних плівок, які за рахунок своєї низької теплопровідності та ізолюванню від доступу кисню унеможливають повторне спалахування. Тому розроблення нових сучасних зразків ВВР з використанням сучасних гелеутворюючих сполук, а також підвищення вогнегасної ефективності

при їх застосуванні в елементах систем протипожежного захисту об'єктів та пожежогасінні є актуальним питанням.

Експериментальні дослідження з виявлення впливу модифікувальних добавок до води на вогнегасну ефективність під час гасіння вогнищ класу А проводилися з метою обґрунтування вибору вищезазначених цільових добавок, а також визначення їх найбільш ефективного складу з використанням наступних компонентів:

- натрієвого та калієвого скла ( $R_2O \cdot (SiO_2)_m \cdot nH_2O$  (де  $R_2O$  - оксид лужного металу,  $m$ —модуль рідкого скла), поташу ( $K_2CO_3$ ), полімерного гелеутворювача ECOFLOC-F 07;

- гелеутворюючої системи на основі реакції кристалогідрату сульфату алюмінію ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ) з кальцинованою содою ( $Na_2CO_3$ ) та гелеутворюючої системи на основі кристалогідрату сульфату алюмінію ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ) з поташем ( $K_2CO_3$ ), добавки ПУ таких, як AFFF, та Альпен.

До складу ВВР для забезпечування підсилення ефекту інгібування ланцюгових реакцій горіння додавали бікарбонат калію та натрію [1], та використовували модифікацію розчинів додаванням солей алюмінію[2,3,4], створюють таким чином комбіновані ВВР. На наш погляд це призводить підвищення ефективності гасіння як полум'яного горіння ТГМ, так і протидії його повторного займання.

В роботі досліджувалися випаровуваність вогнегасних речовини в часі в залежності від її складу, зміна поверхневого натягу та здатності до прилипання, зміна кінематичної та динамічної в'язкості вогнегасних розчинів в залежності від складу та концентрації композицій, вплив солей лужних металів та поверхнево – активних речовин на властивості ВР, вплив зміни складу та концентрації водних вогнегасних розчинів на їх вогнегасну здатність при гасінні модельних вогнищ тонко розпиленим струменем.

Для визначення ефективності запропонованих розчинів були проведені їх порівняльні випробування при гасіння модельних вогнищ класу 1А, 2А, з використанням вогнегасників. В результаті проведених досліджень встановлено:

1.Випаровуваність досліджуваних рідин у статичному стані для гідрогелю на полімерній основі при типових значеннях процентного вмісту полімерного гелеутворювача у воді (0,3 %) становить близько 90 % (відносно води).

2.Випаровуваність досліджуваних рідин у статичному стані для водного розчину рідкого скла при типових значеннях може досягати близько 80 % (відносно води).

3.Величина поверхневого натягу у першому наближенні залежить від вмісту ПАВ та його критичної величини, що наближено дорівнює 0,1 % практично не залежно від вмісту інших компонентів з яким проводилися експерименти: водні розчини: рідкого скла, полімерного гелю, композицій полімерного гелю та рідкого скла.

4.Величина відносної здатності до прилипання гідрогелю на основі полімерного гелеутворювача може досягати значних величин до 8 разів у порівнянні з водою. При добавках до цього ж складу 5 % ПАВ здатність до прилипання знижується до показника відносної здатності до 4 разів. При добавках до гідрогелю 5 % рідкого скла та 5 % ПАВ здатність до прилипання знижується практично до властивостей води.

5.Висока відносна здатність до прилипання вогнегасної речовини на основі гідрогелю значно збільшує величину адгезійного та охолоджуючого шару поверхні у порівнянні з водою. Захисний шар гідрогелю містить велику кількість води, що прилипає до стінок, що може надійно захистити поверхні від нагріву.

6.Одним з висновків є встановлений факт різкого зниження в'язкості гідрогелю

(близько до звичайної води) при збільшенні швидкостей подачі вогнегасної речовини існуючими засобами пожежної техніки, що створює зручні умови для проектування спеціальної пожежної техніки з використанням гідрогелевих вогнегасних речовин.

Аналізуючи результати вогневих випробувань з гасіння модельних вогнищ тонко розпилимим струменем можемо відзначити, що окрім дослідів з додавання високої концентрації рідкого скла ми маємо підвищення вогнегасної ефективності. Додавання поташу підвищує ефективність розчинів, але ускладнює склад ВВР. Зазначимо, що найбільший ефект досягнуто при додаванні поташу та рідкого скла у рівних пропорціях. Збільшення концентрації поташу та рідкого скла у розчині призводить до підвищення вогнегасної ефективності розчину. Використання поташу при отриманні алюмогелю в порівнянні з застосуванням кальцинованої соди збільшило показник відносної вогнегасної ефективності приблизно на 35 %. Зміна співвідношення у розчині алюмогелю сульфату алюмінію та поташу в сторону збільшення поташу позитивно, що наш погляд пов'язано зі посиленням ефекту інгібування. Крім того, при попаданні на відкрите полум'я гідроксид алюмінію розкладається з утворенням плівки твердого оксиду що позитивно впливає на підвищення вогнегасної ефективності розчину.

Ефективність розчинів на основі гелю гідроксиду алюмінію через годину після утворення різко спадає. Запропоновано новий склад розчину на основі гелю гідроксиду алюмінію, використавши в якості каталізатора  $K_2CO_3$  замість кальцинованої соди, який показав збільшення ефективності гасіння на ~ 30 %.

Найкращі результати отримали при застосуванні розчинів рідкого скла і поташу та сульфату алюмінію і поташу. Слід зазначити, що при гасінні модельних вогнищ пропонованими ВВР на поверхні модельних вогнищ утворювалися захисні плівки які беруть активну участь у процесі гасіння.

При гасінні модельних вогнищ класу А за результатами попередніх досліджень використанні три різні по призначенню та ефективності модифіковані водні вогнегасні речовини з наступними добавками:

- гідрогелю алюмінію с різною концентрацією в розчині, отриманий на основі реакції кристалогідрату сульфату алюмінію  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  з поташем  $K_2CO_3$  з додаванням 0,2 % піноутворювача AFFF (6 %);

- 10 % водного розчину рідкого натрієвого скла  $Na_2O(SiO_2)$  разом з 10 % карбонату калію та додаванням 0,2% піноутворювача AFFF (6 %);

- 0,3 % водного розчину гелеутворювача ECOFLOC фракції 0,2...1,0 мм з додаванням піноутворювача загального призначення та піноутворювача AFFF (6 %).

Встановлено, що гідрогель алюмінію з різною концентрацією в розчині отриманий на основі реакції кристалогідрату сульфату алюмінію  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  з поташем  $K_2CO_3$ , має властивості миттєвого збиття полум'я за рахунок реалізації одночасно трьох способів гасіння: ізоляція, інгібування та охолодження, що призводить до зниження витрати вогнегасної речовини та підвищенню ефективності гасіння. Використання поташу замість кальцинованої соди при його отриманні підвищує час існування гідрогелю до двох разів, однак цей є недоліком який ми повинні враховувати.

Головними позитивними властивостями вогнегасного розчину рідкого скла є можливість зміни в'язкості ВР в широкому діапазоні, збільшення щільності розчину та утворення ізолюючої плівки при попаданні на поверхню твердого тіла, що горить. Наведено обґрунтування використання водного розчину для гасіння пожеж, що містить 5-20 % рідкого скла. Перспективним являється додавання в розчин рідкого скла поташу  $K_2CO_3$  з метою підвищення інгібуючих властивостей ВВР.

При гасінні пожеж класу А з використанням полімерного гелеутворювача ECOFLOC на поверхні твердих тіл утворюється захисний ізолюючий шар, який на 90...98% складається із води. Товщина плівки гідрогелю в рази перевищує товщину плівки води, завдяки цьому підвищується охолоджуюча дія води. Також ця захисна плівка гідрогелю захищає палаючі поверхні від доступу кисню. На відміну від повітряної піни плівка гелю важка, не уноситься потоком повітря. В'язкість гідрогелю вища за воду, що дозволяє зберігати захисну плівку на похилих поверхнях. Для гасіння пожеж та вогне- та теплозахисту рекомендовано застосовувати різні концентрації гідрогелю у ВР – від 0,1 до 0,4 % до об'єму вогнегасного розчину.

Отримані в ході дослідження результати свідчать про ефективність застосування ВВР з використанням в'язких гідрогелів при гасінні палаючих твердих речовин в атмосферних умовах, без зміни температури і додавання антирозчинників.

В якості нової ВВР запропонований гідрогель алюмінію с різною концентрацією в розчині на основі реакції кристалогідрату сульфату алюмінію ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ) з поташем ( $K_2CO_3$ ) який об'єднує в одній технологічній операції гасіння одразу три способи гасіння: охолодження, ізоляцію і інгібування, що призводить, за інших рівних умов, до зниження витрати вогнегасної речовини. Застосування поташу, замість кальцинованої соди  $Na_2CO_3$ , при отриманні гідрогелю алюмінію на від 30 % до 35 % підвищує ефективність ВВР при гасінні пожежі. Слід зазначити, що гідрогель алюмінію, при попаданні у зону високої температури, розкладається з утворення плівки оксиду алюмінію та воду, що збільшує ефективність.

В якості нової вогнегасної речовини запропонований водний розчин полімерного гелеутворювача ECOFLOC А - 07 з додаванням поверхнево-активних речовин. Використання розчину гідрогелю у концентрації до 0,3 % у 2...3,5 рази підвищує коефіцієнт використання води в порівнянні з застосуванням самої води. Додавання до розчину у малій концентрації  $K_2CO_3$  (поташу) призводить не тільки до збільшення коефіцієнту використання води до 5,4 разів, але дає можливість поєднати ефективно охолодження осередку пожежі, за рахунок збільшення ефективності використання води, з інгібуючим ефектом використання поташу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про науково-дослідну роботу «Провести дослідження з розкриття особливостей процесів припинення горіння горючих речовин під час застосування сучасних вогнегасних речовин та технологій їх подавання» [Наук. кер. Антонов А.В.]-К.: УкрНДІЦЗ ДСНС України - 2015–147 с.

2. Янц А.И., Павлов М.М. Жидкофазные огнетушащие составы на основе жидкого стекла // Инновационная наука. - г.Уфа, 2017. - №8. - с. 28 - 29. К вопросу применения огнетушащих составов на основе жидкого стекла при тушении лесного пожара.

3. Ивченко О.А. Испытания огнетушащей способности гидрогеля алюминия при тушении модельных природных низовых пожаров, /О.А. Ивченко, К. Е. Панкин/ Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 35. – № 1. – С. 38–50. DOI: 10.12737/article\_5c92016e1314b2.49705560.

4. A. Sut Aluminium diethylphosphinate versus ammonium polyphosphate: A comprehensive comparison of the chemical interactions during pyrolysis in flame-retarded polyolefine/poly(phenylene oxide). / Sut A., Greiser S., Jager C., Schartel B // Thermochemica Acta, Vol. 640, p. 74-84. DOI: 10.1016/j.tca.2016.08.004.

**СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ІМІТАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ  
ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ПИЛОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ**

*Андрій КУЛІДА, Ірина ДАРУГА*

*Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Одним з джерел небезпеки на зернопереробних підприємствах і складах є висока вибухо- і пожежонебезпека. Її причини – надходження пилу органічних горючих речовин і виникнення пилоповітряних сумішей. Небезпечність виробництв визначається агрегатним станом речовин і матеріалів та показниками їх пожежо- і вибухонебезпечності.

На сучасних елеваторах та млино-круп'яних підприємствах легкозаймистими є зерно, зерновий та борошняний пил [1], транспортні стрічки, спалені елементи обладнання, окремі конструкції будівель. Пил зернопереробних підприємств є пожежо- й вибухонебезпечним.

Пил відноситься до аерозольних систем. Поширення горіння в пилових сумішах відбувається наступним чином. При запаленні в одній точці полум'я з певною швидкістю буде поширюватися по всьому об'єму, зайнятого пилоповітряної сумішшю. Зважаючи на вищевикладене, проблема є актуальною та складною в наш час. В даному напрямі буде ефективним дослідження виникнення та розвитку пилового вибуху за умов створення установки для дослідження та демонстрації вибуху пилу різної природи та розміру.

Лабораторний стенд для дослідження пожежовибухонебезпечних властивостей пилоповітряних сумішей може бути використана у навчальному процесі для проведення лабораторних робіт.

Практичне застосування. Вмикаємо подачу джерела запалення (кнопка подачі відкритого полум'я або кнопка подачі електричної іскри). За допомогою компресора в ємність надходить повітря (кнопка увімкнення компресора), з ємності під тиском надходить повітря до камери для утворення пилоповітряної суміші (кнопка увімкнення електромагнітного клапану), це регулюється блоком автоматики, який в свою чергу подає імпульс до електромагнітного клапану що відкриває засувку і повітря потрапляє в камеру для утворення пилоповітряної суміші, у верхній частині камери встановлено сітку яка, тримає пил у стані спокою до того моменту коли повітря здійме і перемішає пил з повітрям (якщо вибух відбувся то концентрація пилу в повітрі вибухонебезпечна).



Схема лабораторного стенду для демонстрації пожежовибухонебезпечних властивостей пилоповітряних сумішей

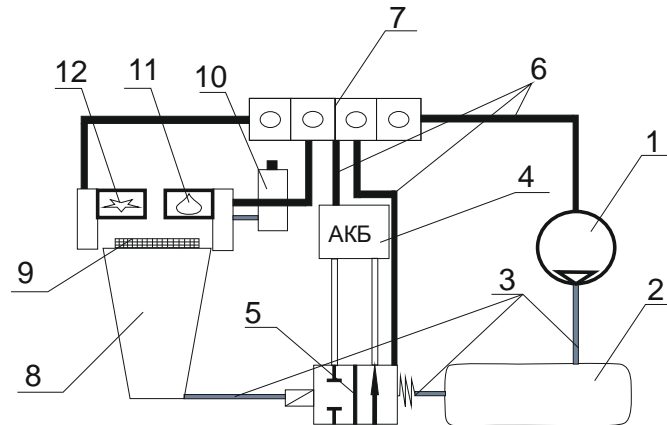


Рис. 1. – компресор, 2 – емність з повітрям під тиском, 3 – гнучкий трубопровід, 4 – джерело живлення (акумулятор), 5 – електромагнітний клапан, 6 – електропровід, 7 – блок автоматики, 8 – камера для утворення пилоповітряної суміші, 9 – змінна сітка для утворення пилу відповідного розміру, 10 – балон с горючим газом, 12 – джерело запалення (утворювач іскри), 13 – джерело запалення (відкрите полум'я).

Для проведення обчислювального експерименту з використанням створеної комп'ютерної моделі імітаційного приміщення (рис. 2) для випробувань використана нижченаведена послідовність розрахункових процедур. За допомогою Fire Dynamic Simulation (FDS), було змодельовано простір 9, та джерело запалювання 11, приклад простору показано на рис.2.

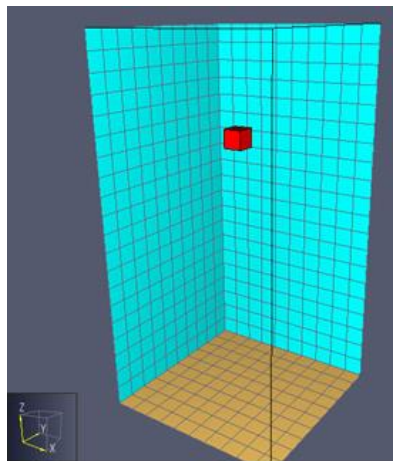


Рис. 2. – Вигляд моделі імітаційного простору, яка використовувалась для обчислювального експерименту.

За допомогою CAD програми створюється геометрична конфігурація модельного приміщення необхідних розмірів. Всередині створюються моделі перегородок, отвору для виходу продуктів горіння та місця підпору повітря. Геометрична модель імпортується в середовище розрахункового комплексу FDS.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Неменуша С.М., Фесенко О.О., Лисюк В.М. Підприємства по зберіганню зерна: ризик виникнення пожеж. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2019. № 1 (7). С. 3-12.

## ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВИКОРИСТАННЯ СОЛЕЙ *d*-МЕТАЛІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ

*Олена ЛАВРЕНЮК, канд. техн. наук, доцент,  
Борис МИХАЛІЧКО, д-р хім. наук, професор,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Особливістю пожеж, що супроводжуються горінням полімерних матеріалів, є не лише значне підвищення температури, а й інтенсивне димоутворення та виділення токсичних продуктів. Все це ускладнює екологічну ситуацію, пов'язану з практично некерованими процесами антропогенного забруднення довкілля, призводить до професійно зумовлених захворювань рятувальників та погіршення здоров'я населення.

Основними джерелами надходження токсичних продуктів в умовах пожежі є процеси термоокисної деструкції, горіння та тління матеріалів на основі синтетичних полімерів. Тому вкрай важливим та актуальним напрямком досліджень є створення нових та модифікація існуючих рецептур полімерів, скерованих на підвищення їхньої термічної стійкості, зниження пожежної небезпеки та токсичності продуктів горіння. В цьому аспекті особливо привабливим є введення в полімерну матрицю хімічно активних антипіренів, які змінюють структуру та властивості макромолекул.

Аналіз проведених в роботі експериментальних досліджень свідчить про виняткову ефективність використання деяких неорганічних солей *d*-металів (купрум(II) сульфату, купрум(II) карбонату, купрум(II) гексафлуорсилікату, купрум(II) хлориду, купрум(II) фториду тощо) для зниження інтенсивності димоутворення та токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів на основі епоксидних смол [1, 2]. Завдяки появі додаткових хімічних зв'язків при застосуванні запропонованих антипіренів суттєво підвищується термостійкість, зменшується швидкість втрати маси при термоокисній деструкції та збільшується вихід твердого вуглецевого залишку. Зниження токсичності продуктів термічного розкладу та зменшення інтенсивності димоутворення під час горіння та тління композицій, ймовірно, зумовлено зниженням концентрації бензену в продуктах деструкції, високою швидкістю вигорання нелетких продуктів деструкції та утворенням великої концентрації негорючих газоподібних продуктів.

Отримані в роботі результати є підґрунтям розробки епоксиполімерних матеріалів найрізноманітнішого призначення – наливних підлог, герметиків, шпаклівок заливних компаундів, клеїв, лакофарбових покриттів, зв'язуючих для скло- чи вуглепластиків, пресматеріалів, тощо, які можуть застосовуватися на об'єктах з жорсткими вимогами щодо екологічної та пожежної безпеки.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Пархоменко В.-П.О., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Визначення групи горючості епоксіамінних композицій, модифікованих солями купруму (II). Проблеми пожежної безпеки, 2017. Вип. 41. С. 124-128.

2. Пархоменко В.-П.О., Кочубей В.В., Михалічко Б.М., Лавренюк О.І., Павловський Ю.П. Вплив купрум (II) гексафлуорсилікату на термоокисну стійкість самозгасаючих епоксіамінних композицій. Пожежна безпека, 2017. №30. С. 132-136.

**МОЖЛИВІ НАСЛІДКІВ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ***Денис ЛАГНО,**Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Будь-яке іонізуюче випромінювання, як за зовнішнього, так і внутрішнього опромінення, коли радіонукліди потрапляють в організм, викликає біологічні зміни в ньому. Біологічна дія іонізуючого випромінювання залежить від дози, часу опромінення, виду та енергії радіоактивного випромінювання, розмірів опроміненої поверхні та індивідуальних властивостей організму. Іонізуючі випромінювання, як правило, шкідливі та потенційно смертельні для живих організмів, але можуть також приносити і користь для здоров'я, наприклад, під час лікування раку методом променевої терапії. Найпоширенішою дією є провокування раку з латентним періодом в роки або і десятиліття після опромінення. Високі дози можуть викликати радіаційні опіки і навіть швидко загибель людини через гострий радіаційний синдром. Контрольовані дози використовуються для медичної візуалізації та променевої терапії [1].

Доза зовнішнього опромінення формується (більш ніж 99%) за рахунок гамма випромінювання, що містяться у підстилці, деревостой та верхньому мінеральному шарі ґрунту. До теперішнього часу у підстилці соснових лісів може міститися до 50 % активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  від загального їх запасу в біогеоценозах. Найбільшу здатність до утримання радіонуклідів (до 50 % активності) мають повнопрофільні потужні підстилки хвойних лісів, а мінімальної – малопотужні підстилки листяних лісів (менше 1 % активності). При цьому, в даний час більше 75 % активності радіонуклідів в лісовій підстилці ЗВ зосереджено у шарі, що межує з мінеральним шаром ґрунту який розклався або напіврозклався [2].

Після відкриття явища радіоактивності й упродовж багатьох років головним індикатором впливу на людину як на основний об'єкт радіоекологічних досліджень вважалося почервоніння шкіри. До 50-х років ХХ ст. єдиним чинником безпосереднього впливу радіації на організм людини вважали пряме радіаційне ураження шкіри, кісного мозку, центральної нервової системи, шлункового тракту у результаті дії гострої променевої хвороби.

Однак одним з найбільших ефектів опромінення всього живого на планеті, у тому числі й людину, виявилось руйнування молекул білка і утворення нових, нехарактерних цим організмам молекул. У разі сильної дії радіації на організм людини в її тілі не встигають створюватися антитіла, необхідні для боротьби з чужими білковими утвореннями, і розвивається захворювання, яке називається лейкоз або лейкемія – пухлинне ураження крові [3].

Іншим небезпечним наслідком опромінення людини під час отримання малих доз радіації є рак – злоякісне новоутворення в її організмі. Найпоширенішими видами ракових хвороб є рак молочної і щитовидної залоз. Рак інших органів і тканин серед опроміненого населення трапляється значно рідше. Навіть найменша доза збільшує імовірність захворювання раком, а будь-яка додаткова доза опромінення суттєво збільшує таку вірогідність. Найстрашнішим для майбутнього людства вважається свідчення того, що радіаційні порушення (генні, хромосомні і геномні мутації) передаються спадково протягом багатьох наступних поколінь [3].

Перелік наслідків дії іонізуючого випромінювання на людину постійно зростає. Сьогодні до нього входять такі захворювання:

ураження гострою променевою хворобою;

розвиток лейкозу, лейкемії та ін. пухлинних хвороб крові;  
виникнення злоякісних новоутворень (раків) будь-яких органів;  
порушення генетичного коду (мутаційні зміни); !  
ураження нервової системи, кровоносних та лімфатичних судин;  
пошкодження органів зору, помутніння кришталика ока, розвиток катаракти;  
порушення обміну речовин та ендокринної рівноваги;  
виникнення тимчасової або постійної стерильності та імпотенції;  
розвиток імунодефіциту, підвищення чутливості організму до звичайних захворювань;  
порушення психічного та розумового розвитку;  
прискорення старіння організму.

Доказам того, що ці захворювання значною мірою зумовлені радіацією, особливо на Чорнобильській АЕС.

Таким чином, підсумовуючи все вищезазначене можна зробити висновок, окрім зовнішнього опромінення людини, є і внутрішнє опромінення, викликане радіонуклідами, що надійшли до організму з їжею, водою, атмосферним повітрям або через пошкоджену шкіру.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Курс лекцій «Радіаційна біофізика» для магістрів кафедри біофізики Навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка: навч.-метод. розроб. / упорядн. К.І. Богущька, Ю.І. Прилуцький, Ю.П. Склярів. — Київ: Поліграфічна дільниця Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, 2012. — 88 с.

2. Довідник рятувальника: Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи з ліквідації наслідків радіаційних аварій/. К.: УкрНДІЦЗ, 201X. - 186 с.

3. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 149 с.

УДК 614.841

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ

*Тетяна МАГЛЬОВАНА<sup>1</sup>, д-р. техн. наук, доцент,*

*Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ<sup>1</sup>, д-р. техн. наук, доцент,*

*Денис КОЛЕСНИКОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,*

*Сергій СТАСЬ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, професор,*

*Тарас НИЖНИК<sup>2</sup>, канд. техн. наук,*

*Тетяна СТРИКАЛЕНКО<sup>3</sup>, д-р. мед. наук, професор,*

<sup>1</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

<sup>3</sup>Одеська національна академія харчових технологій

Установки автоматичного спринклерного та дренчерного водяного пожежогасіння (УАПГ) є одними з найбільш розповсюджених, ефективних, не залежать від присутності людини, дозволяють оперативного реагувати на виникнення пожежі. УАПГ знаходяться в стані постійної готовності та дозволяють

підвищити ефективність процесу боротьби з пожежами за рахунок зниження часу на їх виявлення. Засобами виявлення та локалізації осередків пожежі в такому випадку можуть бути стаціонарні спринклерні системи водяного і пінного пожежогасіння. Рух рідини в трубопроводах таких систем має ряд особливостей. Важливим завданням є забезпечення таких умов руху вогнегасних рідин по трубопроводах, за яких мінімальними зусиллями можливо забезпечити оптимальну витрату рідини вздовж розгалуженого магістрального трубопроводу, а також і дальність компактних частин водяних струменів, які утворюються ручними пожежними стволами, за умови приєднання до УАПГ системи пожежних кран комплектів, тощо[1].

Процес гасіння матеріалів, в тому числі з використанням автоматичних установок пожежогасіння, необхідно розглядати як суму двох чинників: підвищення ефективності подачі водних вогнегасних речовин в осередок пожежі (за рахунок зниження гідродинамічного опору) і покращення фізико-хімічних (вогнегасних) властивостей води шляхом використання поверхнево-активних речовин (ПАР) та високомолекулярних полімерів.

Аналізуючи дану проблему, нашу увагу було зосереджено до гуанідинових полімерів (у вигляді сольової форми), оскільки можливості їх застосування для зниження гідравлічного опору [2] можуть поєднуватися з іншими відомими властивостями цих полімерів, а саме: антикорозійними властивостями [3]; стабільністю під час використання та зберігання протягом більше 1 року [4]; вираженою антибактеріальною активністю [5], можливістю використання в об'єднаних системах пожежогасіння та господарчо-питного водопостачання [6]. Солі полігексаметиленгуанідину здатні впливати на процес горіння і відповідають визначеним вимогам екологічно прийнятних речовин, до яких відносять такі речовини або однорідні суміші, які за своїми фізико-хімічними властивостями придатні до застосування в технічних засобах задля припинення горіння, а за ступенем дії на організм відносяться до помірно небезпечних або малонебезпечних, та під час взаємодії з полум'ям або термічного розкладу не утворюють шкідливих речовин у концентраціях, небезпечних для живих істот і довкілля [5].

Визначення показників водної вогнегасної речовини проводили з використанням лабораторної насосної установки, що дозволяє проводити дослідження пов'язані з течією в'язких рідин в трубопроводах різного типу, протипожежному обладнанні, стволах, насадках [5, 7].

Дослідження проводились в декілька етапів. На першому етапі досліджували зміни витрати води та водного розчину вогнегасної речовини з використанням ручного пожежного ствола РСК-50 за різних значень тиску та різних концентрацій полімеру. На другому етапі визначали зміни витрати води та водного розчину полімеру що досліджувався за різних значень тиску в насосі, який забезпечував роботу рукавної лінії Ø51 мм довжиною 140 м. Показано, що для водних розчинів даного полімеру за рахунок зниження гідродинамічного тертя в рукавній лінії спостерігається збільшення витрати вогнегасної рідини на 10-11% за тиску 2 bar. Це вказує на той факт, що рукавна лінія працювала в режимі зниження гідродинамічного опору, внаслідок чого можливо досягти зниження енергозатрат, та отримати оптимальний розподіл витрат по ділянкам розгалуженої мережі. Таким чином, одним із резервів підвищення ефективності роботи систем водяного пожежогасіння може бути використання явища зниження гідродинамічного опору при забезпеченні витрат вогнегасних рідин по розгалужених трубопроводах із дискретними витратами шляхом використання водних вогнегасних речовин з вмістом гуанідинових полімерів, що одночасно володіють властивостями поверхнево-активної речовини та високомолекулярних полімерів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-16-2005 Культурно-видовищні та дозвілєві заклади [Чинний від 2006-04-01]. Київ, 2005. 134 с. (Інформація та документація).
2. Maglyovana T. Improving the efficiency of water fire extinguishing systems operation by using guanidine polymers / T. Maglyovana, T. Nyzhnyk, S. Stas, D. Kolesnikov, T. Strikalenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* – 2020. – №1/10(103). Pp.20-25.
3. Воинцева И.И. Антикоррозионные свойства обеззараживающих реагентов на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида / И.И. Воинцева, Т.Ю. Нижник, Т.В. Стрикаленко, А.И. Баранова // *Вода: химия и экология*. — 2018. — № 10-12. — С. 99-108.
4. Гембицкий П.А. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин / П. А. Гембицкий, И.И. Воинцева // Запорожье, 1998. 44с.
5. Мариевский В.Ф. Повышение эпидемической и химической безопасности воды как задача выбора новых реагентов для дезинфекции. / В.Ф.Мариевский, И. И. Даниленко, А.И. Баранова и др. // – *Профілактична медицина*. – 2009, № 3 (7). – С. 53–62.
6. Методичні рекомендації щодо застосування засобу “Акватон-10” для знезараження об’єктів водопідготовки та води при централізованому, автономному та децентралізованому водопостачанні. Затверджені Наказом МОЗ України 26.02.2010. №16-2010. – К.: МОЗ України, 2010. – 31с.
7. Колесников Д. В. Дестабилизация потока в канале с изменяющимся по длине расходом / Д. В. Колесников, О. М. Яхно, Н. В. Семинская, С. В. Стась // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 3/7(69). – 2014. – С. 45–49.

## УДК 614.841

*Тетяна МАГЛЬОВАНА<sup>1</sup>, д-р. техн. наук, доцент,*

*Тарас НИЖНИК<sup>2</sup>, канд. техн. наук,*

*Сергій СТАСЬ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, професор,*

*Денис КОЛЕСНИКОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,*

*Тетяна СТРИКАЛЕНКО<sup>3</sup>, д-р. мед. наук, професор,*

<sup>1</sup>*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*

<sup>2</sup>*Національний технічний університет України «Київський політехнічний*

*інститут імені Ігоря Сікорського»,*

<sup>3</sup>*Одеська національна академія харчових технологій*

## **ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ**

Системи водяного пожежогасіння є одними з найбільш ефективних, дозволяють оперативно реагувати на виникнення пожежі [1]. Рух рідини в трубопроводах таких систем має ряд особливостей. Важливим завданням є забезпечення таких умов руху водної вогнегасної речовини по трубопроводах, за яких мінімальними зусиллями можливо забезпечити максимальну витрату рідини, дальність струменів тощо [2].

Використання гідродинамічно активних речовин у потоках рідини дають можливість підвищити ефективність роботи систем пожежогасіння без використання додаткових засобів і суттєвої зміни їхньої конструкції [3-4].

Проте, ефективність дії сучасних засобів водяного пожежогасіння є недостатньою для забезпечення відповідного рівня екологічної та пожежної безпеки [5]. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на подальше удосконалення технології систем водяного пожежогасіння в тому числі з використанням екологічно прийнятних водних вогнегасних речовин.

Метою нашого дослідження було визначення оптимальних умов для зниження гідравлічних втрат при подачі по трубопроводах і рукавних лініях водних вогнегасних речовин на основі полімерів гуанідинового ряду під час гасіння пожеж та ліквідацій надзвичайних ситуацій.

Проведеними дослідженнями встановлено можливість отримання водних вогнегасних речовин, здатних знижувати гідравлічний опір (володіють ефектом Томса) шляхом використання гуанідинових полімерів. Показано, що додавання незначних концентрацій досліджуваного полімеру, що належить до IV класу токсичності та є ефективним інгібітором біокорозії, збільшує витрати водної вогнегасної речовини у 1,20–1,78 рази під час використання пожежного ствола РСК-50 [6].

Експериментально встановлено збільшення витрат досліджуваної водної вогнегасної речовини з дренчерних зрошувачів в діапазоні концентрацій (0,3–1,4 %) вздовж досліджуваного трубопроводу (1 м та 13 м) на 1,86–7,69 %. За цих умов можливим є підвищення величини тиску на 2–6 % в порівнянні з початковими значеннями [6].

Чинниками зниження гідродинамічного опору гуанідиновими полімерами, можуть бути наявність поліелектролітного ефекту в розведених розчинах та/або адсорбція макромолекул полімеру на стінках, що призводить до зменшення тертя. Обґрунтування вірогідності таких механізмів дії полягає у наступному. Використаний полімер є лінійним, відноситься до класу сильних поліоснов та є поліелектролітом, внаслідок електролітичної дисоціації якого утворюються макройони та контрйони. Йоногенні гуанідинові групи полімеру надають йому властивостей катіонного поліелектроліту, що має поліелектролітний ефект в розведених розчинах – ефект розбухання макроклубків під дією на ланцюгу макромолекули позитивних зарядів [4, 6].

Молекули полімеру за концентрації менше 1 % сильно розбухають у воді та мають ниткоподібну будову, внаслідок чого під дією потоку рідини вони витягуються вздовж потоку, що посилює плинність в пристінних ділянках і, ймовірно, здатне зменшити гідравлічні втрати під час використання водних розчинів досліджуваних полімерів [4,6].

Суттєвий вплив на зниження гідродинамічного опору гуанідиновими полімерами може мати і його адсорбція на стінках трубопроводу – за наявності вторинної аміногрупи у гуанідиновому угрупованні – з утворенням достатньо стійкого адсорбційного шару [6]. Таким чином, макромолекули полімеру збільшують на внутрішній поверхні труб пристінний (ламінальний) шар [7-8]. І, оскільки кожна макромолекула полімеру вкрита тетрамерами води (внаслідок асоціації), їх взаємодія з утворенням водневих зв'язків може призводити до структурування води і також посилення плинності в пристінних ділянках.

Використаний полімер володіє властивостями «біологічно м'якої» поверхнево-активної речовини та відповідає високим екологічним вимогам охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів. Може бути використаний для розробки рецептур екологічно прийнятних водних вогнегасних речовин як підґрунтя їх застосування в практиці пожежогасіння.

Таким чином, є підстави стверджувати про можливість спрямованого використання досліджуваних полімерів для зменшення гідравлічних втрат в

системах водяного пожежогасіння, що може бути використано для удосконалення інженерно-технічних заходів попередження та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Симоненко А. П. Повышение эффективности работы противопожарной техники путем применения гидродинамически активных водорастворимых композиций // Сб. научн. трудов Национального университета гражданской защиты Украины «Проблемы пожарной безопасности». 2012. Вып. 32. С. 195-206.
2. Гидродинамически-активные композиции в пожаротушении /Ступин А. Б., Симоненко А. П., Асланов П. В., Быковская Н.В. // Донецк: ДонГУ. 2007. С.173.
3. Применение гидродинамически активных композиций для увеличения пропускной способности канализационных коллекторов и систем водоотведения в чрезвычайных ситуациях / Симоненко А. П., Собко А. Ю., Быковская Н. В., Прохоренко С. Ф. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. 2012. № 2(15). С. 189-194.
4. Нижник Т.Ю. О гидродинамической активности обеззараживающего реагента на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида / Т. Ю. Нижник, А. И. Баранова, Т. В. Маглевая, С. В. Жартовский, Т. В. Стрикаленко // *World Science*– 2019. –№4(44) – Vol. 1 – С. 11-15.
5. Применение водорастворимых полимеров для снижения гидравлического сопротивления трения / Т. И. Яснюк, Е.А. Вязкова, Е. Ю. Анисимова и др.// Вестник Евразийской науки, 2018 №3, Том 10.
6. Maglyovana T. Improving the efficiency of water fire extinguishing systems operation by using guanidine polymers / T. Maglyovana, T. Nyzhnyk, S. Stas, D. Kolesnikov, T. Strikalenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* – 2020. – №1/10(103). Pp.20-25.
7. Структура турбулентного пограничного слоя при совместном использовании деформирующейся поверхности и полимерных добавок слабой концентрации Г. А. Воропаев, Н. Ф. Димитриева, Я. В. Загуменный - Прикладна гідромеханіка. 2013. Том 15, N 2. С. 3 – 12
8. Tsukahara T. PIV and DNS analyses of viscoelastic turbulent flows behind a rectangular orifice / T. Tsukahara, M. Motozawa, D. Tsurumi, Y. Kawaguchi. // *International Journal of Heat and Fluid Flow*. – 2013, V. 41. - P. 66-79.



## АНАЛІЗ РІВНІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ УЧАСНИКІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

*Тетяна МАГЛЬОВАНА, д-р. техн. наук, доцент,*

*Надія ШЕБАНОВА, Іван ТЕРЕЩУК*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Навесні 2020 року на радіоактивно забруднених територіях України відбулися масштабні лісові пожежі. Державною службою України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) **2 лісові пожежі** було класифіковано як **надзвичайні ситуації** природного характеру **регіонального рівня [1]**. До гасіння пожежі на радіоактивно забруднених територіях був залучений особовий склад ДСНС у Черкаській області з 19 по 24 квітня 2020 року кількості 95 осіб.

Метою нашого дослідження було визначення рівнів надходження радіонуклідів в організм рятувальників ДСНС у Черкаській області після шестиденного гасіння пожежі та порівняння їх з виміряними на лічильниках випромінювання людини.

Оцінку передбаченої ефективної дози від вдихання радіоактивних продуктів згорання для особового складу пожежних підрозділів проводили за методикою описаною в [2]. Для розрахунку площі пожеж та інтегрування їх території за щільністю забруднення використовували тематичні шари карт та геоінформаційні інструменти, які є у відкритому доступі програмного середовища QGIS.

Розраховані значення індивідуальної ефективної дози внутрішнього опромінення учасників пожежогасіння добре корелюють з даними отриманими на експертному лічильнику випромінювання людини [3]. Але слід зазначити, що точність визначення чисельних значень індивідуальних доз опромінення залежить від багатьох чинників, які при моделюванні можуть бути враховані не в повній мірі. Зокрема, слід враховувати, що поблизу осередку горіння активність радіонуклідів у повітрі максимальна, а внесок у загальну ефективну дозу мають трансуранові елементи. Крім того активні концентрації радіонуклідів у аерозолях диму та пилу значно вищі порівняно з вихідною рослинністю, а тривала дія диму посилює вдихання радіонуклідів. Всі ці фактори обумовлюють наявність засобів протирадіаційного захисту для учасників пожежогасіння, оскільки інгаляційне надходження радіонуклідів (особливо ізотопів трансуранового ряду) може впливати на зміну середньорічних еквівалентних доз учасників пожежогасіння, хоча ризик перевищення річних меж ефективної дози при невеликих пожежах є незначний.

### ЛІТЕРАТУРА

1. <https://komekolog.rada.gov.ua/uploads/documents/36455.pdf>
2. WHO. Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. WHO (2012)
3. Bazyka D. A., Fedirko P.A., Vasylenko V.V., et al (2020) Results of WBC – monitoring of firefighters participating in response to Chornobyl forest in April-May 2020, Probl Radiac Med Radiobiol. Vol. 25. Pp. 177-187.

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СОРБЦІЙНОГО КОНЦЕНТРУВАННЯ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

*Тетяна МАГЛЬОВАНА, д-р. техн. наук, доцент,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*

*Людмила ЯЩУК, канд. хім. наук, доцент,*

*Черкаський державний технологічний університет*

*Олена ЛУТ, канд. хім. наук, доцент,*

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

У загальному комплексі проблем, пов'язаних з мінімізацією наслідків Чорнобильської катастрофи, провідним завданням є реабілітація радіоактивно забруднених територій. В останні роки більшість наукових програм, які виконувались в зоні відчуження та на інших забруднених територіях за її межами, були спрямовані саме на вирішення цього питання [1]. Проте, у цих дослідженнях недостатньо враховувалися інші екологічні чинники ризику. Зокрема, концентрації важких металів, які надходили в навколишнє середовище внаслідок техногенного впливу задовго до Чорнобильської катастрофи, що перевищують концентрації радіонуклідів на декілька порядків [1]. Ґрунт слугує потужним бар'єром для важких металів, токсичність яких пов'язана з їх рухливістю в ґрунтах. Але важкі метали забруднюють не лише ґрунти. До 30-40 % важких металів та їхніх похідних потрапляють із ґрунту в підґрунтові води [1-2]. Отже, актуальним завданням сьогодення є виявлення хімічно деградованих та забруднених ґрунтів з метою подальшої їхньої ремедіації. Важкі метали є одними з найбільш токсичних забруднювачів антропогенного походження. Небезпека надходженням їх у навколишнє середовище полягає в тому, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, зокрема включаючись до складу солей, оксидів, металоорганічних сполук [1-2]. Джерелом надходження важких металів в навколишнє середовища є відходи практично всіх галузей народного господарства. Найбільш токсичними є йони металів – Cu, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Fe, Al, Se, Sn. [3]. Техногенний пил, який виділяється внаслідок функціонування підприємств важкої промисловості, в середньому містить, %: Цинку – 6,72, Плюмбуму – 0,11, Кадмію – 0,01. Ґрунтова аномалія забруднення при цьому спостерігається в радіусі 7 км. Викиди від таких підприємств поширюються в радіусі 10–40 км, осідаючи на рослинах та приникаючи в ґрунт на глибину 10–15 см. Тому сільськогосподарські культури, які ростуть у промислових районах, накопичують токсичні компоненти таких викидів, що може призводити до зниження урожайності та загибелі рослин [1]. Частина катіонів металів утворює стійкі сполуки з компонентами ґрунту, а інша здатна до міграції, впливаючи на хімічний склад суміжних середовищ. Внаслідок накопичення у верхніх горизонтах ґрунту надлишку важких металів змінюється склад ґрунтових вод, збіднюється видовий склад рослин, знижуються темпи їх росту та розвитку, схожість насіння культурних і дикорослих видів [1]. Біоаккумуляція та накопичення йонів важких металів порушує нормальне фізіологічне функціонування живих організмів та становить загрозу для їхнього життя; важкі метали проявляють токсичність навіть за низьких концентрацій і можуть зберігати здатність негативного впливу протягом тривалого часу; деякі з металів у водних розчинах утворюють синергетичні суміші, токсичні властивості яких перевищують аналогічні властивості окремих компонентів [3].

Для визначення концентрації йонів важких металів у компонентах навколишнього середовища та отримання інформації про рівень забруднення,

пряме визначення елементів ускладнюється недостатньою чутливістю методів, заважаючим впливом сторонніх компонентів вод, відсутністю стандартних зразків. Визначення концентрації йонів важких металів фізичними та фізико-хімічними методами не завжди можливо в силу обмеженості методів за чутливістю та селективністю, а також через складність досліджуваних об'єктів. Перспективними є використання комбінованих методів аналізу, що включають концентрування мікрокомпонентів, та їхнє подальше спектрофотометричне та атомно-емісійне визначення [4-5]. Серед способів концентрування найбільш ефективним є сорбційний, що дозволяє проводити концентрування мікрокомпонентів із великих об'ємів розчинів на відносно невеликій масі сорбенту. У зв'язку з цим особливого значення набуває пошук і розробка доступних і недорогих сорбентів, що мають здатність групового вилучення йонів металів із складних розчинів. Застосування сорбентів, модифікованих специфічними аналітичними реагентами, для попереднього сорбційного концентрування є одним з перспективних напрямків підвищення чутливості та вибіркового аналізу. Застосування таких сорбентів дозволяє поєднувати операції концентрування і розділення речовин з наступним детектуванням безпосередньо у фазі сорбенту методами спектроскопії дифузного відбиття, твердофазної спектрофотометрії, візуальними тест-методами або після елюювання, електрохімічними чи спектроскопічними методами [4-5]. Доступність сорбентів визначається доступністю матриць, органічних реагентів, що використовуються в якості функціональних груп, і простотою синтезу [4]. Даним вимогам відповідають сорбенти на основі неорганічних оксидів, зокрема силікагелі, модифіковані різними органічними реагентами, селективними до вилучених йонів металів. Застосування силікагелів в якості основи для синтезу сорбентів обумовлено доступністю і можливістю отримання їх з різними геометричними параметрами [4-5]. Серед відомих способів модифікування найбільшою простотою характеризується нековалентне модифікування.

Для отримання сорбентів з метою групового вилучення йонів металів використовували метод нековалентного послідовного модифікування поверхні силікагелю полімерним поліаміном і сульфобарвником. Вибір в якості модифікатора полімерної речовини полігуанідину обумовлений високою сорбційною здатністю на поверхні силікагелю і поєднанням властивостей поверхнево-активної речовини і аніонообмінника.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стеценко Д. О. Важкі метали в ґрунтах радіоактивно забруднених лісових екосистем/ Д. О. Стеценко, В. В. Долін //Пошукова та екологічна геохімія – 2009. – №1(9) – С. 42-47.
2. Яковишина Т. Ф. Комплексна оцінка поелентентного забруднення важкими металами ґрунтів урбоекосистем з урахуванням норм екобезпеки / Т. Ф. Яковишина // Східно-європейський журнал передових технологій – 2017. – №11(27). С. 96-103.
3. Жовинский Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинский, И. В. Кураева. – К. : Наук. думка, 2002. – 214 с.
4. Магльована Т.В. Отримання і використання сорбентів шляхом модифікування поверхні силікагелю полігексаметиленгуанідином // Матеріали III міжнародної конференції «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення» Київ 19-22 травня –2015. –С. 110.
5. Магльовна Т.В. Вплив пожеж в природних екосистемах на міграційну здатність важких металів, методи сорбційно-спектрофотометричного їх визначення / Т.В. Магльована, Л.Б. Ящук // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2021. – №5, вип. 130. – С. 42-48.

## АНАЛІЗ СИСТЕМ ПИЛОВЛОВЛЮВАННЯ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВИБУХІВ ПИЛУ

*Артем МАЙБОРОДА, канд. пед. наук, доцент,  
Ірина ДАРУГА, Андрій КУЛІДА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Пил відноситься до аерозольних систем. Поширення горіння в пилових сумішах відбувається наступним чином. При запаленні в одній точці полум'я з певною швидкістю буде поширюватися по всьому об'єму, зайнятого пилоповітряної сумішшю.

Мокрий пиловловлювач ОМ 800 К. Мокрий пиловловлювач ОМ являє собою мобільний підвісний пристрій, призначений для затримки мокрим способом пилу з несучого повітряного потоку, відкачуваного із забою гірничої виробки. Пиловловлювач призначений для застосування в середовищі вибухонебезпечного по метану. Пристрій призначений для підвіски на вагонетки підвісної дороги ЗД 24.

Мокрий пиловловлювач ОМ являє собою стаціонарний пристрій, призначений для затримки мокрим способом пилу з несучого повітряного потоку у вентиляційному трубопроводі. Пиловловлювач призначений для застосування у вибухонебезпечному середовищу метану[1] і на робочих майданчиках на поверхні.

Пристрій можна експлуатувати:

- пиловловлювач із замкнутою циркуляцією води.
- пиловловлювач з відкритою циркуляцією води.

Прохід стрічкового транспортера ізоляційним об'єктом PDIO-4,5,6 / MU-1,0 призначений для запобігання переносу вибуху вугільного пилу ізоляційним[1,2] об'єктом в підземеллі. PDIO рекомендується будувати при рівні розрізу шахти від 00,10 і вище. PDIO можна використовувати при нахилі шахти максимально 15°. Дообладнання PDIO призначено для стабільного зміцнення і фіксації лінії. Він також призначений для стабільності та підтримки транспортера під час його проходження ізоляційним об'єктом. PDIO складається з двох відкидних сталевих люків і чотирьох стійких поперечних балок, які розміщені між обома гілками стрічкового транспортера. Обидва люки прикріплені до замуrowаних сталевим рам допомогою горизонтального стержня (петлі). Люки у відкритому положенні під кутом  $55^\circ \pm 5^\circ$  повинні бути застраховані від небажаного закриття зависним елементом у вертикальному положенні з призначеною силою розриву. Страхувальний елемент - зрізний компонент, який є частиною люка. До складу дообладнання входять стояки, приєднані балкою до дамби. На стояках є, прикріплені болтами, нижні кронштейни, на яких кріпляться нижні опори лінії. Верхні опори лінії надягають на стояки, схожим способом, як у ланок лінії. Опори лінії і ролики виконані з типового стрічкового транспортера і не є складовою частиною поставки. До наступних компонентам дообладнання відносяться дошки з правим і лівим кронштейнами. Їх метою є зміцнення і стабілізація опори лінії всередині дамби. До дообладнання відносяться також шаблони і скребок. Скребок за допомогою шаблонів з'єднаний із середнім профілем і вільно покладено на стрічку. Його призначенням є відсторонення великих часток сміття з лінії.

Піноутворюючий пристрій PZ-150-D призначений для виготовлення повітряно-механічної піни для знешкодження пилу на виробництві в шахті (стругові забої, вугільні бункери, скребок і стрічкові конвеєри). При знешкодженні пилу на стрічкових і скребоквих конвеєрах можна застосовувати пристрій при спільній роботі з автоматикою МММ. Піноутворюючий пристрій складається з циліндричного

корпусу, в якому розташований розпилювач. У задній частині корпусу закріплена дувка, в якій по периметру є отвори. У середній частині корпусу є конічне сито з бронзової тканини. В результаті протікання стисненого повітря через отвори в дувці відбувається зрив навколишньої атмосфери в корпус, і протікаюче повітря на конічному ситі спінює піноутворюючий розчин. На зовнішній стороні корпусу пригвинчений вузол всмоктування. Водяний фільтр включається перед підсмоктувачим вузлом.

В результаті проведеного аналізу сучасних систем пиловловлювання та пристроїв для локалізації вибухів пилу встановлено нагальну потребу в покращенні систем пиловловлювання та пристроїв для локалізації вибухів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Горобей М.С., Ю.Ф. Булгаков, И.А. Шайхлисламова, С.А. Алексеенко. Розробка математичної моделі аеродинамічної взаємодії розпиленої води з частинками вугільного пилу. Development of mathematical model for aerodynamic interference of sprayed water with coal dust particles. УДК: 622.807 // Розробка родовищ: Зб. Наук. Пр. — 2015. — Т. 9. — С. 443-449.

2. Исследование электродинамических свойств аэрозолей и их влияния на эффективность пылеулавливания при орошении / В.И. Саранчук, В.В. Рекун, В.А. Тамко, Г.А. Поздняков // Борьба с силикозом. – М.:Наука, 1982. – т. XI. – С. 26 – 29.

#### УДК 614.84

### ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН НА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСУ «В»

*Вікторія МАКАРЕНКО, Олександр КИРСЄВ., д-р техн. наук, професор,  
Марина ЧИРКІНА, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

Гасіння пожеж класу В є однією з найскладніших задач оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС. Цей різновид пожеж згідно зі статистичними даними залишається на високому рівні [1]. Раніш для гасіння легкозаймистих рідин (ЛЗР) було запропоновано використовувати бінарні шари твердих сипучих матеріалів [2]. В якості ЛЗР було обрано бензин. Нижній шар забезпечує плавучість всієї вогнегасної системи. В якості матеріалу нижнього шару найкраще показало себе піноскло. Верхній шар повинен збільшити ізолюючі властивості бінарного шару. Крім того, бажано щоб верхній шар виявляв високі охолоджуючі та інгібуючі властивості. Підвищення охолоджуючих властивостей було досягнуто змочуванням водою сипучого матеріалу верхнього шару бінарної системи.

У цій роботі для підвищення охолоджуючих, ізолюючих та інгібуючих властивостей вогнегасної системи розглядається застосування дрібнодисперсних порошків, які здатні плавитися під час дії полум'я ЛЗР. Крім того, перевага віддавалась таким речовинам, які виявляють здатність інгібувати процес полум'яного горіння. В разі плавлення дрібнодисперсного порошку рідина буде затикати в порожнини між гранулами нижнього шару. При цьому завдяки тому що нижній шар має більш низку температуру, може відбутися кристалізація розплаву.

Серед легкоплавких сипучих матеріалів доцільно обрати такі, що мають невеликі температури плавлення (до 100°C). Для забезпечення надійної

кристалізації розплаву на поверхнях нижнього шару треба щоб температури кристалізації були не нижче 40°C. Крім того, такі речовини повинні бути не горючими та мати прийнятні екологічні і економічні параметри. Серед твердих речовин таким вимогам відповідають ряд кристалогідратів. Аналіз літератури [3] дозволив обрати такі легкоплавкі кристалогідрати: сульфату алюмінію ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), натрію оцтовокислого ( $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), гідрофосфату натрію ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), калій-натрію виннокислого (сегнетова сіль) ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), сульфату цинку ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), тіосульфату натрію ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

Їхні температури плавлення наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1. Температури плавлення ( $T_{\text{пл}}$ ) і вогнегасна поверхнева витрати дрібнодисперсних порошоків нанесених на поверхні спучених перліту і вермікулітів потрібних для гасіння бензину**

Кристалогідрат	$T_{\text{пл}}$ , °C	Поверхнева витрата дрібнодисперсного порошку, $\Phi$ кг/м <sup>2</sup>		
		перліт	вермікуліт – 1	вермікуліт – 2
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	86	3,003	1,862	2,732
$\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	58	1,508	1,35	0,555
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	60	0,118	0,533	0,178
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	75	2,662	2,825	1,33
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	39	1,3	1,236	1,037
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	49	1,121	2,479	1,023

Кристалогідрати проявляють підвищену охолоджуючу дію завдяки тому, що процес плавлення є ендотермічним. Після плавлення теплота також витрачається на випарування води з розчину, що утворився.

У якості кількісної характеристики вогнегасної здатності дрібнодисперсних порошоків було обрано поверхневу витрату цього матеріалу нанесеного на другий шар сипучого матеріалу ( $\Phi$ ), яка викликає гасіння бензину:

$$\Phi = \frac{m}{S} \quad (1)$$

де  $m$  – маса дрібнодисперсних порошоків;  $S$  - площа поверхні рідини.

Під час проведення експерименту дрібнодисперсні порошки кристалогідратів наносились на поверхню верхнього шару сипучого матеріалу. Таким чином вогнегасна система складалась з трьох шарів сипучих матеріалів. Нижній шар – піноскло (4 см), другий шар – перліт або вермікуліт (0,5 см) і верхній шар дрібнодисперсний кристалогідрат. Кристалогідрат засипався до тих пір поки не відбувалось загасання бензину. Маса кристалогідрату визначалась шляхом зважування.

У таблиці 1 наведені результати експериментальних досліджень. Поверхневі витрати дрібнодисперсних порошоків відносяться до їх нанесення на базовий шар піноскла (4 см) + 0,5 см вермікуліту – 1 (2×2,5 мм), або вермікуліту – 2 (2×5 мм), або перліту (1,2±0,2 мм), (3 – 5 стовпчики таблиці).

Висновки. Співставлення поверхневих витрат дрібнодисперсних кристалогідратів на гасіння лабораторного модельного вогнища пожежі класу В дозволяє констатувати, що високоплавкі дрібнодисперсні матеріали суттєво поступаються по вогнегасним властивостям легкоплавким кристалогідратам. Найкращі вогнегасні властивості під час гасіння бензину забезпечує застосування таких дрібнодисперсних кристалогідратів:  $\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  і

$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Температури плавлення цих кристалогідратів знаходиться в інтервалі 58-75°C. Крім того в їх складі містяться іони які проявляють інгібуючі властивості ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ). З цих кристалогідратів найкращі результати одержані для гідрофосфату натрію.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Fires at outside storage tanks / Campbell R. Report National fire protection association. August 2014.
2. Дослідження вогнегасних властивостей бінарних шарів легких пористих матеріалів / Макаренко В. С., Кіреєв О.О., Трегубов Д. Г., Чиркіна М. А. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. Вип. 3(33). С. 235 – 245.
3. Analysis of Energy Storage Capabilities in Hydrated Sodium Acetate Using the Phase Transitions of the First Kind / Robert Szczepaniak, Grzegorz Woroniak, Radosław Rudzki Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation. 2020. P. 1043–1055

#### УДК 614.8

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКУ ПРИ ГАСІННІ СТРУЖКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СПЛАВІВ МАГНІЮ

*Костянтин МИГАЛЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Валерія Кусовська,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

До легких металів можна віднести магній, алюміній, титан, натрій, літій та інші. Горіння цих металів та їх сплавів відноситься до пожеж класу D. До 2014 року пожежі класу D поділяли на пожежі D1 (горіння легких металів, таких як алюміній, магній, берилій, титан та їх сплави) D2 (горіння лужних металів) D3 горіння металовмісних сполук, наприклад гідридів. Зараз горіння металів відповідно до EN-2:2014 просто відносять до класу пожеж D. Найбільш небезпечні пожежі це – горіння магнію, алюмінію і їх сплавів. В нашій роботі розглядаємо пожежі класу D за наявності магнію, алюмінію, титану. Перебіг цих пожеж практично однаковий. Використання магнію та його сплавів є практичним та ефективним у промисловості. Магній застосовують у вигляді металевих пластин для захисту від корозії морських суден і трубопроводів. Магній та його сплави часто використовують в апаратах космічної та авіаційної техніки, автомобілебудуванні, різних агрегатах і відповідальних приладах.

Легкі метали горять коли вони присутні у вигляді продуктів переробки: порошоків різної дисперсності, стружки. Кожний рік у світі стаються пожежі класу D. З особливостей легких металів, які є пожежо-, вибухонебезпечними та горять, слід відзначити здатність вибухати в подрібненому стані при взаємодії палаючих металів з водою та деякими газовими вогнегасними сполуками. Такими сполуками є: хлориди (хлорфторвуглеводневі), азот, діоксид вуглецю (наприклад, магній) та ін. При цьому важливою особливістю є обмеженість даних щодо аналізу, що систематизує тактичні дії та технічні аспекти при застосуванні вогнегасних порошоків при гасінні пожеж стружкових матеріалів на основі сплавів магнію.

Проаналізуємо найбільш резонансні пожежі класу D, спричинені наявністю сплавів магнію.

В квітні 2010 року на заводі «Київприлад» (Україна), що на вулиці Гарматній, 2, в Солом'янському районі столиці, стався потужний вибух магнію. Причина

вибуху – іскра від газозварювального апарата, яка потрапила в ємність з магнієм і стався вибух, унаслідок якого двоє чоловіків загинули на місці. Від високої температури поплавилися металеві конструкції підіймача, а від спалаху – повилітали шибки в цеху з першого по четвертий поверх.

17 лютого 2016 року з вибухів на складах боєприпасів в Запорізькій області (Україна) почалася пожежа на території військових складів. Невідомі особи за допомогою безпілотних літальних апаратів скинули запалювальні предмети на територію об'єкта. Для гасіння неможливо було використовувати воду, тому що вона неефективна при гасінні цих металів. Первинні засоби пожежогасіння, вогнегасники наповнені спеціальними порошками та насадками-заспокоювачами відсутні. Використовували пожежний танк, ґрунт. Було зафіксовано близько 50 місць виникнення горіння.

2 жовтня 2015 року, понад 20 пожежників гасили 47 тонн палаючого магнію на заводі PolMag в м. Olszowej республіка Польща. На першому етапі розплавлений магнієвий сплав, намагалися загасити, але безуспішно. Застосовували вогнегасний порошок, але вогонь був настільки інтенсивний, що його неможливо було загасити. Не вистачало необхідних засобів подачі вогнегасних речовин.

Пожежа магнію в 2010 році у Sonneberg завдала збитки на мільйони євро, згоріло 30 тонн магнію. До локалізації і ліквідації пожежі приступили із запізненням, не було ефективних засобів первинного пожежогасіння.

На пожежі, яка сталася на заводі «Зеніт» в Донецьку 2019 р., горіли сполуки алюмінію. У 2009 році 2 січня сталася пожежа у цеху холодного прокату №1 ВАТ «Запоріжсталь», вигорів весь алюміній.

Неодноразово на пожежах горіли автомобілі з двигунами, які виготовлені з магнієво-алюмінієвих сплавів. При потраплянні на них води ставався вибух. Тож вогнегасним засобом, що показав найбільшу ефективність при гасінні таких пожеж, є застосування вогнегасних порошків комбінованої дії, щоб врахувати комплексну природу пожежі. З урахуванням цього вогнегасні порошки потребують суттєвого удосконалення.

Пожежі легких металів, алюмінію, магнію, ліквідовують накриванням поверхні горіння спеціальним вогнегасним D-порошком для ізолювання горючого металу, тим самим не даючи можливості розповсюджуватись горінню по площі. Чистих пожеж класу D, як правило, не буває. Спочатку можуть виникати пожежі легкозаймистих рідин або твердих горючих матеріалів, а вже потім пожежі легких металів, які потребують комбінованих способів гасіння. При цьому потрібно враховувати високу температуру горіння магнію. Від подавання вогнегасної речовини під високим тиском магній та його сплави розбризкуються та збільшують площу горіння. Спочатку треба загасити легкий метал, а потім інші горючі матеріали, пожежі класу А, В. Отже, необхідно розробити рецептуру вогнегасного порошку та вдосконалити технологію гасіння цих пожеж, зважаючи на особливості горіння магнію, алюмінію та їх сплавів. За таких умов вдале гасіння подібних пожеж залежить від теплоізолювальної здатності шару вогнегасного порошку в цих умовах, оскільки це стримує подальше поширення пожежі. Враховуючи викладене, можна зазначити, що для ефективного та економічного застосування вогнегасного порошку для гасіння пожеж стружкових матеріалів на основі сплавів магнію є актуальним питання визначення кількості і інтенсивності подавання вогнегасного порошку для припинення прогорання вогнегасного шару, що визначається його теплофізичними властивостями.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Improvement of a discharge nozzle damping attachment to suppress fires of class D / V. V. Kovalyshyn, V. M. Marych, Y. M. Novitskyi, B. M. Gusar, V. V.



Chernetskiy, O. L. Mirus // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 5, Issue 5 (95). P. 68–76. doi. 10.15587/1729-4061.2018.144874. <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144874>

2. Методи випробувань вогнегасних порошків з визначення їх вогнегасної здатності за класом пожежі Д / А.В. Антонов, І.Г. Стилик // науковий вісник УкрНДІПБ, 2013, № 2 (28). – С. 242–248. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvundipb\\_2013\\_2\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvundipb_2013_2_40)

3. Huo, Y., Zhang, Z. G., & Zou, G. W. (2020). Experimental study on the thermal flow characteristics of a columnar sodium fire affected by a small amount of fire extinguishing powder in a cylindrical confined space. Applied Thermal Engineering, 114983. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.114983>

4. Dufaud, Olivier, et al. "Self ignition of layers of metal powder mixtures." Powder technology 254 (2014): 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2013.11.053>

5. Afzalabadi, Abolfazl, et al. "Study on hybrid combustion of aero-suspensions of boron-aluminum powders in a quiescent reaction medium." Journal of Loss Prevention in the Process Industries 49 (2017): 645–651. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.08.012>

**УДК 614.8.084**

## **АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

*Олег МИРОШНИК, д-р техн. наук, доц.,*

*Роман ЧЕРНИШ, канд. техн. наук, Анатолій ЧЕРНИШ*

*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Кількість надзвичайних ситуацій (НС) і зокрема пожеж в останні роки має, на жаль, стійку тенденцію збільшення. Зростає кількість пожеж у житловій сфері. Поліпшити дане становище можна шляхом розробки та впровадження методики визначення техногенного ризику розробленої на основі економічно-обґрунтованих моделях.

Встановлення залежностей, де ендегенними характеристиками є техногенний ризик, а екзогенними факторами – архітектурні особливості, параметри техногенної безпеки, є задачею структурної та параметричної ідентифікації. Розв'язання цієї задачі можливе різними методами з використанням певних моделей. Враховуючи те, що вихідні дані знаходяться в таблицях і про структуру шуканих залежностей немає апріорної інформації, традиційно використовують:

1. Парну лінійну регресію [1], де модель є такою:

$$Y = a + bX + \varepsilon, \quad (1.1)$$

де  $X$  – екзогенний фактор,  $Y$  – ендегенна характеристика,  $a$  і  $b$  – параметри,  $\varepsilon$  – похибка, обумовлена випадковими впливами. Така модель є простою, її специфікація найчастіше здійснюється через графічні побудови. Особливістю моделі є її застосування лише у випадку врахування одного залежного фактору, що значно звужує область використання.

2. Множинна лінійна регресія [2]. Відповідна модель

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n + \varepsilon, \quad (1.2)$$

де  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – множина екзогенних факторів,  $Y$  – результуюча характеристика,  $\{a_0, a_1, \dots, a_n\}$  – множина невідомих параметрів. Використання

моделі (1.2) пов'язано з необхідністю перевірки факторів на мультиколінеарність, наявність гетероскедастичності та автокореляції. Найчастіше, за результатами перевірки кількість факторів скорочують, що також не дозволяє повною мірою врахувати всі фактори, що впливають на результуючу характеристику.

Зауважимо, що для моделей (1.1) та (1.2) немає потреби розв'язувати задачу структурної ідентифікації, оскільки їх структура уже жорстко задана. Перевагами моделей (1.1) та (1.2) є існуюча чітка теорія їх побудови та інтерпретації, недоліком – низька відповідність лінійних залежностей реальним процесам.

3. Нелінійна множинна регресія. У загальному випадку відповідна модель є такою:

$$Y = a_0 \cdot \overline{f_1(a_0^1, a_1^1, \dots, a_{k_1}^1, X_1)} \cdot \overline{f_2(a_0^2, a_1^2, \dots, a_{k_2}^2, X_2)} \cdot \dots \cdot \overline{f_n(a_0^n, a_1^n, \dots, a_{k_n}^n, X_n)}, \quad (1.3)$$

де  $f_i, i = \overline{1, n}$  – функції однієї змінної із відомою структурою,  $\{a_0^i, a_1^i, \dots, a_{k_i}^i\}$  – множини невідомих параметрів. Будуючи модель (1.3) [2], багатократно застосовують метод найменших квадратів (МНК), що вимагає перевірки передумов його адекватного використання. Крім того, для вибору моделі з максимальним рівнем специфікації щоразу застосовуються критерій Дарбіна-Уотсона [3] або обчислюється коефіцієнт кореляції, а також виконуються перетворення функцій  $f_i, i = \overline{1, n}$  до вигляду, придатного до застосування МНК, що значно збільшує час роботи алгоритму. Зауважимо, що у методі Брандона структура моделі (1.3)

$$Y = \bar{y} \cdot \prod_{k=0}^{n-1} \tilde{y}_k = \bar{y} \cdot \prod_{k=1}^n f_k(x_k),$$

де  $\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i, y_i > 0, \tilde{y}_{n-1} = f_n(x_n)$  не є наперед визначеною, але перелік її

можливих елементів відомий.

4. Поліном Колмогорова-Габора. Згідно з теоремою Вейсерштрасса будь-яку неперервну функцію можна як завгодно точно наблизити поліномом. І таким поліномом є поліном Колмогорова-Габора [4]:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i^1 X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} a_{ij}^2 X_i X_j + \dots + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \dots \sum_{l>k>\dots>j>i} a_{ij\dots lk}^l X_i X_j \dots X_l X_k + \dots, \quad ((1.4)$$

де  $\{a_0; a_i^1, i = \overline{1, n}; a_{ij}^2, i = \overline{1, n}, j = \overline{i+1, n}; \dots\}, m$  – кількість елементів в множині  $\{i, j, \dots, k-1, k\}$ .

Для одержання полінома (1.4) крім внутрішнього критерію (мінімуму середньоквадратичного відхилення реального і розрахованого за моделлю значень) застосовується і зовнішній критерій, що підвищує точність ідентифікації. За методом групового врахування аргументів (МГВА) одержують моделі навіть у випадках, коли потужність навчальної вибірки даних є значно меншою ніж кількість екзогенних факторів. Структура моделі (1.4) є відомою, але з точністю до кількості доданків у поліномі, оскільки за МГВА розрахунки можуть припинитись при будь-якій їх кількості при виконанні зовнішнього критерію. Метод є складним в реалізації, але точність одержаних результатів найчастіше компенсує витрати на його реалізацію. Необхідно також багатократно використовувати МНК та супроводжуючі його адекватне застосування процедури.

5. Нейромережні технології. У цьому випадку структура моделей, якими є штучні нейронні мережі (НМ), найчастіше є відомою, але у більшості випадків вона надто складна для аналітичного запису та інтерпретації [5]. Нейронні мережі є «чорними скриньками» з невідомими параметрами, що здійснюють перетворення вхідних факторів у вихідні характеристики, тобто

$$F: X \rightarrow Y. \quad (1.5)$$

Перевагами НМ є мінімальні вимоги до структури вихідної інформації та

ідентифікованої залежності. Недоліком НМ є майже повна неінтерпретованість їх результатів, а також неможливість здійснити аналіз одержаної моделі, визначення її чутливості до змін значень факторів тощо. У той же час застосування НМ буде найбільше раціональним у випадку визначення техногенного ризику житлових будинків.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Грубер И. Эконометрия. Введения в эконометрию / И. Грубер. – К.: Астерта, 1996. – Т. 1. – 434 с.
2. Чавкин А.М. Методы и модели рационального управления в рыночной экономике / А.М. Чавкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 320 с.
3. Наконечний С.І. Економетрія / С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко, Т.П. Романюк. – К.: КНЕУ, 1997. – 352 с.
4. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А.Г. Ивахненко. – К.: Техніка, 1975. - 312 с.
5. Головки В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение / В.А. Головки. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.

УДК 666.9.015

#### ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКИХ МАТЕРІАЛІВ З МОЖЛИВІСТЮ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ДОБРІВ

*Т. НЕСТЕРУК, Олена ХРИСТИЧ, канд. техн. наук, доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

На даний час велика увага приділяється створенню технологій матеріалів нових видів вогнетривких цементовмісних композицій, що володіють високою міцністю, вогнетривкістю, можливістю експлуатації в високотемпературних режимах. Актуальним є розвиток технологій нових будівельних матеріалів різних типів і призначень, який базується на застосуванні хімічних і мінеральних добавок, також можливо вирішення задач ресурсозбереження. В даній роботі розглядається використання кремнеземовмісних відходів виробництва фосфорних добрив для застосування в сухих сумішах в складі вогнетривких бетонів як мінеральної добавки, яка є шламом комплексної переробки низькосортної сировини в фосфорні добрива.

В результаті роботи досліджено склад шламу відходів виробництва добрив, що дозволяє зробити припущення про можливість його застосування як мінеральної добавки. За результатами сучасних фізико-хімічних методів аналізу встановлено, що мінеральна частина висушеного шламу представлена, в основному:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ,  $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ . А досліджували сумісність даної добавки з сучасними видами вогнетривких цементів та ефективність впливу такої добавки на технічні властивості композицій [1].

Встановлено, що компоненти добавки вступають в хімічну взаємодію з продуктами гідратації цементу і впливають на процеси тверднення цементного каменю і набору його міцності за рахунок синтезу кристалогідратних новоутворень. В ході дослідження одним з основних напрямків випробувань було встановлення сумісності системи «цемент – добавка», що визначає необхідний алгоритм вибору добавки, який дозволить оптимізувати рішення з погляду

технологічної та економічної ефективності, та показати екологічну можливість часткової заміни різних видів цементовмісних композицій

Склад співвідношення компонентів композиції: цемент – 80-90 мас.%, сухий шлам переробки концентрату для виробництва фосфорних добрив – 10-20 мас.%. Фізико-механічні випробування композицій цементу з різною кількістю добавки проводилися згідно стандартних методик дослідження в'язучих матеріалів [2]. Експериментально доказано оптимальна кількість добавки, що вводиться знаходиться в межах від 5 мас. % до 10 мас. %.

Таким чином, використання в будівельних матеріалах в якості активної добавки кремнеземовмісних відходів виробництва фосфорних добрив, повністю виправдовує вартість процесу утилізації і сприяє створенню безвідходного виробництва фосфорних добрив.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Шабанова Г.Н. Модифицирующие добавки для композиций вяжущих материалов: монография / Г.Н Шабанова, С.М. Логвинков, В. Н. Шумейко и др.] - Харьков, 2020. – 200 с.

2. Шабанова Г.М. В'язучі матеріали. Практикум / Г.М. Шабанова, А.М. Корогодська, О.В. Христинич. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – 220 с.

**УДК 614.842.615**

### ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,*

*Сергій ВЕДУЛА, Олександр АНДРУЩЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,*

*Олександр АНДРОЩУК, Lukasz ZUBEK,*

*Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*

Перші піноутворювачі почали виготовляти із продуктів переробки сировини природного походження, однак через низку недоліків було розпочато роботи щодо їх розроблення на основі синтетичної сировини. Проведені роботи дали змогу створити відносно дешеві піноутворювачі, які виготовлялися з синтетичних поверхнево-активних речовин (далі – ПАР), а також обладнання для генерування піни низької, середньої та високої кратності.

Використання синтетичних ПАР дало змогу подовжити термін зберігання піноутворювачів, збільшити тактичні можливості протипожежної техніки і, врешті решт, підвищити вогнегасну ефективність самої піни. Сьогодні плівкоутворювальні піноутворювачі виробляються у багатьох країнах, їх застосування дає змогу гасити навіть найбільш складні пожежі на нафтопереробних заводах, нафтоналивних танкерах та в інших випадках, коли звичайні піноутворювачі та інші вогнегасні речовини не забезпечують бажаного ефекту.

Беручи до уваги результати пошуку та аналізу патентних матеріалів [1-4], можна зробити висновок, що принципово нових підходів до розроблення рецептур і технологій виробництва піноутворювачів за цей час не створено. Як і раніше, піноутворювачі виробляють як із сировини природного походження, так і з

синтетичних ПАР. В окремих випадках рецептури піноутворювачів, виготовлених з природної сировини, містять добавки синтетичних фторвмісних ПАР (такі піноутворювачі називають фторбілковими або фторпротеїновими).

Патентування рецептур піноутворювачів їх виробниками здійснюється переважно за ознакою використання тих чи інших речовин, які виробляються (використовуються) тим чи іншим підприємством.

Аналізування інформації, наведеної у різних публікаціях [5-7], свідчить про те, що визначним чинником, який впливає на експлуатаційні характеристики (в тому числі вогнегасну ефективність) і сферу застосування піноутворювача, є його хімічна природа. Залежно від неї визначають як сферу застосування піноутворювача, так і нормовані параметри подавання його водних розчинів.

Піноутворююча здатність водних розчинів піноутворювачів загального призначення, а також вогнегасна ефективність піни, що утворюється з них, можуть погіршуватись з підвищенням твердості води, яка використовується для їх приготування тощо.

Останніми роками почала з'являтися інформація про розроблення та застосування технології пожежогасіння під назвою "One Seven". Ця технологія передбачає реалізацію нового способу генерування піни, а також використання плівкоутворювальних піноутворювачів, які мають дуже низькі концентрації робочих розчинів (близько 0,3...0,4 %). На відміну від традиційних способів генерування піни, коли вона утворюється безпосередньо в пожежному стволі, який використовується для її подавання в осередок пожежі, ця технологія передбачає одержання піни з кратністю близько 7 за допомогою ствола, встановленого перед пожежним рукавом або трубопроводом, з подальшим її рухом цим рукавом (трубопроводом) в осередок горіння.

Перспективні напрями проведення аналітичних та експериментальних досліджень у галузі пінного пожежогасіння в Україні у теперішній час такі:

- виявлення впливу полярних добавок-антидетонаторів до моторного пального на вогнегасну ефективність піни, генерованої з робочих розчинів сучасних піноутворювачів для гасіння пожеж, а також визначення умов (тип піноутворювача, вид піни, інтенсивність, спосіб і тривалість її подавання тощо), за яких забезпечується найбільша ефективність їх гасіння (як у разі зберігання в резервуарах, так і під час гасіння розливів);

- дослідження впливу хімічної природи неполярних і полярних горючих рідин на вогнегасну ефективність піни, генерованої з робочих розчинів сучасних піноутворювачів для гасіння пожеж, а також визначення умов (тип піноутворювача, вид піни, інтенсивність, спосіб і тривалість її подавання тощо), за яких забезпечується найбільша ефективність їх гасіння (як у разі зберігання в резервуарах, так і під час гасіння розливів);

- дослідження ефективності технології "One Seven" та інших новітніх способів та розроблення рекомендацій щодо її застосування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про науково-дослідну роботу за темою "Провести дослідження по розробці піноутворювача загального призначення та взяти участь в освоєнні його виробництва в Україні". Кер. Антонов А.В., к. т. н., с. н. с. К., УкрНДІПБ МВС України, 1996. – 192 с. Інв. №750-О.

2. Звіт про науково-дослідну роботу за темою "Провести пошукові дослідження по створенню піноутворювачів спеціального призначення (плівкоутворюючих, для використання морської води)". Кер. Білошицький М.В., к. х. н., с. н. с. К., УкрНДІПБ МВС України, 1997. – 237 с. Інв. №800-О.

3. Звіт про науково-дослідну роботу за темою "Провести дослідження

по вдосконаленню рецептури піноутворювача загального призначення на основі альфа-олефінсульфонатів”. Кер. Білошицький М.В., к. х. н., с. н. с. К., УкрНДІПБ МВС України, 1998. – 206 с. Інв. №832-О.

4. Звіт про науково-дослідну роботу за темою “Провести дослідження з розкриття особливостей процесів припинення горіння горючих речовин під час застосування сучасних вогнегасних речовин та технологій їх подавання”. Кер. Огурцов С., к. т. н., с. н. с. К., УкрНДІПБ ДСНС України, 2014. – 483 с.

5. Пат. 4306979 США МКИ А 62 D 1/04. Foam type fire extinguishing agent for hydrophilic combustible liquids / Toshihide T. (Японія). – №67500; Заяв. 17.08.79; Приоритет 17.08.78, №53-99461 (Японія). – Опубл. 22.12.81, т. 13, №4.

6. Патент 61-20312 Японія МКИ А 62 D 1/00, С 07 С 87/02. Пенное жидкое пленкообразующее средство для огнетушителя / Нэосу К.К. (Японія). – №52-99970; Заяв. 19.08.77; Опубл. 21.05.86, №1-508.

7. Заявка 61-54424 Японія МКИ А 62 D 1/04. Пенный огнетушительный состав на основе полярной органической жидкости / Дайкин когё К.К. (Японія). – №53-49583; Заяв. 24.04.79; Опубл. 21.11.86, №1-1361.

**УДК 614.841.244**

### **РОЗРАХУНОК ЗОН З НИЖНЬОЮ ТА ВЕРХНЬОЮ КОНЦЕНТРАЦІЙНИМИ МЕЖАМИ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я ПРИ АВАРІЯХ НА ПРАТ «АЗОТ»**

*Віталій НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент, Сергій ВЕДУЛА, Олексій ЄРЬОМА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Олександр АНДРОЩУК,  
Вище професійне училище Львівського державного університету безпеки  
життєдіяльності*

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру стає дедалі більше, оскільки рівень зносу обладнання більшості хімічних підприємств наближається до критичного. [1]

У ДСНС при аваріях на хімічно-небезпечних об'єктах (ХНО) проводяться розрахунки з використанням методики, яка призначена виключно для прогнозування масштабів зон хімічного забруднення.

Для прогнозу і прийняття оперативно-тактичних рішень пожежнорятувальними підрозділами ДСНС з метою захисту населення і безпечної розстановці сил і засобів при ліквідації наслідків аварій на відкритих складах хімічних підприємств, необхідно знати, зокрема і величину зон з нижньої (далі – НКМПП) і верхньої (далі – ВКМПП) концентраційних меж поширення полум'я.

Існуюча методика не дозволяє розрахувати НКМПП і ВКМПП. Слід враховувати, що при викиді, наприклад стиролу, аміаку і багатьох інших НХР виникає небезпека токсичного зараження і загорання, адже пари цих речовин вибухопожежонебезпечні. Таким чином, можливість горіння або вибуху парів хімічної речовини створює додаткові джерела ураження тепловим випромінюванням і впливом ударної хвилі.

Зазвичай небезпечні для здоров'я людей і летальні концентрації небезпечних хімічних речовин (НХР) менше відповідних концентраційних меж поширення полум'я, так що зона токсичної небезпеки більше зони безпеки займання. Однак, з цього ще не випливає, що в розрахунках можна обмежуватися тільки визначенням

токсичних небезпечних зон або зон з НКМПП і ВКМПП. Розрахунок зон з НКМПП і ВКМПП хімічних речовин при поширенні хмари необхідний хоча б тому, що джерело займання може знаходитися в області між НКМПП і ВКМПП.

Для опису даного нам фізичного поля, яким в даному випадку є концентрація НХР, в системі, яку породжує джерелами і навколишнім середовищем, можна скористатися рівняннями аерогідромеханіки [2].

Використання отриманого рішення рівняння типу дифузії дозволяє провести розрахунки просторового розподілу концентрації парів хімічних речовин, а також зон токсичного зараження, зон з НКМПП і ВКМПП, що утворюються у вторинному хмарі при розливі НХР.

Відзначимо, що для проведення розглянутих вище розрахунків нами складено алгоритм і програма чисельних розрахунків які реалізований в безкоштовному програмному продукті MAPLE 7.

Для апробації запропонованого алгоритму нами було проведено розрахунок концентраційних меж поширення полум'я при аварії резервуару з метанолом на складі хімічних реагентів на ПРАТ «АЗОТ», м. Черкаси. Підприємство було обрано випадковим чином через наявність інформації про кількість НХР. Основні вихідні данні: стався викид 270 кг метанолу; швидкість випаровування - 24 кг / хв; висота джерела розлитого метанолу в обвалуванні - 1м; склад хімічних реагентів має площа 28 тис. м. кв.; відстань від складу хімічних реагентів до:

- найближчого населеного пункту - 2100 м;
- місць великого скупчення людей (житлові масиви, стадіони, кінотеатри, лікарні, школи і так далі) - 3000 м;
- промислових об'єктів - 600 м;
- транспортних магістралей - 1500 м;
- природоохоронних об'єктів -> 4000 м.

На рисунку 1 представлено результати проведених розрахунків. Як видно з графіку НКМПП буде віддалена від джерела витoku на 2100 м, а ВКМПП на 1600 м. На нашу думку інформація такого роду буде надзвичайно корисна для підрозділів ДСНС України. Для планування місць розташування аварійно-рятувальної, пожежної техніки, особового складу, проведення евакуації тощо. Для проведення розрахунку за заданими умовами, достатньо в розроблений алгоритм ввести необхідні параметри і провести автоматизований розрахунок, загальний час даної операції до 10 хв.

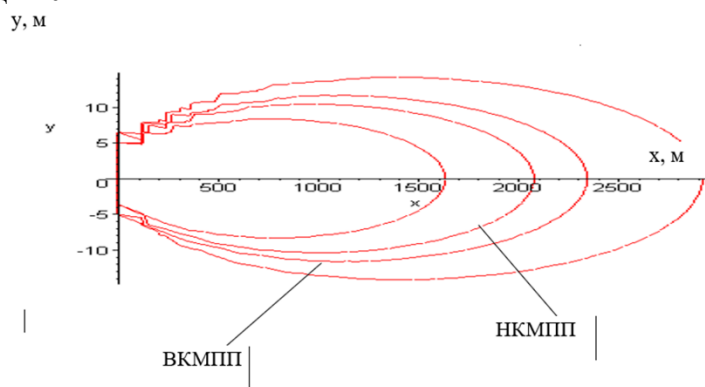


Рис. 1. Результати розрахунків НКМПП і ВКМПП.

В роботі проведено розрахунки зон з верхнім межею поширення полум'я як для первинної, так і для вторинної хмари поширення хімічної речовини при повному руйнуванню резервуара з метанолом на ПРАТ «АЗОТ», м. Черкаси.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн: [https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2018/АО\\_2018.pdf](https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2018/АО_2018.pdf).

2. Ландау Л.Д. Механіка суцільних середовищ / Ландау Л.Д., Ліфшиц Е.М. - М.: Гостехиздат, 1954. - 759 с.

УДК 614.841.415

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПРОГРІВАННЯ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ

*Олександр НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент,  
Микола КРИШТАЛЬ, канд. психол. наук, професор, Андрій ПРОКОПЕЦЬ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Для оцінювання адекватності (прийнятності) отриманих даних щодо коефіцієнта теплопровідності мають бути розраховані критерії адекватності згідно з п. 2.6.1 ДСТУ Б. В. 1.1.7 – 17: 2007 [1]. Температура нагрівання елемента сталевій конструкції розрахована відповідно до формули вихідного виразу диференційного рівняння теплопровідності полягає у визначенні приросту температури за проміжок часу (1), за умов стандартного температурного режиму пожежі.

$$\Delta\theta_{a,t} = \frac{\lambda_p A_p}{V d_p c_a \rho_a} \cdot \frac{(\theta_{g,t} - \theta_{a,t})}{(1 + \phi/3)} \cdot \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \cdot \Delta\theta_{g,t} \quad (1)$$

$(\Delta\theta_{a,t} \geq 0 \text{ при } \Delta\theta_{g,t} > 0),$

де 
$$\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} \cdot d_p A_p / V ,$$

$A_p / V$  – коефіцієнт перерізу для сталевих конструкцій, ізольованих вогнезахисним матеріалом;

$c_a$  – питома теплоємність сталі, що залежить від температури (Дж/(кг·°C));

$c_p$  – питома теплоємність матеріалу, що не залежить від температури (Дж/(кг · К));

$d_p$  – товщина вогнезахисного матеріалу (м);

$\Delta t \leq 30$  – інтервал (проміжок) часу (с), для обчислення за значення  $\Delta t$  більше як 30 с приймають значення рівне 30 с;

$\theta_{a,t}$  – температура сталі в момент часу  $t$  (°C);

$\theta_{g,t}$  – температура навколишнього газу в момент часу  $t$  (°C);

$\Delta\theta_{g,t}$  – збільшення температури навколишнього газу за проміжок часу  $\Delta t$  (°C);

$\lambda_p = 0,2$  – коефіцієнт теплопровідності вогнезахисної системи (Вт/(м·°C));

$\rho_a = 7850$  – густина сталі (кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_p = 1355$  – густина вогнезахисного матеріалу (кг/м<sup>3</sup>).



Дані розрахунків (табл. 1) засвідчили, що похибка під час порівняння розрахункових та експериментальних показників температур у зразках-фрагментах сталевих стержнів із вогнезахисним мінераловатним облицюванням істотного впливу на точність обчислення температури не має, оскільки величина відносної похибки не перевищує 10,7 %, а величина середньоквадратичного відхилення не перевищує 10,6 °С. Це означає, що за виконаним аналізом статистичних показників розрахункових значень температури отримана залежність коефіцієнта теплопровідності може бути використана як загальна для прогнозування нагрівання в сталевих конструкціях із вогнезахисним мінераловатним облицюванням.

Таблиця 1 – Абсолютні відхилення, відносні відхилення, квадратичні відхилення для порівнюваних термопар

№ зразка	Абсолютні відхилення, °С	Відносні відхилення, %	Середньоквадратичні відхилення, °С
1	44,6	13,2	16,7
2	32,8	11,4	9,8
3	26,3	9,9	6,3
4	42,8	14,2	15,4
5	16,4	5,9	4,9
6	22,1	8,9	8,6
7	41,6	12,6	15,1
8	24,4	9,4	8,3
Середні значення	31,4	10,7	10,6

Показники щодо статистичних критеріїв температурних даних для досліджуваних зразків представлено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Статистичні критерії показників температури серій випробувань

№ зразка	Критерій Кохрена	Критерій Стьюдента	Критерій Фішера
1	0,465	0,633	0,846
2	0,446	0,660	0,861
3	0,615	0,748	0,945
4	0,623	0,765	0,984
5	0,794	0,816	1,008
6	0,746	0,881	1,004
7	0,581	0,645	0,901
8	0,622	0,687	0,904

Згідно з табл. 2, показники статистичних критеріїв, які характеризують розкид відхилень температур у досліджуваних зразках, не перевищують табличних значень. Отже, отримана залежність коефіцієнта теплопровідності може бути використана як загальна для прогнозування нагрівання в сталевих конструкціях із вогнезахисним мінераловатним облицюванням.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-17-2007 «Захист від пожежі. Вогнезахисне покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (ENV 13381-4:2002, NEQ)».

## ВЕРИФІКАЦІЯ ДАНИХ ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС ЕКСПЕРИМЕНТІВ З НАГРІВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН

*Аліна ПЕРЕГІН, Олександр НУЯНЗІН, канд. тех. наук, доцент,  
Тетяна ДІДЕНКО*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У роботі [1] описано прототип установки для випробування малогабаритних будівельних конструкцій. В подальших дослідженнях проаналізовано результати експериментів з нагрівання малогабаритного елемента залізобетонної конструкції у прототипі компактної вогневої установки за стандартним температурним режимом пожежі.

Для з'ясування того, наскільки експерименти здатні відтворити результати, потрібно отримати кількісні показники щодо адекватності проведених експериментів. Верифікація даних виконана на підставі отриманих результатів, внаслідок проведених експериментів з нагрівання малогабаритних елементів будівельної конструкції, у ході якого помітні процеси, які нас цікавлять [2]. У нашому випадку, було проведено 3 експерименти з нагрівання малогабаритних елементів залізобетонних стін за стандартним температурним режимом пожежі у прототипі компактної вогневої установки, ідентичних та одночасно виготовлених конструкцій, при однакових зовнішніх умовах.

Відповідно до отриманих значень було розраховано відносну, абсолютну похибки експериментальних даних та F-критерій Фішера для послідовного порівняння дисперсій показів температури кожної термопари, які розташовані у конструкції, з дисперсією відтворюваності експериментальних досліджень.

За допомогою критерію Фішера перевірено гіпотезу про рівність генеральних дисперсій та розподілу температур на кожній хвилині експерименту.

**Таблиця 2. Параметри дисперсії результатів 3-ох експериментів з нагрівання малогабаритного елемента залізобетонних стін.**

Зона термопари (рис. 4)	Абсолютне середнє відхилення, °С	Відносне відхилення, %	F-критерій	Критичне значення F-крит.
T1	4,56	1,49	1,04	4,49
T2	4,91	1,41	1,13	
T3	4,84	1,66	1,01	
TP1	8,4	2,21	1,01	
TP2	8,7	1,95	1,32	
TP3	8,6	2,06	2,06	
TP4	8,6	2,31	1,02	
TP5	8,6	2,73	1,01	

Згідно таблиці 2, відносне відхилення не перевищило 3%, а визначені критерії адекватності (F-критерій Фішера) нижче за критичне значення, що підтверджує адекватність експериментальних даних.

Отже, доцільно проводити перевірку адекватності експериментальних даних отриманих під час нагрівання малогабаритних елементів залізобетонних стін у прототипі компактної вогневої установки за стандартним температурним режимом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Перегон А.В., Нуянзин А.М., Заика Н.П., & Ведула С.А. (2021). Методика создания прототипа компактной огневой установки для проведения испытаний на определение огнестойчивости железобетонных конструкций. *The Scientific Heritage*, (78-1), 37-43. Doi: 10.24412/9215-0365-2021-78-1-37-43.
2. Pozdieiev, S., Nuianzin, O., Sidnei, S., & Shchipets, S. (2017). Computational study of bearing walls fire resistance tests efficiency using different combustion furnaces configurations. In *MATEC web of conferences* (Vol. 116, p. 02027). EDP Sciences.

УДК 614.841

#### АНАЛІЗ НОРМ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ

*Сергій ПОЗДЄЄВ, д-р техн. наук, професор, Микола ЗМАГА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З розвитком можливостей комп'ютерної техніки все частіше практикується використання розрахункових методів визначення межі вогнестійкості, так як вони (методи) проводяться без натурних зразків, використовуючи тільки програмні продукти.

Розрахункові методи передбачають проведення випробувань шляхом математичного описання тих чи інших закономірностей в експериментальних зразках. Ці методи дешевші в використанні, та їх недоліком на сьогоднішній день залишається невисока точність, приблизно 30% [67, 68, 71].

Розрахункові методи поділяться на різні підгрупи, такі як табличний метод, метод кінцевих різниць, а також метод наближених розрахунків. Температурний режим при пожежі в приміщенні нестационарний і нестандартний, він змінюється довільно, тому не постійний у часі і коефіцієнт тепловіддачі. Крім того змінюється температура на поверхні стіни, протилежній пожежі. В загальному випадку маємо нестационарні і несиметричні граничні умови третього роду, для яких аналітичний розв'язок рівняння нестационарної теплопровідності відсутній.

Метод кінцевих різниць являє собою наближений метод розв'язання диференціального рівняння теплопровідності Фур'є.

За методами, заснованими на математичних моделях, розв'язанням прямої задачі теплопровідності визначають розподіл температури в конструкції в різні моменти часу від початку вогневого впливу. Отримані величини температури порівнюються з їхніми допустимими значеннями. Виконуючи розрахунки за допомогою математичних моделей, використовують ряд понижувальних коефіцієнтів для властивостей матеріалів. Проте вони не враховують багатьох важливих факторів, таких як повзучість, усадка, фізична і геометрична нелінійність, реальні діаграми розтягу і стиску за дії температури.

З використанням номограмних методів межу вогнестійкості конструкцій визначають за графіками або таблицями, отриманими за результатами випробувань або розрахунковим шляхом.

Існуючі розрахункові методи не враховують наявний вогнезахист будівельних конструкцій і таких питань, як вплив просочувальних речовин на теплофізичні та механічні властивості деревини. Крім цього, дані методи не враховують міцнісні характеристики клеєних з'єднань в елементах несучих конструкцій. Не приділено належної уваги зв'язкам та залежностям вогнезахисту, швидкості обвуглювання деревини.

Найбільш розповсюдженими є методи експериментально-розрахункові, так як вони базуються на даних проведених вогневих випробувань, при цьому достатньо провести випробування двох зразків, а далі розрахунковим методом проводити необхідну кількість експериментів.

Основа розрахунків повинно базуватися на застосуванні розрахункової моделі (доповнених результатами вогневих випробувань) з використанням усіх відповідних змінних величин. Моделі повинні мати достатній рівень достовірності, щоб з належною точністю передбачити реальну роботу конструкції, відповідати високому рівню якості виготовлення і гарантувати надійність інформації, на якій ґрунтуються розрахунки.

Розрахункові значення несучої здатності елементів з клеєної деревини повинні відповідати нище викладеній методиці розрахунку яка описана в [6].

У безрозмірному виді для шару облицювання, яка знаходиться під дією теплового потоку визначається виразом:

$$e^{\theta} = \frac{a}{ch^2\left(b - \xi \sqrt{\frac{a\delta}{2}}\right)}, \quad (1.6)$$

При заданих температурах стандартним температурним режимом на поверхні шару облицювання для несиметричності задачі граничні умови будуть наступні:

при  $\xi=0$ ;  $\theta=0$ ; а при  $\xi=2$ ;  $\theta=0$ , можна визначити параметри  $\delta$  і  $\theta$  з константами інтегрування  $a$  і  $b$ :

$$b = \operatorname{arch}\sqrt{a}, \quad (1.7)$$

$$\delta = \frac{\Phi^2}{2a}, \quad (1.8)$$

$$\Phi = \operatorname{arch}\sqrt{a \cdot e^{\theta_0}} + \operatorname{arch}\sqrt{a}, \quad (1.9)$$

Якщо провести диференціювання рівняння (1.5.) за параметрами  $a$  і прирівняти отримане значення 0, отримаємо вираз, який пов'язує  $a$  і  $\theta_0$  в разі симетричного теплообміну поверхонь пластини:

$$\frac{1}{\sqrt{a(a-1)}} + \frac{e^{\theta_0}}{\sqrt{a \cdot e^{\theta_0} \{a \cdot e^{\theta_0} - 1\}}} - \frac{\Phi}{a}, \quad (1.10)$$

В зв'язку з тим, що на одній стороні шару облицювання підтримується постійна висока температура ( $Bi \rightarrow \infty$ ), а умови  $ab > 2$  то вираз набирає вид:

$$\delta_{кр} = \frac{1}{2a} \left( \frac{Bi}{1+2Bi} \right) \left( \theta_0 + 2 \ln \left[ 2 \left( a + \sqrt{a(a-1)} \right) \right] \right)^2, \quad (1.11)$$

де  $a = 1 + 2,28e^{-0,65_0}$ .

При цьому величина шару поверхні вогнезахищеною фанери, в якій під дією теплового потоку проходить процес втрати маси (вигорання) можна отримати з рівняння виду:

$$\delta = \delta_{кр} \cdot (1 + \beta) \cdot f(x), \quad (1.12)$$

де  $\delta_{кр}$  - критична товщина шару облицювання вогнезахищеною фанерою за умови несиметричного теплообміну, в якій під дією теплового потоку проходить процес піролізу з видаленням горючих газів (при  $\beta > 0$ ,  $x = 0$ ), мм;

$\beta$  – параметр, що характеризує горіння матеріалу;

$x$  – параметр, який характеризує вигорання матеріалу.

Враховуючи те, що процес нагрівання вогнезахищеної фанери проходить при відносно великих температурах критерій  $Bi$  розраховується з урахуванням втрати тепла за допомогою сумарного коефіцієнта тепловіддачі  $\alpha$ :

$$Bi = \frac{\alpha h}{2\lambda}, \quad (1.13)$$

де  $\lambda$ - теплопровідність фанери,  $Вт/(м.К)$ ;

$h$  – товщина шару фанери,  $мм$ .

Вогнезахисне облицювання дерев'яних балок може призводити до зменшення горючих газів під час піролізу майже в 4 рази та збільшення кількості летких негорючих компонентів ( $CO_2$ ,  $N_2$ ) [103].

Таким чином необхідність проведення експериментально-розрахункових методів більш ефективно встановить залежності швидкості горіння поверхні фанерної плити від наявності вогнезахисної речовини, при цьому вогнезахищену фанера сповільнює початок термодеструкції дерев'яних балок як елемент облицювання.

## ВИЗНАЧЕННЯ КОНТУРІВ ЛІНІЇ ЗОНИ ОБВУГЛЮВАННЯ ПЕРЕРІЗУ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК

*Сергій ПОЗДЄЄВ д-р техн. наук, професор,*

*Яна ЗМАГА, канд. техн. наук, доцент,*

*Ольга НЕКОРА, канд. техн. наук, старший науковий співробітник,*

*Микола ЗМАГА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

У роботах [1 - 3] зроблене припущення, що контурну лінію зони обвуглювання перерізу дерев'яної балки є подібним до ізотерми температурного поля прогрівання даного перерізу під дією стандартного температурного режиму пожежі із критичною температурою  $\theta_{кр} = 200$  °С. Згідно із результатами, наведеними у роботах [1 - 4] можна апроксимувати контур зони обвуглювання із застосуванням певної параметричної кривої. Згідно із роботами [1 - 3] для такої апроксимації зручно використовувати параметричні лінії Без'є. У даному випадку конфігурація ліній Без'є може бути визначена за допомогою 5-ти характерних точок, які зафіксовані на ізотермах із критичною температурою. Для уникнення основного недоліку такого підходу, який полягає у недостатній точності наближення ізотерм застосовується підхід, описаний у роботі [3]. Відповідно до даного підходу положення перших трьох ключових точок фіксується на вершинах прямокутника, в який вписується ізотерма, а дві останні фіксуються між ними на сторонах описаного прямокутника. Використовуючи координати визначених в описаний вище спосіб п'яти ключових точок, визначається відповідна параметрична функція лінії Без'є, яка має неявну форму за виразом [5]:

$$\Omega(u) = \sum_{k=1}^n \omega_k B_{k,n}(u), \quad 0 \leq u \leq 1, \quad (1)$$

де  $n = 5$  – кількість ключових точок;

$B_{k,n}(u)$  – поліноми Бернстайна для описання параметричних функцій кривих Без'є;

$\omega_k$  – вектор відповідних координат ключових точок для описання параметричних функцій кривих Без'є;

Поліноми Берстайна записуються у вигляді формули:

$$B_{p,n}(u) = \frac{n!}{p!(n-p)!} u^p (1-u)^{n-p}, \quad (2)$$

Тут  $p$  – степінь полінома Бернстайна;  $u$  – параметр неявних функцій координат.

Для аналізу точності отриманих даних щодо зони обвуглювання був проведений порівняльний аналіз даних, що отримані експериментальним шляхом та даними, отриманими на основі розрахунку. Для цього були побудовані контури зон обвуглювання для перерізів дерев'яних балок, фрагменти яких були випробувані за методикою, наведеною у попередніх двох розділах.

На рис. 1 наведені контури зони обвуглювання перерізів дерев'яних балок із вогнезахисним облицюванням на основі просоченої фанери та без нього. Також на даних графіках наведено контури обвугленої зони, що було отримано експериментально.

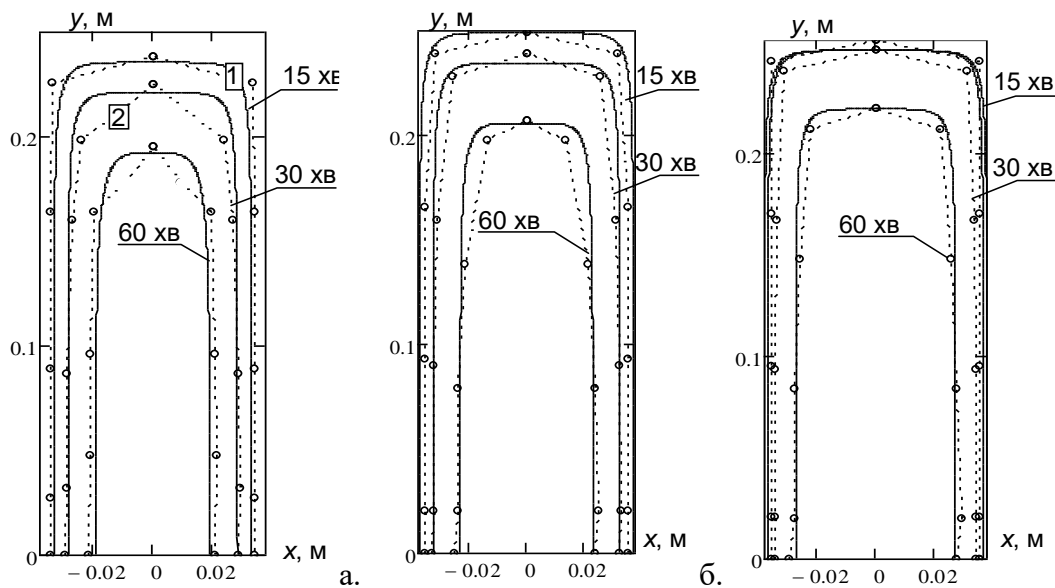


Рис. 1. Розташування лінії контуру зони обуглювання, апроксимованої за допомогою кривої Без'є у перерізі дерев'яної балки 70×250 без вогнезахисту (а), із вогнезахисним облицюванням  $w = 10$  мм (б); із вогнезахисним облицюванням  $w = 20$  мм (в) у різні моменти часу впливу стандартного температурного режиму пожежі: 1 – розрахункові дані; 2 – експериментальні дані.

Аналіз графіків, наведених на рис. 1, показав, що запропонований метод апроксимації контуру обугленої зони перерізу дерев'яних балок із вогнезахисним облицюванням на основі просоченої фанери є достатньо точним оскільки добре відтворює даний контур. Середня відносна похибка відтворення контуру обугленої зони дерев'яної балки 70×250 із вогнезахистом та без нього складає не більше 6.4 %, що підтверджує вищезазначене. Це також означає, що можна припустити достатню точність при відтворенні зони обуглювання при його застосуванні для балок із іншими перерізами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Новгородченко А. Ю., Поздєєв С. В., Некора О. В., Луценко Ю. В., Медвідь Б. Ю. Дослідження обуглювання дерев'яної балки з вогнезахисним облицюванням на основі плит OSB // Наукове видання. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація: збірник наукових праць. Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2018. № 4. С. 34 – 42.
2. Поздєєв С. В., Новгородченко А. Ю., Підгорецький Ю. Ю., Неділько І. А. Обґрунтування математичної моделі процесу обуглювання зразків-фрагментів дерев'яної балки з вогнезахисним облицюванням // Наукове видання. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація: збірник наукових праць. Том 3 №2 (2019). Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, С. 90 – 97.
3. Новгородченко А. Ю., Поздєєв С. В., Некора О. В. Аналіз параметрів обуглювання дерев'яної балки з вогнезахисним облицюванням // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2019. № 16. С. 53 – 56.
4. EN 1995-1-2:2004. Eurocode 5: Design of timber structures.- Part 1-2: General-Structural fire design.
5. Херн Д., Бейкер М. П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL. М.: Вильямс, 2005. — 1168 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГОФРИРОВАНИМИ СТІНКАМИ ПРИ ПОЖЕЖІ

*Сергій ПОЗДЄСВ, д-р техн. наук, професор, Валерія НЕКОРА,  
Максим УДОВЕНКО, Сергій ТРОШКІН, Станіслав СІДНЕЙ  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

На теперішній час проблематика, щодо проведення досліджень з оцінки межі вогнестійкості сталевих балок із гофрованими стінками із застосуванням вогнезахисту та без нього залишаються актуальними [1]. Розвиток розрахункових методів оцінки вогнестійкості балок такої конструкції є підґрунтям для прогнозування їх пожежної безпеки, що сприяє більш широкому їх використанню у сучасному будівництві, зменшуючи його вартість та трудомісткість [2, 3].

З метою проведення обчислювальних експериментів, розроблені комп'ютерні моделі двотаврової сталевий балки із гофрованою стінкою із вогнезахистом та без нього [4, 5].

Сіткова модель сталевий конструкції представлена на рис. 3 [6].



**Рис. 1. Кінцево-елементна схема сталевий гофробалки**

Матеріал сталевий балок, що використовувався для розрахунків, має пружно-пластичну математичну модель деформування у відповідності до рекомендацій [1] з врахуванням температурних деформацій. Для описання пружно-пластичних властивостей матеріалів використовуються білінійні діаграми деформування без спадної гілки, оскільки вона суттєво не впливає на характер деформування сталевий балки.

Швидкість настання теплової деформації встановлюються за коефіцієнтом температурного розширення  $\alpha$  за допомогою формули 1:

$$\dot{\varepsilon}_{ij}^{\theta} = \alpha \dot{\theta} \delta_{ij}, \quad (1)$$

де  $\delta_{ij}$  – елементи ідентифікаційного тензора

Для ідентифікації настання залишкових деформацій використовується ізотропна функція піддатливості:

$$\phi = 0.5 s_{ij} s_{ij} - \sigma_y(\theta)^2 3^{-1}, \quad (2)$$

де  $s_{ij}$  – елементи девіатора напружень;

$\sigma_y(\theta)$  – залежна від температури функція пластичного зміцнення.

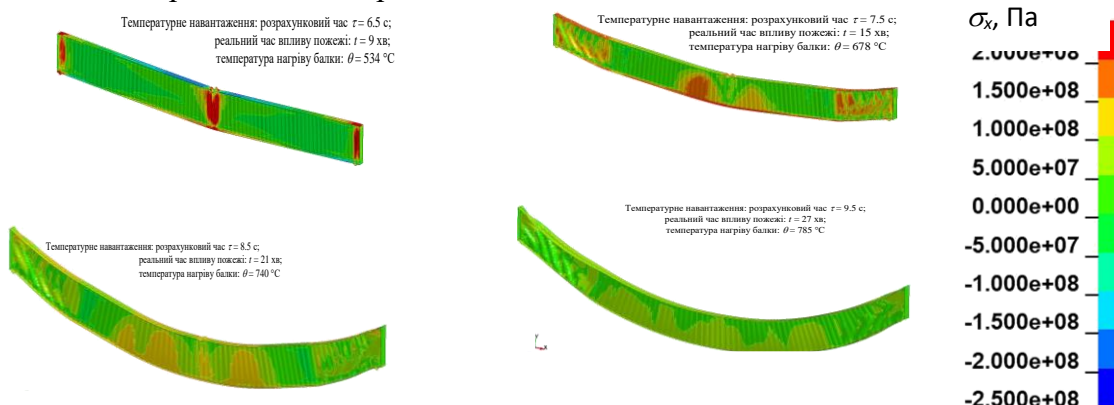
Інтегрування параметрів ефективної залишкової деформації оновлюється на кожному кроці за формулою [1, 7]:

$$\Delta \varepsilon_{\text{eff}}^p = \frac{\left( 1 - \frac{\sigma_y}{\sqrt{1.5 s_{ij}^* s_{ij}^*}} \right) \sqrt{1.5 s_{ij}^* s_{ij}^*}}{G + 3E_p}, \quad (3)$$



де  $G$  – модуль зсуву;  
 $E_p$  – модуль зміцнення.

Розподілення нормальних напружень вздовж поздовжньої осі у сталевих гофробалок без вогнезахисту на етапах імпортування температурного навантаження представлені на рис. 2.



**Рис. 2. Розподіл поздовжніх нормальних напружень у сталевій балці з гофрованою стінкою без вогнезахисту на різних етапах імпортування температурного навантаження**

За результатами чисельного експерименту з використанням комп'ютерних моделей щодо вивчення поведінки двотаврових сталевих балок із гофрованою стінкою із вогнезахистом та без нього отримані дані використовуються для оцінки вогнестійкості даних конструкцій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. EN 1993-1-2:2005 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design.
2. Roitman V.M. Engineering solutions for assessing the fire resistance of projected and reconstructed buildings / V.M. Roitman. - М.: Fire safety and science, 2001. - 382 p.
3. Heinisuo M., Laasonen M. Product modeling, part of the fire safety concept in the future for metal structures // Advanced Research Workshop, Fire Computer Modeling, Santander. (2007). – pp. 18-20.
4. Improvement of the Assessment Method for Fire Resistance of Steel Structures in the Temperature Regime of Fire under Realistic Conditions // Materials Science Forum / Taras Shnal, Serhii Pozdieiev, Oleksandr Nuianzin, Stanislav Sidnei / 2020 Volume 1006 – pp. 107 – 116.
5. Dr. S. Raviraj. Design Of Beams With Corrugated. Construction Industry Reference Magazine "Built Constructions".
6. Perelmuter A.V. Computational models of structures and the possibility of their analysis / A.V. Perelmuter, V.I. Slivker. - К.: Publishing house "Steel", 2002. - 600 p.
7. Shnal T.M. Fire resistance and fire protection of metal structures // Textbook "Lviv Polytechnic". Lviv: NTU "Lviv Polytechnic". 2010. p. 176.

**КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ ПРИ НАГРІВАННІ**

*Сергій ПОЗДЄЄВ, д-р техн. наук, проф., Ольга НЕКОРА, канд. техн. наук, с.н.с.,  
Олександр НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доц.,  
Олена БОРСУК, канд. техн. наук, Наталія ЗАЙКА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Дослідження проведені засобами програмного середовища «LS-DYNA» щодо поведінки сталеві балки з вогнезахисним облицюванням із мінеральної вати в умовах впливу стандартного температурного режиму пожежі надають можливість описати особливості поведінки цієї конструкції та зміни навантаження при дії високих температури.

Динамічний розрахунок навантаження між програмним – розрахунковим часом та реальним часовим проміжком розвитку пожежі – представлено на рис. 1. Зіставлення шкал розрахункового часу та реального часу впливу пожежі вказує на відповідність періоду в 17,5 с, що відповідає реальному пришвидшеному процесу дії пожежі 150 хв..

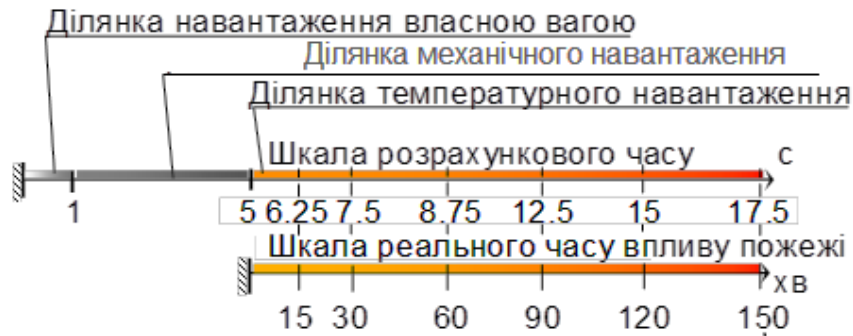
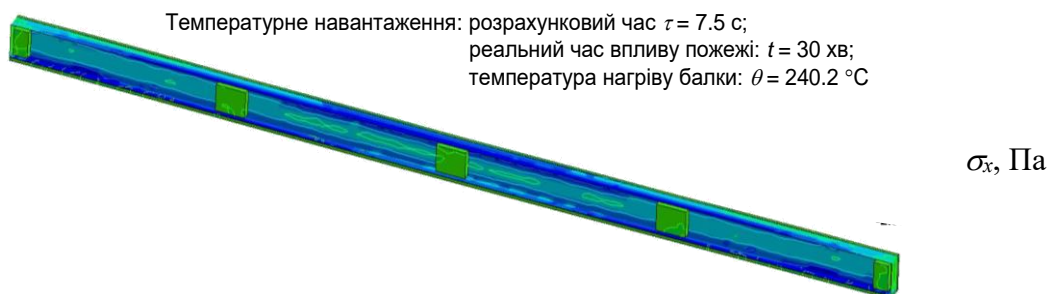


Рис. 1 Зіставлення шкал розрахункового часу та реального часу впливу пожежі

Враховуючи розподіл нормальних напружень уздовж поздовжньої осі в досліджуваній балці на етапах прикладення механічного навантаження, проведено аналіз розподілу поздовжніх напружень перед початком дії температурного навантаження. Найбільший рівень напружень у балці становить близько 50 МПа та підтверджує коректність результатів напружено-деформованого стану, що передують прикладанню температурного навантаження.

На рис. 2 представлено розподіл нормальних напружень на поздовжньої осі в досліджуваній балці на етапах прикладення температурного навантаження.



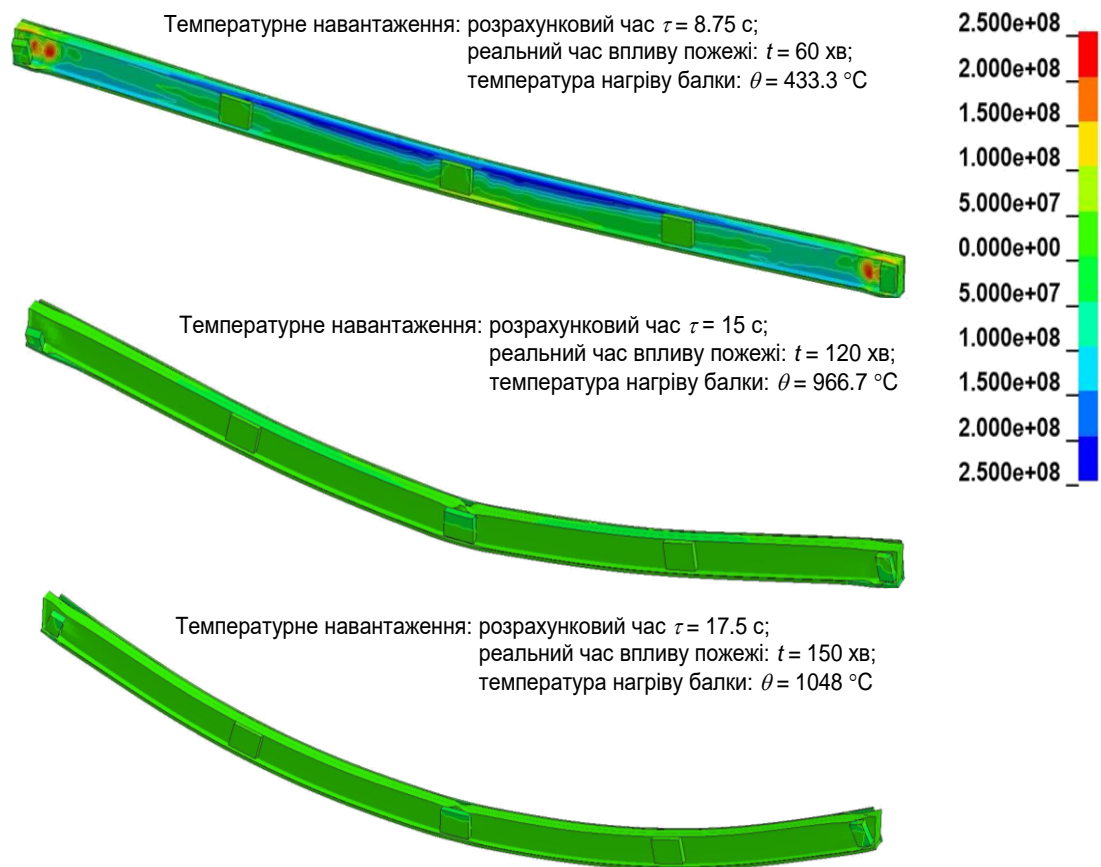


Рис. 2 Розподіл поздовжніх нормальних напружень на різних етапах прикладення температурного навантаження

На етапі прикладення температурного навантаження помітно, що найбільшого рівня близько 280 МПа напруження досягають приблизно на 30 хв. за температури нагрівання балки 240 °C. Після цього вони починають локалізуватися у вузьких зонах, засвідчуючи нарощування в наступному етапі пластичних деформацій, які концентруються поблизу закріплених кінців балки. На 60 хв. впливу пожежі зафіксоване відшарування закріплювальних мінераловатних елементів. За температури 433 °C помітна активна деструкція вогнезахисного облицювання. За температури 967 °C з'являються ознаки місцевої втрати стійкості у вигляді складок у полицях та стінці двотаврової балки посередині й по її закріплених кінцях. Також зафіксоване подальше відшарування закріплювальних елементів мінераловатного вогнезахисного облицювання [1].

За результатом дослідження настання стану втрати вогнестійкості за несучою здатністю досліджуваної сталеві балки з мінераловатним вогнезахисним облицюванням відбувається після 60 хв. впливу стандартного температурного режиму пожежі. Враховуючи, що при температурі в 500 °C настання критичного стану з втрати несучої здатності сталевими несучими конструкціями без вогнезахисту досягається за 5-20 хвилин [2], можна зробити висновок, що застосування вогнезахисту з мінеральної вати сталевих балок значно збільшує часовий проміжок несучої здатності конструкції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Борсук О. В. Дослідження поведінки сталеві балки із вогнезахисним мінераловатним облицюванням при пожежі. Збірник наукових праць Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідування. Черкаси. 2020. № 1, том. 4. С. 15 – 24.
2. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

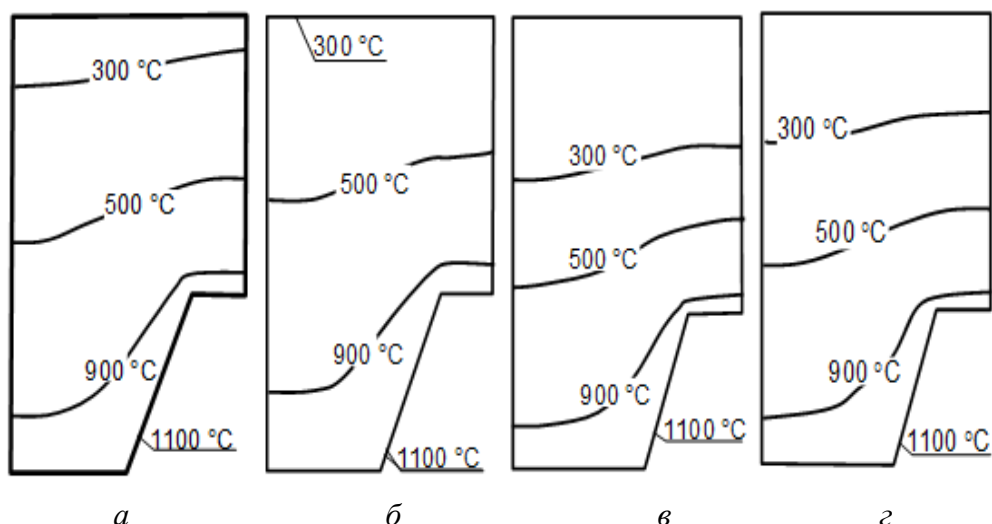
## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ У СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТАХ ПРИ ПОЖЕЖІ

*Сергій ПОЗДЄСВ, д-р техн. наук, професор, Світлана ФЕДЧЕНКО,  
Інна НЕДІЛЬКО, Наталія ЗАЙКА, Анастасія СІДНЕЙ  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

За результатами аналізу існуючих сучасних методів щодо проведення розрахунків меж вогнестійкості сталезалізобетонних плит [1] встановлено, що оцінка вогнестійкості вказаних конструкцій за допомогою обчислювальних методів обмежується 120 хв теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі [2,3].

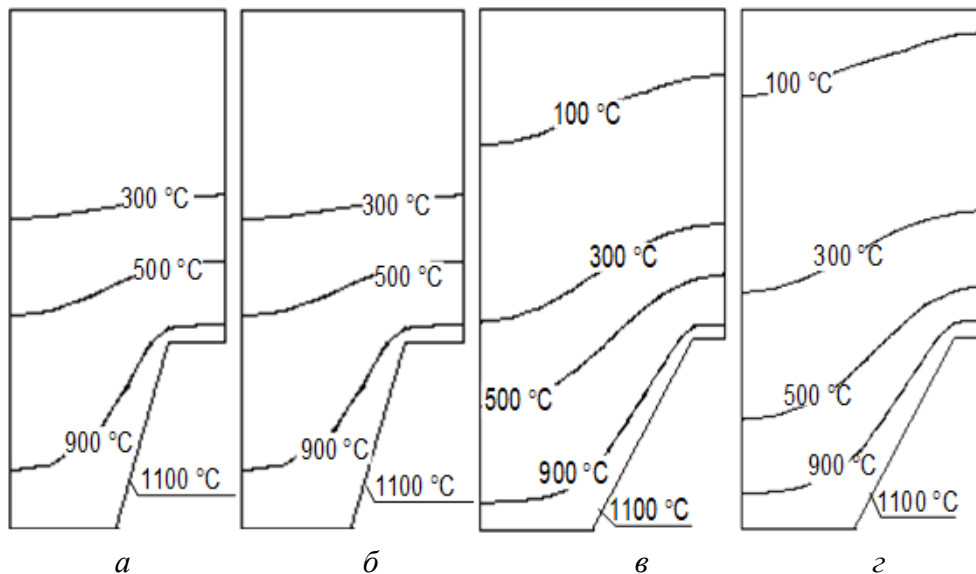
У роботі представлені результати досліджень щодо визначення параметрів нагріву та напружено-деформованого стану сталезалізобетонних плит, виготовлених з використанням профільованих сталевих листів, в умовах теплового впливу стандартного температурного режиму тривалістю більше за 120 хв.

Обчислювальні експерименти проводились для 4-ох типів сталезалізобетонних плит із профільованими сталевими листами. Розподіл температури по досліджуваних типах конструкцій наведені на рис. 1 та рис. 2.



**Рис. 1. Температурні розподілення у досліджуваних плитах для часу теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі у сталезалізобетонних плитах (СЗБ): а – СЗБ № 1 150 хв; б – СЗБ № 1 180 хв; в – СЗБ № 2 150 хв; г – СЗБ № 2 180 хв.**

Температурний розподіл у перерізі конструкцій отримано за допомогою загального теоретичного підходу до розв'язку задачі теплопровідності з використанням методу скінчених елементів [4, 5]. Використовуючи отримані температурні розподілення, було визначено параметри напружено-деформованого стану на основі методу граничних станів [6, 7].



**Рис. 2. Температурні розподілення у досліджуваних плитах для часу теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі у сталезалізобетонних плитах (СЗБ): а – СЗБ № 3 150 хв; б – СЗБ № 3 180 хв; в – СЗБ № 4 150 хв; г – СЗБ № 4 180 хв.**

Результати даного дослідження надають можливість отримати показники температурного розподілу для проведення оцінки з вогнестійкості таких конструкцій за класами вогнестійкості понад REI 120. Відповідно, отримані результати є науковим підґрунтям для удосконалення існуючого методу розрахункової оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит, виготовлених з використанням профільованих сталевих листів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE SLABS ACCORDING TO EC2 AND BRANZ TR8TY, Sanin Dzidic, Conference: 13th Scientific Conference with International Participation "Contemporary Theory and Practice in Construction. Banja Luka, Bosnia and Herzegovina. 25.05. 2018 Volume: Book of Proceedings, ISSN 2566-4484.
2. EN 1994-1-2 (2005) (English): Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-2: General rules - Structural fire design [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].
3. Roitman V.M. Engineering solutions for assessing the fire resistance of projected and reconstructed buildings / V.M. Roitman. - М.: Fire safety and science, 2001. - 382 p.
4. Calculation of fire resistance of building structures in software packages January 2019 E3S Web of Conferences 91(1):02007// Ivan Dmitriev, Vladimir Lyulikov, Olga Bazhenova.
5. Insulation effect of the concrete slab-steel deck interface in fire conditions and its influence on the structural fire behavior of composite floor systems Fire Safety Journal 1 Volume 105, April 2019, p. 79-91, Shivam Sharma, Varun Teja Vaddamani, Anil Agarwal.
6. R. P. Johnson, Y. C. Wang Composite Structures of Steel and Concrete: Beams, Slabs, Columns and Frames for Buildings. 2019. 265 с.
7. Сталезалізобетон: надійність, технічні стани, ризики: монографія / О.П. Воскобійник. – Донецьк : Донбас, 2014. – 394 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ ТА ПАРІВ У ПОВІТРІ

*Слизова ПОНОМАРЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Назарій КОЗЯР,  
Головне управління Державної служби надзвичайних ситуацій України  
у місті Києві,  
Сергій ГОНЧАР, Тетяна ДІДЕНКО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Забезпечення промислової безпеки є основним завданням сучасного технологічного розвитку виробництва в Україні. Значна кількість промислових об'єктів на території нашої держави та їх концентрація в межах населених пунктів потребує сучасних підходів до систем реагування на НС та раннього попередження виникнення виробничих аварій.

Інтеграція промислового комплексу України в ЕС та напрямок адаптації продукції вітчизняного виробництва вимагає приведення вітчизняного законодавства у відповідність із Директивами ЕС та міжнародного права у сфері забезпечення безпеки на об'єктах промислового комплексу та об'єктах підвищеної небезпеки.

Законодавство України у сфері промислової безпеки знаходиться на перехідній стадії скасування стандартів Радянського Союзу, перегляду стандартів з часу проголошення незалежності нашої держави до розробки дорожньої карти адаптації стандартів промислової безпеки у відповідності із міжнародними нормами.

Система реагування на НС та забезпечення техногенної безпеки полягає у створення реальних наукових основ організації безпеки складних технічних систем, людей і докільця, розроблення методів оцінки небезпеки промислових об'єктів як джерел небезпеки та наукових засад концепції прийнятного рівня ризику стосовно умов функціонування системи «людина-техніка-середовище».

Джерела небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру класифікують за визначенням статті 50 Кодексу цивільного захисту України:

- 1) потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки;
- 2) будівлі та споруди з порушенням умов експлуатації;
- 3) суб'єкти господарювання з критичним станом виробничих фондів та порушенням умов експлуатації;
- 4) ядерні установки з порушенням умов експлуатації;
- 5) наслідки терористичної діяльності;
- 6) гідротехнічні споруди;
- 7) неконтрольоване ввезення, зберігання і використання на території України техногенно небезпечних технологій, речовин, матеріалів;
- 8) надмірне та нерегульоване накопичення побутових і промислових відходів, непридатних для використання засобів захисту рослин;
- 9) наслідки військової та іншої екологічно небезпечної діяльності;
- 10) суб'єкти господарювання, на об'єктах яких здійснюються виробництво, зберігання та утилізація вибухонебезпечних предметів;
- 11) об'єкти життєзабезпечення населення з порушенням умов експлуатації;
- 12) інші об'єкти, що можуть створити загрозу виникнення аварії.

У відповідності з положеннями «ДК 019:2010 Класифікатор надзвичайних ситуацій» та у залежності від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України визначають такі види надзвичайних ситуацій:

- техногенного характеру;
- природного характеру;
- соціального характеру;
- воєнного характеру.

На відміну від інших типів НС, надзвичайна ситуація техногенного характеру пов'язується з порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

Для функціонування системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, проведення моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій на державному рівні визначено порядок та правила проектування та функціонування автоматизованої системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення [1] (стаття 53 Кодексу цивільного захисту України).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України (постанова Верховної Ради України від 02.10.2012 року (№5403-VI) і набрав чинності з 1 липня 2013 року)
2. Закон України від 18.01.2001 № 2245-III Про об'єкти підвищеної безпеки: затв. і введ. в дію Постановою Верховна Рада України;
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту».
4. Постанова КМУ № 37-р від 22.01.2014 Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

УДК [614.895.5.621.5]:622-051

#### **ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ ПІД ЧАС ЙОГО МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ**

*Віталій ПОСПОЛІТАК, Олександр ЛАЗАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

З кожним роком зростає зацікавленість людей до альтернативних джерел енергії та способів їх отримання і зберігання. Найпоширенішим і широко доступним джерелом постійної енергії на сьогоднішній день є літій-іонні елементи живлення (ЛІЕЖ), які здатні задовольнити потреби людей і широко використовуються в електроавтомобілях, самокатах та в різних цифрових і мультимедійних засобах.

Численні дослідження показали, що ЛІЕЖ, особливо великої ємності, є надзвичайно пожежонебезпечним елементом. Який при неправильному поводженні може стати потужним джерелом займання та сприяти поширенню

вогню в транспортному засобі, електронних пристроях або в місцях їхнього збереження та обслуговування. Загалом, механічні випробування ЛПЕЖ є методом який широко використовується для оцінки їх критичних показників. Об'єднуючим фактом є те, що майже всі нормативні акти в цій галузі визначають наступний перелік випробувань: механічні (стискання, деформація корпусу, пробиття гострим предметом) електричні, хімічні та екологічні випробування (вплив води, температура навколишнього середовища тощо).

Об'єктом для подальших досліджень був обраний найпоширеніший на сьогодні формат ЛПЕЖ – 18650 (Panasonic NCR18650B), основним компонентом якого є оксид літію-нікелю ( $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ).

Оскільки за попередніми дослідженнями неодноразово підтверджувалося, що найбільш пожежонебезпечними є ЛПЕЖ, які мають заряд більше 50%, для дослідження відбиралися акумулятори з зарядом 100% і напругою 4,2 вольт. Таким чином ЛПЕЖ, що приймали участь в горінні повністю відповідали заявленим заводським параметрам на момент проведення експерименту.

Механічне пошкодження ЛПЕЖ здійснювалося цвяхом довжиною 100 мм і діаметром 3 мм, прикладена сила становила близько 5 кН, тривалість проникнення 0,01 секунди. Згідно з аналізом літературних джерел, проколвання ЛПЕЖ здійснювалося в центральній його частині.

Експериментальні дослідження показали, що максимальна температура на корпусі ЛПЕЖ під час горіння досягала  $715^{\circ}\text{C}$ , а мінімальна –  $587^{\circ}\text{C}$ . Після пошкодження ЛПЕЖ відбувалося миттєве виділення тепла та інтенсивне іскроутворення протягом 2-4 секунд, після чого відбувалося відкрите горіння з спалахами полум'я протягом 56-60 секунд. Під час горіння корпус ЛПЕЖ набував яскравого жовто-гарячого кольору, що є незаперечним доказом наявності високої температури. Після завершення горіння тривалість охолодження корпусу ЛПЕЖ до температури  $50^{\circ}\text{C}$  становила від 15 до 20 хвилин, середнє значення – 17 хвилин. Після завершення процесу горіння корпус ЛПЕЖ залишався непошкодженим, за винятком отвору, що утворився після пробиття.

Встановлено, що максимальна температура приповерхневого шару (на відстані 5 мм від корпусу ЛПЕЖ), становила  $647^{\circ}\text{C}$ , а середня максимальна –  $587^{\circ}\text{C}$ . Зниження температури приповерхневого шару до  $50^{\circ}\text{C}$  відбулося за 13 хв. Аналіз результатів втрати ваги ЛПЕЖ показав, що втрата ваги після згоряння становить приблизно 53-56% від його початкової ваги з урахуванням похибки дослідження. Таким чином, в цілому можна стверджувати, що ЛПЕЖ втрачає близько 53% від початкової ваги після повного згоряння після точкового пошкодження.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Lazarenko O., Loik V., Shtain B., Riegert D. (2018) Research on the Fire Hazards of Cells in Electric Car Batteries. ВІТР. 52. (44): 58-67. <https://doi.org/10.12845/bitp.52.4.2018.7>
2. Лазаренко О.В., Синельников О.Д., Биков І.М., Кусковець А.С Пожежогасіння та проведення інших невідкладних робіт в електрокарах. Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – №34. – С. 54-58. <https://doi.org/10.32447/10.32447/20786662.34.2019.09>
3. Mohamad Syazarudin Bin Md Said (2018) Experimental Study and Numerical Modelling of Lithium-ion Battery Thermal Runaway Behaviour, A thesis submitted to the Department of Chemical and Biological Engineering, The University of Sheffield, for the Degree of Doctor of Philosophy (PhD), 253 p.
4. Xuan Liu, (2016) Comprehensive calorimetry and modelling of the thermally-induced failure of a lithium ion battery. 145 p. <https://doi.org/10.13016/M2B875>



5. Ping Ping, QingSong Wang, PeiFeng Huang, Ke Li, JinHua Sun, DePeng Kong, ChunHua Chen (2015) Study of the fire behavior of high-energy lithium-ion batteries with full-scale burning test. Journal of Power Sources 285: 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2015.03.035>.
6. Joshua Lamb, Christopher J. Orendorff (2014) Evaluation of mechanical abuse techniques in lithium ion batteries. Journal of Power Sources 247: 189-196 p. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2013.08.066>.
7. Binbin Mao, Haodong Chen, Zhixian Cui, Tangqin Wu, Qingsong Wang (2018) Failure mechanism of the lithium ion battery during nail penetration. International Journal of Heat and Mass Transfer V. 122: 1103-1115 <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.02.036>
8. Y. Fernandes, A. Bry, S. de Persis (2018) Identification and quantification of gases emitted during abuse tests by overcharge of a commercial Li-ion battery. Journal of Power Sources Volume 389, 15: 106-119 <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.03.034>
9. V. Ruiza, A. Pfranga, A. Kristona, N. Omarb, P. Van den Bosscheb, L. Boon-Bretta (2018) A review of international abuse testing standards and regulations for lithium ion batteries in electric and hybrid electric vehicles. Renewable and Sustainable
10. A. G. Yakushev, T. Yu. Bokov, (2018) Study of rapid goal-directed force upper limb movement, Fundamental and Applied Mathematics, vol. 22 (2): 237-249. <http://www.mathnet.ru/links/022686c34b680f13e846adec8e957025/fpm1800.pdf>

**УДК 614.842**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ НА ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

*Вікторія РИЖОВА, Лариса ХАТКОВА, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобілля*

Аварії на хіміко-технологічних об'єктах можуть відрізнятися не тільки за масштабами руйнівного впливу, а й за сценаріями їх розвитку. Це, в першу чергу, залежить від: а) фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей речовин, що застосовуються в технологічних процесах на цих об'єктах; б) кількості речовини, що обертається в технологічному процесі; в) режиму обробки енергоємних середовищ (т, р, швидкості матеріальних потоків і т. д.).

В даному контексті під речовинами розуміються хімічно небезпечні речовини (ХНР) та ряд з'єднань, які мають руйнівний вплив на навколишнє середовище. При їх розпиленні або попаданні, наприклад, в повітря або воду можуть виникнути наслідки, пов'язані з погіршенням стану здоров'я або ризиком летального результату. Для визначення характерних факторів небезпеки на хіміко-технологічних об'єктах (ХТО) можливе використання умовної (можливої) моделі виникнення і розвитку аварії.

Аналіз наслідків великомасштабних аварій на ХТО, свідчить, що початкова стадія аварії обмежується одним елементом або групою елементів об'єкта, призначених для проведення однієї операції, локальною ділянкою трубопроводу і т. ін. (тобто, так званий технологічний блок). Причиною ініціювання аварії найчастішим буває вихід параметрів технологічного процесу з регламентованих меж (некероване підвищення температури, тиску, погіршення складу технологічного середовища, в наслідок чого воно набуває вибухонебезпечних властивості та ін.).

Такі порушення технологічного регламенту можуть привести до розгерметизації або навіть руйнування аварійного технологічного блоку, спричиненого локальним вибухом технологічного середовища в його об'ємі, або різкого підвищення тиску в технологічному елементі (апараті), в наслідок, наприклад, неконтрольованого зростання температури рідкої фази або втрати контролю за системою регулювання тиску подачі парогазової фази в технологічний блок. На наступному етапі розвитку аварії – розгерметизація (руйнування) технологічного блоку призводить до викиду з нього технологічного середовища в навколишній простір.

При миттєвому руйнуванні резервуарів зберігання НХР або при випаровуванні розливої кріогенної рідини утворюються аерозольні (парові, газові) хімічні хмари. Утворення аерозольної хімічної хмари може призвести до прояву в основному трьох типів небезпек: крупна пожежа, вибуху хмари, токсичний вплив. Наприклад, при викиді аміаку виникає небезпека займання та токсичного впливу. Характер подальшого розвитку аварії багато в чому визначається фізико-хімічними властивостями технологічного середовища і, зокрема, його агрегатного стану. Якщо технологічне середовище, що викинуте в навколишній простір, знаходиться в парогазовому або аеродисперсному стані, то воно утворює навколо аварійного технологічного блоку вибухонебезпечну хмару (за рахунок змішування викиду з навколишнім повітрям). В кінцевому рахунку, вибух цієї хмари призводить до руйнування технологічних об'єктів, будівель, споруд, а також травмування людей не тільки силою ударної хвилі, а й осколками зруйнованих виробничих об'єктів (їх елементів). Слід пам'ятати, що багато енергоємних технологічних середовищ є хімічно небезпечними речовинами. Тому пожежовибухонебезпечні об'єкти з такими середовищами одночасно можуть розглядатися і як хімічно небезпечні. Якщо технологічне середовище, що надходить в навколишнє середовище, знаходиться в рідкому або твердофазному стані, то, випаровуючись (рідина) або розкладаючись (тверде) з виділенням горючих газів або парів, може утворити осередок пожежі.

Руйнування виробничих об'єктів і ураження людей в цьому випадку відбувається, в основному, за рахунок високоінтенсивного теплового випромінювання з осередку пожежі. Крім того, розкладання речовин в осередку пожежі, як правило, супроводжується виділенням в навколишній простір вибухонебезпечних і токсичних речовин в парогазовому стані.

Аналіз наслідків великих аварій різних типів на хімічно небезпечних об'єктах дозволяє виявити загальні тенденції їх розвитку, закономірності та відмінні риси формування уражаючих факторів і їх наслідків, а також визначити практичні рекомендації щодо захисту людей та ліквідації наслідків цих аварій;

Специфічними факторами руйнівного впливу при аваріях на ХТО є:

а) ударна хвиля, що формується в зоні вибуху технологічного середовища і розповсюджується в навколишньому просторі з надзвуковою швидкістю, яка залежить від ступеня стиснення у фронті ударної хвилі; б) теплове випромінювання із зони пожежі або вибуху; в) хімічне забруднення навколишнього середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Михайлюк О.П., Квітковський Ю.В. Пожежовибухобезпека хімічних, нафтохімічних та нафтопереробних виробництв: Практичний посібник.- Х.: УЦЗУ, 2007.-103 с.

2. Гіроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й.. Техногенна безпека: Підручник.- Рівне: УДУВГП, 2014.- 452 с.

3. Могильниченко В.В. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Техногенна та природна небезпека: Посібник - К.: КІМ, 2007.- 636 с.

**УДК 691**

## ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ВИБОРІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ БОМБОСХОВИЩ

*Ірина РУДЕШКО, Тетяна ТАБУНЩИКОВА, Анастасія БУКША,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Для того, щоб захисні споруди відповідали своєму призначенню, потрібний особливий підхід щодо вибору будівельних матеріалів для їх зведення.

Для виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій захисних споруд потрібно використовувати важкий бетон із середньою густиною від 2000 кг/м<sup>3</sup> класу не нижче С12/15, а для колон і ригелів не нижче за С20/25 [3].

Бетонні блоки для стін потрібно проектувати з бетону класу не нижче С8/10. Розчин для замурування стін збірних елементів залізобетонних конструкцій має бути не нижче за С8/10 [3].

Згідно п.3.2.1 [2] для армування залізобетонних конструкцій захисних споруд потрібно використовувати арматуру класу А400С і А500С, а також дрід класу В500 у зварних сітках і каркасах. Механічні властивості мають відповідати вимогам додатку А [1].

У разі використання збірного попередньо напруженого залізобетону, потрібно використовувати арматуру із відносним видовженням при розриві не менше за 4%. Використання згинаємих елементів у конструкціях бомбосховищ без поперечного армування не дозволяється.

У кам'яних і армокам'яних конструкціях потрібно використовувати матеріали за міцністю на стиск не нижче:

- 10 Мпа – для цегли;
- 15 Мпа – для бутового камня;
- 5 Мпа – розчин для кладки.

Використання у будівельних конструкціях захисних споруд фібробетону, можливо сприятиме збільшенню міцності, зносостійкості, пружності конструкцій.

Фібробетон являє собою будівельний дрібнозернистий матеріал, ключовим компонентом якого є армуючий наповнювач. Не так давно, для надання звичайному бетону міцності, зниження крихкості, до його складу почали додавати різні волокна, рівномірно розподіляючи їх по бетонній масі. Це призвело до низки значних поліпшень властивостей бетону. Було досягнуто: підвищення міцності до 30%, значно зросла стійкість до фізичних навантажень, також рідше стали утворюватися тріщини. На сьогоднішній день розрізняють два види фібробетону, виходячи з його армуючої речовини. Металевий наповнювач – у якості наповнювача у такому бетоні є сталь, що має різні розміри і форму. Такий наповнювач є найпоширенішим. Такому бетону властива підвищена міцність до навантажень, він не утворює тріщин після тривалого терміну служби і має мінімальний коефіцієнт усадки. Також, такий фібробетон має тривалий експлуатаційний термін, велику щільність і відмінні зносостійкі властивості. Має відмінну стійкість до впливів навколишнього середовища, таких як: низькі та високі температури, підвищена вологість.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій».
2. ДБН.В 2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».
3. ДБН В.2.2-5-97 «Захисні споруди цивільної оборони»,

Держкоммістобудування України, Київ 1998, 82с.

**УДК 69.07**

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ БОМБОСХОВИЩ У ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

*Ірина РУДЕШКО, Надія ШЕБАНОВА,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Ситуація, що складається сьогодні у багатьох містах України показує, що більшість конструкцій перекриттів надпідвальних і між першим і другим поверхами, не витримують навантажень, що пов'язані із руйнуванням і обвалом вище розташованих конструкцій під час бомбрдувань. У зв'язку із цим, перебування людей у підвальних приміщеннях, що були використані у якості бомбосховищ, мало трагічні наслідки. Це пов'язано із тим, що при розрахунку цих конструкцій не було враховано динамічне навантаження від ударної хвилі (еквівалентне статичне навантаження) [1, п.3.1]. У зв'язку із цим, під час відновлення зруйнованих міст і будівництва нових будівель саме розрахунку і конструктивному виконанню надпідвальних перекриттів потрібно надавати особливу увагу.

Сховища потрібно розміщувати у підвальних та цокольних поверхах будівель і споруд [1, п.1.2]. Конструкції приміщень, що використовуються під сховища, мають забезпечити захист людей від дії ударної хвилі, випромінювання, теплової дії при пожежі і бути герметичними.

Для сховищ потрібно використовувати перекриття балочного типу із спиранням балок по колонах, а також безбалочні перекриття. Також потрібні внутрішні поздовжні і поперечні несучі стіни. Вимоги щодо використання збірних або монолітних залізобетонних конструкцій залежно від особливостей розташування сховища стосовно рівня ґрунтових вод надано у п.2.7 [1]. У найбільш навантажених місцях згинаємих конструкцій і позацентрово-стиснутих, потрібно передбачати побічне армування із поперечної арматури або у вигляді сіток із кроком 10-15 д.

Перекриття бажано виконувати із монолітного залізобетону. У разі використання збірного попередньо напруженого залізобетону, потрібно використовувати арматуру із відносним видовженням при розриві не менше за 4%. Використання згинаємих елементів у конструкціях сховищ без поперечного армування не дозволяється.

З'єднання несучих стін і колон з перекриттям та фундаментом мають забезпечувати просторову жорсткість сховища при, не тільки монтажних розрахункових навантаженнях, але і за умови еквівалентного статичного навантаження (ударної хвилі) [1, п.2.32].

Конструкції перегородок та їх кріплення до стін, колон, перекриттів, потрібно проектувати з урахуванням дії інерційних навантажень та можливих деформацій елементів перекриттів та вертикальних осідань стін і колон за умови дії розрахункового навантаження.

Конструктивну схему вбудованих сховищ потрібно обирати з урахуванням конструктивної схеми будинку, де влаштовується сховище. Рекомендовано використання каркасної схеми, як більш гнучкої і схильної до амортизації при дії вибухової хвилі. За умови відповідного обґрунтування, можливо використання стінової конструктивної схеми.

Розрахунок огорожуючих та несучих конструкцій потрібно проводити на дію постійних, тимчасових та статичних навантажень, що еквівалентні дії динамічного навантаження від дії ударної хвилі (еквівалентне статичне навантаження).

При розрахунках на особливе сполучення навантажень, розрахункове значення еквівалентного статичного постійного та тимчасового тривалого навантаження потрібно множити на коефіцієнт сполучення  $\Psi=1$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-5-97 «Захисні споруди цивільної оборони», Держкоммістобудування України, Київ 1998, 82с.
2. ДБН В.1.2.4-2019 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту», Держкоммістобудування України, Київ 2019, 35с.

УДК [614.895.5.621.5]:622-051

### ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ

*Тарас САМЧЕНКО, доктор філософії,  
Інститут державного управління з наукової роботи цивільного захисту,  
Олександр НУЯНЗІН, канд. техн. наук, доцент, Сергій ВЕДУЛА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Дослідження температурного режиму пожежі є актуальним питанням, так як в кабельні тунелі відрізняються геометричною конфігурацією, видом кабелів, що прокладені у них, пожежним навантаженням та аеродинамічними характеристиками [1-3]. Це може привести до того, що температурний режим пожежі у таких тунелях може відрізнятись як від стандартного так і між собою. У такому разі не можна гарантувати відповідність меж вогнестійкості випробовуваних конструкцій чинним нормативам. У цьому випадку може істотно знизиться безпеку людей і матеріальних цінностей під час пожеж у кабельних тунелях. Для того щоб не проводити дорогі випробування по вивченню даного питання, існує можливість здійснити такі дослідження на основі результатів обчислювальних експериментів. Сучасне програмне забезпечення з моделювання теплових процесів засобами комп'ютерної газодинаміки (CFD), дозволяє врахувати всі необхідні параметри досліджуваних процесів і вивчити вплив геометричних і конструктивних характеристик печі для випробувань залізобетонних конструкцій на якість одержуваних даних.

Для побудови математичної моделі температурного режиму пожежі у кабельному тунелі, необхідно провести повний факторний обчислювальний експеримент. При цьому встановлено три незалежних фактора – площа поперечного перерізу кабельного тунелю, пожежне навантаження, а також горизонтальна складова руху повітря всередині тунелю. У табл. 1 вказані інтервали параметрів в експерименті, які обрані в якості факторів.

Обрана математична модель являє собою лінійну залежність максимальної температури всередині кабельного тунелю від обраних факторів, що має вигляд.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1x_2 + b_5x_1x_3 + b_6x_2x_3 + b_7x_1x_2x_3, \quad (2)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$  – коефіцієнти регресії.

Для побудови регресії за формулою (2) необхідно провести 8 чисельних експериментів згідно з прийнятою матриці планування, яка записана у вигляді табл. 1.

Таблиця 1 – Інтервали варіювання факторів в обчислювальному експерименті

Фактор 1. Пожежне навантаження у перерахунку на 1 м <sup>2</sup> кабельного тунелю, МДж/м <sup>2</sup> (Далі – $x_1$ )	Фактор 2. Площа поперечного перерізу кабельного тунелю, м <sup>2</sup> (Далі – $x_2$ )	Фактор 3. Горизонтальна складова швидкості руху повітря, м/с (Далі – $x_3$ )
224,7-2247	2,88-4,4	0-5

Таблиця 2 – Типова матриця планування повного факторного експерименту визначення температурного режиму пожежі у тунелі

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$
1	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	-	+	-
3	+	-	+	-	+	-	-
4	-	-	+	+	-	-	+
5	+	+	-	+	-	-	-
6	-	+	-	-	+	-	+
7	+	-	-	-	-	+	+
8	-	-	-	-	-	-	-

За результатами повного факторного експерименту отримано регресію максимальної температури всередині кабельного тунелю під час пожежі ( $T_{max}$ ), тривалості пожежі у певній локальній зоні кабельного тунелю ( $\tau_l$ ) та часу досягнення максимальної температури всередині кабельного тунелю під час пожежі ( $\tau_{max}$ ) [4-5].

Отримавши регресійні залежності, стало можливим створити математичну модель поведінки огорожувальних будівельних конструкцій кабельних тунелів та оцінювати їхню межу вогнестійкості при різних температурних режимах пожежі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Зельдович Я. Б., Баренблатт Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 186 с.
2. Нуянзін О. М., Поздєєв С. В., Самченко Т. В. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі. Вісник НУЦЗ України. Харків, 2018. С. 119–128.
3. Самченко Т. В. Аналіз математичних моделей тепломасообміну при пожежі у кабельних тунелях. Київ: Видавничий дім «Інтернаука», 2018. С. 80–85.
4. Нуянзін О. М., Поздєєв С. В., Самченко Т. В. Дослідження адекватності математичної моделі тепломасообміну при пожежі у кабельному тунелі. Вісник НУЦЗ України. Харків, 2018. С. 119–128.
5. Перегін А. В., Нуянзін О. М., Самченко Т. В. Розробка математичної моделі процесу тепломасопереносу при пожежі у кабельному тунелі. Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2019. С. 205–207.

## ОДЕРЖАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЗОЛІВ РІДКОГО СКЛА

*Ольга СКОРОДУМОВА, д-р техн. наук, професор,  
Олена ЧЕБОТАРЬОВА, Олена ТАРАХНО, д-р техн. наук, професор,  
Національний університет цивільного захисту України*

Останнім часом збільшується кількість публікацій щодо висвітлення особливостей підвищення вогнезахисту текстильних матеріалів з використанням золь-гель процесу. Достатньо докладно охарактеризовані процеси, що відбуваються під час переходу золю в гель у разі використання кремнійорганічної сировини. Але в цих публікаціях зроблено акцент на процеси гелеутворення, які відбуваються безпосередньо на поверхні тканини у разі нанесення шар за шаром компонентів композицій. В такий спосіб можна одержати вкрай неоднорідне покриття як за складом, так і товщиною, що значно знижує вогнезахисні властивості покриттів. Тому в зарубіжній літературі часто пропонуються як вихідні матеріали складні фосфор-нітроген-вмісні кремнійорганічні речовини, здатні реагувати з целюлозою ниток тканини та неорганічними солями-антипіренами. Основними недоліками в такому випадку є висока вартість компонентів композицій, складна технологія їх одержання, а також негативний вплив на навколишнє середовище.

З цього погляду цікаві золі кремнекислоти, отримані при дії мінеральних кислот на силікат натрію (рідке скло). Однак у публікаціях, наведених у технічній літературі, розглядалися шляхи одержання гелевих порошків потрібної структури, заданої пористості чи морфології пор, але не стійкого золю. З огляду на вище сказане, в роботі була поставлена мета розробити стійкий концентрований золь  $\text{SiO}_2$  на основі рідкого скла в інтервалі рН 5-6 для вогнезахисту текстильних матеріалів від дії відкритого вогню.

Золі на основі рідкого скла готували змішуванням водних розчинів рідкого скла та оцтової кислоти. Експериментальні покриття по тканинах готували ванним методом. Після нанесення кожного шару покриття і видалення зайвого золю експериментальні зразки сушили при нагріванні в сушильній шафі при (60 – 80) °С

Відомо, що підвищення концентрації золю призведе до зниження його стабільності в часі, тому на першому етапі досліджень визначали вплив концентрації  $\text{SiO}_2$  на текучість золів. Збільшення концентрації  $\text{SiO}_2$  у золі підвищує його густину, що ускладнює рівномірне просочення тканини. З попередніх досліджень було встановлено, що просочення зразків тканини золями  $\text{SiO}_2$  поліпшується у разі використання невеликих кількостей етанолу, тому визначали вплив вмісту спирту в золі  $\text{SiO}_2$  10%-ї концентрації на змінення текучості в часі.

Враховуючи, що після сушіння зразків деяка кількість спирту залишається адсорбованою на поверхні тканини, при вогневих випробуваннях може спостерігатися залишкове горіння або тління зразка. Тому необхідно було визначити мінімальну кількість спирту, якої було б достатньо для зниження поверхневого натягу і поліпшення просочення, але не вистачало б для залишкового тління.

Встановлено, що введення малих кількостей спирту знижує буферну ємність ацетатного буферного розчину, що утворився в момент приготування золь-гель композиції, за рахунок реакції оцтової кислоти зі спиртом з утворенням складного ефіру - етилацетату. Наявність в золі іонів натрію також може призводити до

утворення етоксиду натрію. Одночасно з перерахованими реакціями в золі відбуваються процеси поліконденсації кремнієвої кислоти з утворенням ді-, три- і тетраметрів - основних компонентів, необхідних для формування первинних частинок  $\text{SiO}_2$  на нанорівні. Конденсаційна вода може брати участь в процесі гідролізу складного ефіру та етоксиду натрію. При проходженні перерахованих реакцій можлива зміна значення рН в індукційному періоді дозрівання золю і, як наслідок, зміна терміну життя золю. Збільшення вмісту спирту забезпечувало підвищення живучості золю  $\text{SiO}_2$ .

Всі зразки, просочені золем  $\text{SiO}_2$ , з різним вмістом спирту, піддавали вогневим випробуванням та досліджували вплив вмісту спирту на час початку звуглення покриттів ( $\tau_{пз}$ ), час початку руйнування тканини ( $\tau_{пр}$ ), а також площу руйнування тканини при  $\tau_{пр}$  ( $S(\tau_{пр})$ ). Для запобігання тління на висушене кремнеземисте покриття наносили розчин діамоній гідрофосфату методом розпилення.

Не просочений зразок бавовняної тканини прогоряв за 1 хвилину. При видаленні джерела вогню тканина продовжувала активно горіти і тліти протягом 5 хв до повного руйнування, тому площа повного прогоряння склала  $2340 \text{ мм}^2$ .

Нанесення силікатного покриття на тканину збільшувало її стійкість до прогоряння до 5 хвилин, проте не запобігала залишковому тлінню. При нанесенні 0,3% діаммоній гідрофосфату у вигляді 20%-го розчину на поверхню тканини після вогневих випробувань просочених зразків залишкового горіння або тління не спостерігалося.

При збільшенні товщини покриття на основі золю 8%-ї концентрації час початку обвуглювання просочених зразків практично не змінювався, однак час початку руйнування тканини значно зростав (в 3-4 рази) не залежно від вмісту спирту. При цьому площа повного прогоряння була мінімальною за умови триразового нанесення покриття при вмісті спирту 5% .

Після вогневих випробувань тканини мали досить щільну структуру, проте всі нитки стали значно тонше. Зразок, який пробув у зоні дії вогню 6 хв 40 сек, характеризувався мінімальною площею руйнування ( $6 \text{ мм}^2$ ) і має щільну структуру. Всі зразки не втрачали своєї еластичності, покриття не обсипалися.

При введенні 15% спирту зразки більшою мірою піддавалися дії вогню: волокна ниток більшою мірою стали тонші (вище усадка) тканина руйнується, утворюючи велику тріщину.

При просочуванні тканини золем  $\text{SiO}_2$  10%-ї концентрації картина дещо змінюється. Так як золь має більш високу в'язкість, частина спирту, ймовірно, залишається в тканині після сушки, що є причиною зниження часу початку руйнування просочених зразків. У разі використання дворазового просочування тканини підвищується не тільки час початку руйнування тканини, а й різко знижується площа руйнування.

Таким чином, встановлено вплив вмісту етанолу на вогнезахисні властивості покриттів на основі рідкого скла. Показано, що на вогнезахист текстильних матеріалів впливає не тільки концентрація золю  $\text{SiO}_2$  та вміст етанолу, але й товщина захисного шару покриття, тобто кількість просочень тканини.

**УДК 614.842**

## **ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ МОЖЛИВИХ ВИБУХІВ ПАЛИВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ**

*Мар'яна ХОМЕНКО, Лариса ХАТКОВА, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*



Аналіз кількості та наслідків вибухів паливоповітряних сумішей (ППС) в світі і дані про кількість пожежовибухонебезпечних об'єктів (ПВНО) на території України свідчать про збереження актуальності забезпечення безпеки людей, а також будівель, споруд і технологічного устаткування під час таких можливих вибухів.

Ознайомлення з літературними джерелами, статистичними даними в Україні і за кордоном свідчить, що при аваріях на ПВНО сталися вибухи з участю 80 хімічних речовин і з'єднань, серед яких найбільш частими були: природний газ, пропан-бутанові суміші, пари бензину, аміак, деревний і зерновий пил.

Наслідки фугасної дії вибуху на людину, технологічне обладнання, будівлі і споруди при аварійних ситуаціях на підприємствах нафтогазової промисловості носять випадковий характер і можуть бути кількісно оцінені з використанням імовірнісних методів аналізу ризику. Найбільш істотним фактором при вибухах ППС, що визначає ефект фугасного ураження людини, є надлишковий тиск вибуху. В даний час в літературі в якості ймовірного критерію ураження людини надлишковим тиском вибуху використовуються пробітфункції з використанням яких можливе визначення ймовірності:

- а) смерті внаслідок ураження органів дихання;
- б) пошкодження слуху внаслідок розриву барабанної перетинки;
- в) смертельного травмування людей осколками і уламками будівель та обладнання;
- г) смертельного травмування людей при ударі об жорстку перешкоду при переміщенні тіла людини як цілого;
- д) смертельного травмування людей під час перебування в напівзруйнованому будинку.

Ці залежності отримані за результатами обробки експериментальних даних впливу параметрів ударної хвилі ядерного вибуху, наслідків аварійних вибухів ППС, вибухових речовин, а також впливу на тварин хвилі надлишкового тиску при розширенні повітря в ударній трубі з інтерполяцією результатів на ссавців масою 70 кг.

Аналіз положень, наведених в літературних джерелах і технічних нормативно-правових актах, показав, що існують розбіжності при розрахунку ймовірностей ураження, визначених при рівних вихідних даних, до 9 разів, що ставить питання про необхідність удосконалення методики прогнозування та оцінки таких вибухів, адекватно оцінювати розподіл ризику на території ПВНО.

Аналізуючи потенційні джерела аварійних вибухів слід брати до уваги:

- а) характеристики джерела (обсяг, маса, тротиловий еквівалент вибухової речовини (ВР);
- б) місце розташування джерела (відстань, рельєф місцевості, наявність природних і штучних перешкод і інші фактори);
- в) особливості зберігання ВР (тип і конструкція сховища, розміщення ВР в сховищі, висота сховища над поверхнею землі, заходи щодо попередження вибуху);
- г) можливі зовнішні впливи для ініціювання вибуху на об'єктах;
- д) іншу інформацію, що дозволяє уточнити розрахункову модель вибуху і можливі наслідки від його механічної дії.

Для визначення можливості використання відповідної пробітфункції при визначенні ймовірності ураження людини надлишковим тиском вибуху необхідно проведення натурних випробувань, при яких будуть фіксуватися основні параметри, що визначають вірогідність і характер ураження людини під час вибуху ППС: надлишковий тиск вибуху, імпульс хвилі тиску, рух тіла людини;

З метою створення умов вибухової безпеки слід контролювати:

- а) виконання вимог щодо вибухової безпеки;

- б) вибухонебезпечність параметрів вихідних речовин;
- в) стан електрообладнання;
- г) технологічне обладнання;
- д) технологічний режим;
- е) склад атмосфери виробничих приміщень.

Оцінка наслідків вибуху ППС буде справедливою, для ємності місткістю від 100 тон та більше. З розрахунковою масою вибухонебезпечної речовини менша, ніж 100 тон, оцінювати вплив детонаційної вибухової хвилі слід відповідно до даних для звичайних тротилових зарядів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Данілін О.М. Техногенна безпека об'єктів та технологій. Курс лекцій: Електронна бібліотека -Х.: НУЦЗУ, 2015.-69с.
2. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів. - Харків: АЦЗУ МНС України, 2014.- 406 с.

#### УДК 614.84

### БЕЗПЕКА ЕВАКУАЦІЇ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ В ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРАХ

*Сергій ЦВІРКУН, канд. техн. наук, доц., Максим УДОВЕНКО,  
Тетяна КОСТЕНКО, д-р техн. наук, проф.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

В останні роки в світі активно розвивається індустрія послуг. При проведенні аналізу наукових джерел, що присвячені дослідженням процесу евакуації людей з будівель різного функціонального призначення при надзвичайних ситуаціях, звертає на себе увагу факт маловивченої проблематики особливостей евакуації дітей і впливу цих особливостей на загальний процес евакуації. Вже згадана тема докладно викладена в декількох наукових дослідженнях і лише відносно евакуації дітей з будинків дошкільних освітніх установ [1, 2]. Виникають резонні побоювання з питання про можливість обслуговуючого персоналу встановити психологічний контакт з дітьми за такий короткий термін, вивчити особливості психіки і поведінки в момент небезпеки окремої дитини, а саме це є одним з головних складових проведення успішної евакуації дітей під час пожежі. Не зрозуміло, як поведуть себе діти, якщо виникне реальна загроза впливу на них небезпечних чинників пожежі.

Мета роботи – підвищення безпеки відвідувачів в приміщенні дитячого парку «Дитяча планета», розташованого в ТРЦ, за результатами математичного моделювання процесів розвитку пожежі та процесів евакуації.

Визначення розрахункового часу евакуації людей із приміщень проводиться із застосуванням спрощеної аналітичної моделі руху людського потоку [3].

Для моделювання динаміки розвитку небезпечних чинників пожежі обрано програмний комплекс FDS [4]. Вибір даного програмного комплексу обумовлений складною геометрією стелі (покрівлі) об'єкту, що унеможливило використання більш простих методик розрахунку небезпечних чинників пожежі.

При отриманні графічних і аналітичних результатів розрахунку полів небезпечних чинників пожежі (рис. 1.) місця розташування розрахункових точок

брались в місцях найбільш тривалого перебування людей за відповідним сценарієм, у безпосередній близькості від евакуаційних виходів з приміщення.

Осередки пожежі були обрані таким чином, щоб або блокувати один із евакуаційних виходів, або створювати складні умови для евакуації. Таким чином пожежа розвивається по найгіршому сценарію, приймаємо, що система автоматичного пожежогасіння, якою обладнаний торговельно-розважальний комплекс, не спрацювала.

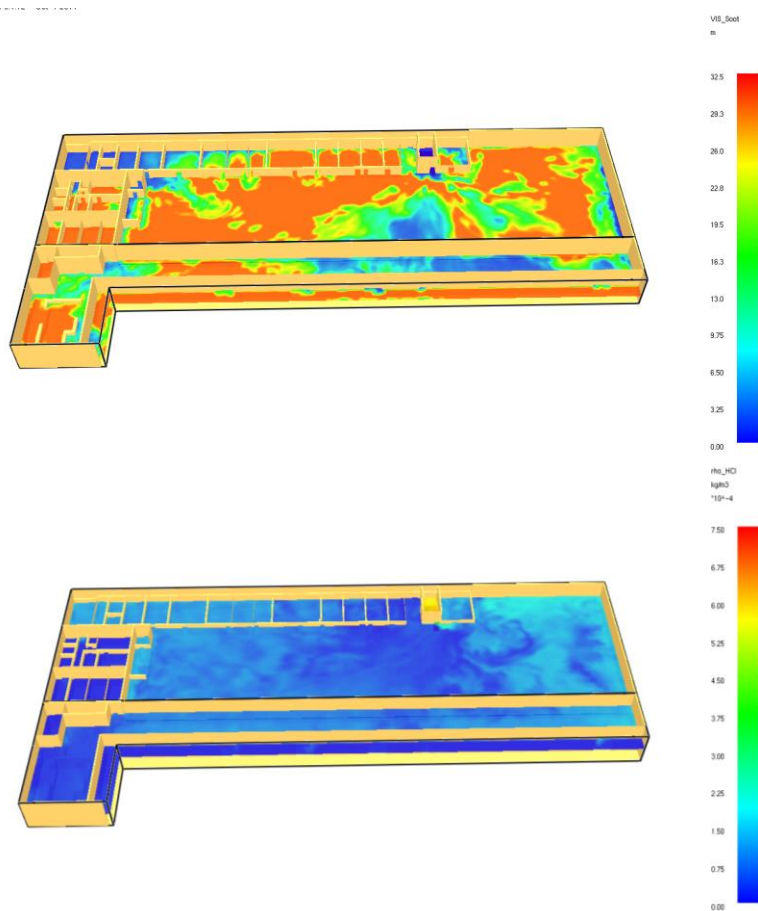


Рис. 1. Розподілення полів видимості та концентрацій HCl в приміщеннях.

За результатами визначення часу настання негативного впливу небезпечних чинників пожежі та визначення розрахункового часу евакуації людей з приміщення дитячого парку що розташований в ТРЦ робиться висновок, що об'ємно-планувальні рішення цього закладу дозволяють провести евакуацію людей у разі пожежі. Одночасно слід зауважити що діти більш схильні до проявів паніки ніж дорослі, а у разі пожежі схильні ховатись замість того щоб залишати приміщення. Тому персонал закладу має чітко контролювати кількість дітей на таких атракціонах як батут і лабіринт і мати чіткі інструкції стосовно своїх дій у разі пожежі.

Вперше для умов саме таких параметрів об'ємно-планувальних рішень будівлі було визначено час настання негативного впливу небезпечних чинників пожежі та час евакуації людей з приміщення дитячого парку торгово-розважального центра.

Через те, що в Україні відсутня нормативна база, яка регламентує вимоги до дитячих розважальних майданчиків, розташованих у великих торговельних центрах, дані дослідження можуть стати основою для розробки концепції

забезпечення безпеки дітей у таких закладах з огляду на можливість виникнення надзвичайної ситуації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання принципів та підходів, що викладено в роботі, для подібних об'єктів сфери обслуговування для визначення необхідного часу евакуації, що дозволить підвищити безпеку відвідувачів та персоналу під час виникнення надзвичайної ситуації.

На нашу думку, необхідно провести дослідження із вивчення поведінки персоналу торгових комплексів при пожежі. У разі успішного проведення серії експериментів в декількох торгово-розважальних комплексах, бажано в різних регіонах країни і в різні пори року можна буде порівняти результати досліджень, отримані натурних шляхом з результатами, отриманими за допомогою комп'ютерного моделювання, провести необхідні обчислення і зробити висновки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. S. Tsvirkun, M. Udovenko, S. Vedula, Questions about the peculiarities of the evacuation of children from the playrooms of the mall [Pytannya shchodo osoblyvosti evakuatsiyi ditey z ihrovykh kimnat TRK], X Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsiya z mizhnarodnoyu uchastyu «Nadzvychni sytuatsiyi: bezpeka ta zakhyst» (2020) 231-233. [in Ukrainian]

2. D. Shikhalev, R. Khabibulin, Evacuation control systems in buildings of shopping and entertainment centers [Sistemy upravleniya evakuatsiyey v zdaniyakh torgovo-razvlekatel'nykh tsentrov], Pozharovzryvobezopasnost', No. 6 (2013) 61—65. [in Russian]

3. State standard of Ukraine 8828: 2019 "Fire safety", Kyiv, 2019 [in Ukrainian]

4. Fire Dynamics Simulator, User's Manual. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/IR/nistir6469.pdf>.

5. A. R. Larusdottir, Evacuation of Children: Focusing on daycare centers and elementary schools, Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, BYG Rapport R-295 (2014) 158.

6. Building Code 2018 of Illinois, 4 Special Detailed Requirements Based on Occupancy and Use, 424 Children's Play Structures. <https://up.codes/s/children-s-play-structures>.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Людмила ЯЩУК, канд. хім. наук, доцент,  
Черкаський державний технологічний університет  
Тетяна МАГЛЮВАНА, д-р. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Євроінтеграція України в ЄС змінює підходи до контролю за якістю навколишнього середовища, зокрема і повітряного середовища. Згідно підписаного документу «Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом» (361 стаття) наша держава зобов'язується впроваджувати основні положення основних документів «європейських директив»: 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європейських країн, а також 2004/107/ЄС про кадмій, ртуть, нікель, миш'як та поліциклічні вуглеводні у атмосферному середовищі [1].

Аналогічно іншим країнам для контролю концентрації нітроген (IV) оксиду та твердих частинок розміром до 10 мікрон (ТЧ 10) доцільно поділити територію на зони та агломерації. Але всю територію країни розділяти пунктами відбору проб є нераціонально. Одним із шляхів оцінки якості повітря, які використовуються в ЄС та будуть запроваджені в Україні є застосування різних методів: фіксовані вимірювання з відбором проб повітря, індикативні вимірювання та моделювання процесу розсіювання. Фіксовані вимірювання дадуть більш точне уявлення про компонентний вміст речовин в атмосфері, оскільки використовують кількісний підхід оцінки проб повітря. При індикативному вимірюванні та подальшому моделюванні визначення концентрацій забруднюючих речовин відбувається опосередковано. Такі вимірювання не є досить точними, але основна їхня перевага - це низька вартість та можливість отримання результатів шляхом опосередкування їх на всю досліджувану територію [2].

Вибір методу вимірювання, який буде використовуватись, визначається концентрацією речовини-поллютанту. Підвищені концентрації речовин потребують детальної фіксації, а невеликі концентрації можуть бути встановлені приблизно. Визначаються нижній і верхній поріг оцінки [1]. У випадку, якщо рівень забрудника перевищує верхній поріг, то кількісні вимірювання концентрації речовини при відборі проб є обов'язковими. В цілому, існує три режими вимірювання, які об'єднують різні методи: для кожної території, зони та агломерації визначається свій специфічний режим оцінки. Згідно Європейської директиви до основних забруднюючих речовин, за якими проводиться спостереження відносяться: сульфур (IV) оксид, оксиди нітрогену, завислі тверді частинки (ТЧ 10 та ТЧ 2.5), плумбум та його сполуки, бензен, оксиди карбону, озон. Вимірювання концентрації останнього здійснюється за певних умов і регулюється окремими нормативними документами. Запропоновані до імплементації Європейські директиви встановлюють нормативи безпеки атмосфери для здоров'я людини (поріг небезпеки) і для природних екосистем (критичний рівень). Держави, що входять до Європейського Союзу мають гарантувати дотримання граничних величин (рівнів) концентрацій речовин в атмосфері, встановлених для запобігання, попередження, уникнення чи зменшення впливу небезпечних речовин на здоров'я людини та довкілля в цілому [1].

Нормативно-правова база України врегульована не досконало. Наявна система моніторингу в Україні має обмежені відомості про стан забруднення атмосферного повітря. Позитивні зрушення в питаннях моніторингу якості повітря



4. Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря Черкаської зони на 2021 – 2025 роки.

## **THE FIRE IMPACT ASSESSMENT OF FACADE SYSTEMS**

*Ritoldas ŠUKYS, Saulius Vytautas SKRODENIS, Aušra STANKIUVIENĖ, Česlovas IGNATAVIČIUS*

Nowadays, in order to save energy resources, more and more attention is being paid to the more complex configurations and compositions of the building façade. Additionally, façade materials affect the risk of fire in façades. The choice of the façade insulation material, as well as the choice of other materials in the façade system, can be only made taking into consideration a series of aspects including their reactions to fire and also not limited to economic aspects and thermal conductivity [1-3]. However, the materials used in façade system increases the risk of external fire spread along the façade [4-5] For the study, façade samples were made with the aim to evaluate the possibilities of use in accordance to the fire safety requirements.

The purpose of the research is to test the polystyrene foam produced in Lithuania for façade insulation systems and its flammability with the aim to evaluate the possibilities of use in accordance to legal regulation.

The test was performed at the Fire Research Center of the Fire Protection and Rescue Department under the Ministry of the Interior in accordance DIN 4102-20 „Fire reaction of building materials and components. Additional assessment of fire effects on the exterior wall decoration“ [6]. Field tests were performed on the effect of fire on the facade decoration – by simulating the spread of flame through the gap of a window opening and determining the effect on the façade insulation system.

Full scale fire tests on the façade finish were carried out by installing a façade insulation system on the wall of the building. The height of the samples was 5 m and the width – 3 m. A combustion chamber was installed at the bottom of the sample, which, according to the requirements of DIN 4102-20, accommodates a fire load of 25 kg of softwood logs with dimensions of 40x40x500 mm.

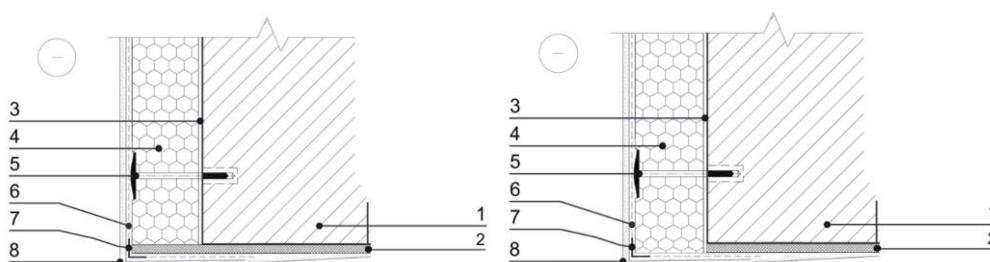
The thermocouples K-type were used for temperature measurements, the data of which were recorded with a Eurotherm 6180A recorder. The thermocouples TC1, TC2, TC3, TC7 – embedded in the surface of the sample under the finishing layer of decorative plaster. Thermocouples TC4, TC5, TC6, TC8, TC10, TC11 – were inserted in the inner layer of the sample between the brick masonry and EPS (expanded polystyrene). Thermocouple TC9 – was installed in the combustion chamber. The thermocouples TC1, TC2, TC3, TC4, TC5, TC6 were 3.5 m above the top of the combustion chamber; and TC7, TC8 thermocouples were 1.0 m above the top of the combustion chamber. The additional TC11 thermocouple was 0.5 m above the combustion chamber top window and the TC10 thermocouple was 0.25 m above the combustion chamber top window.

Four plastered facade insulation systems with grey polystyrene foam EPS 70 were prepared for testing in accordance with Building Regulations ST 2124555837.01: 2013 „Insulation of partitions with polystyrene foam“ [7]. EPS 70 grey polystyrene foam from different Lithuanian manufacturers was selected for each sample. The components of the facade insulation system are shown in Figure 1.



**Fig. 1** Facade insulation system components. (1) The foundation of masonry; (2) Mineral glue „Sakret BK“, yield about 5 kg/m<sup>2</sup>; (3) Gray polystyrene foam „EPS 70“ thickness 180 mm, density 14.0 kg/m<sup>3</sup>; (4) Plastic studs, yield 4 pcs/m<sup>2</sup>; (5) Sakret fiberglass mesh, area weight about 160 g m<sup>2</sup>. Manufacturer UAB Sakret LT; (6) Mineral reinforcement plaster „Sakret BAK“, yield about 5 kg/m<sup>2</sup>; (7) Polymeric primer before decorative plaster Sakret PG yield about 0.25 l/m<sup>2</sup>; (8) Decorative plaster Sakret SBP, yield about 4 kg/m<sup>2</sup>.

In the first sample the polystyrene foam boards of UAB „Baltijos polistirenas“ were glued by applying glue with a spatula at the edges and dots in the centre of the board, the plastic studs were not deepened. At the top of the simulated window, the edge of the polystyrene foam was additionally protected from the bottom by a solid 30 mm thick mineral wool. The openings at the top of the simulated window and sides were protected by a layer of mineral reinforcing plaster about 8-10 mm thick, a polymeric primer and a layer of decorative plaster. A plastic corner profile with a sheet was used for the openings (Fig. 2).



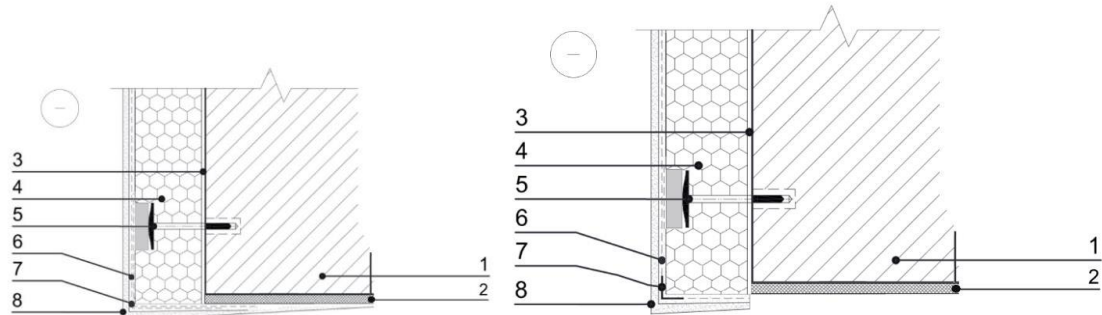
**Fig 2** The sample 1 and 2. (1) The foundation of masonry; (2) Mineral wool; (3) Mineral glue; (4) Grey polystyrene foam; (5) Plastic stud; (6) Reinforcement mesh in reinforcement mesh; (7) Angular profile; (8) Polymer primer and decorative plaster

The polystyrene foam boards of UAB “Kauno šilas” used in the second sample were glued by applying glue with a spatula at the edges and dots in the center of the board, the plastic studs were not deepened. In the top of the window (in a stretch of about 1 m) the polystyrene foam board was glued by covering the entire surface of the board with glue diagonally with a comb. The opening in the top of the window was protected from the bottom by a layer of mineral reinforcement plaster about 20 mm thick, and a layer of mineral reinforcement plaster, a layer of polymer primer against the decorative plaster and a layer of decorative plaster on the sides. A plastic corner profile with a sheet was used for the openings (Fig. 2).

The polystyrene foam boards of UAB “Šilputa” used in the third sample were glued by applying glue with a spatula at the edges and dots in the centre of the board, the plastic studs were recessed, with polystyrene foam plugs. In the top of the simulated window and on the sides of the window openings, in stretches of about 500 mm, the polystyrene foam panels were glued to the entire surface of the panel by gluing the adhesive vertically with



a comb. The openings in the top of the window and sides were protected by a layer of mineral reinforcing plaster about 8-10 mm thick, a polymeric primer and a layer of decorative plaster. For the angles, the corners were formed from a fiberglass reinforcement mesh without an exterior window sill. In the top of window opening (in a stretch of about 500 mm) two layers of fiberglass reinforcement mesh were placed. In addition, temperature measuring equipment was installed in the inner layer at a height of 250 and 500 mm above the top of the window (Fig. 3).

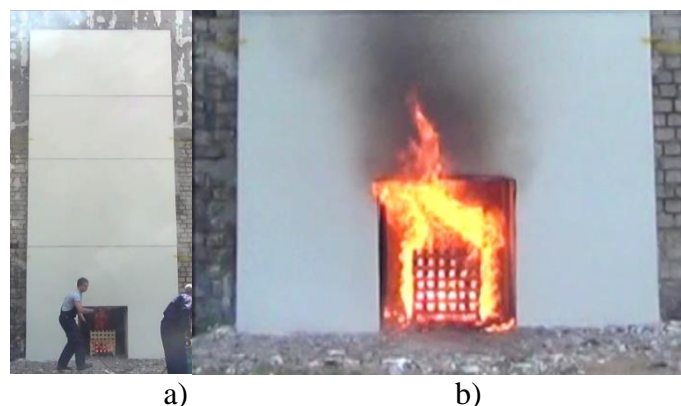


**Fig 3** The samples 3 and 4: (1) the foundation of masonry; (2) mineral wool; (3) mineral glue; (4) grey polystyrene foam; (5) recessed plastic stud with polystyrene foam stopper; (6) double reinforcement mesh in the reinforcement mesh; (7) in the sample 3 the angle is formed from a double reinforcement mesh and in the sample 4 the angular profile; (8) polymer primer and decorative plaster

In the fourth sample polystyrene foam boards of UAB „Ukmergės gelžbetonis“ were used and were glued by applying glue with a spatula at the edges and dots in the centre of the board, the plastic studs with polystyrene foam plugs were recessed. The openings in the upper simulated window were protected by a layer of mineral reinforcement plaster about 10-13 mm thick and on the sides about 8-10 mm thick; a layer of polymer primer against the decorative plaster and a layer of decorative plaster. A plastic corner profile with a sheet was used for the openings. The seam between the bottom of the simulated window and the ceiling of the combustion chamber was not sealed. In addition, temperature measuring equipment was installed in the inner layer at a height of 250 and 500 mm above the top of the simulated window opening (Fig. 3).

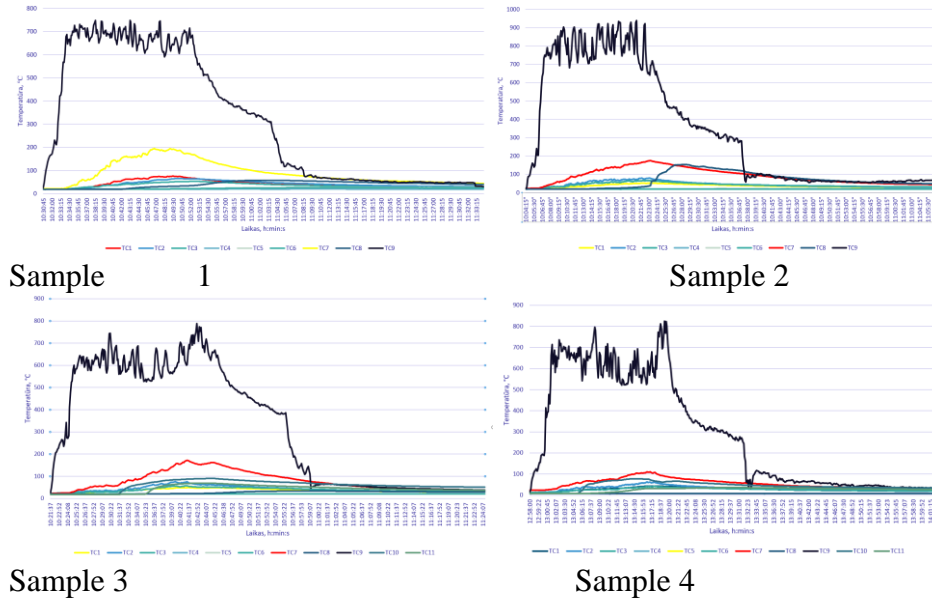
The samples were conditioned under natural ambient (outdoor) conditions for at least 7 days after coating the final layer of decorative plaster. The ambient air temperature range was between +10°C to +30°C.

All samples used in the test were subjected to a fire load for 30 minutes after which they were quenched with water. Temperatures were recorded for an additional 30 minutes. Total time of the test was 60 minutes. Combustion phases are given in Fig 4.

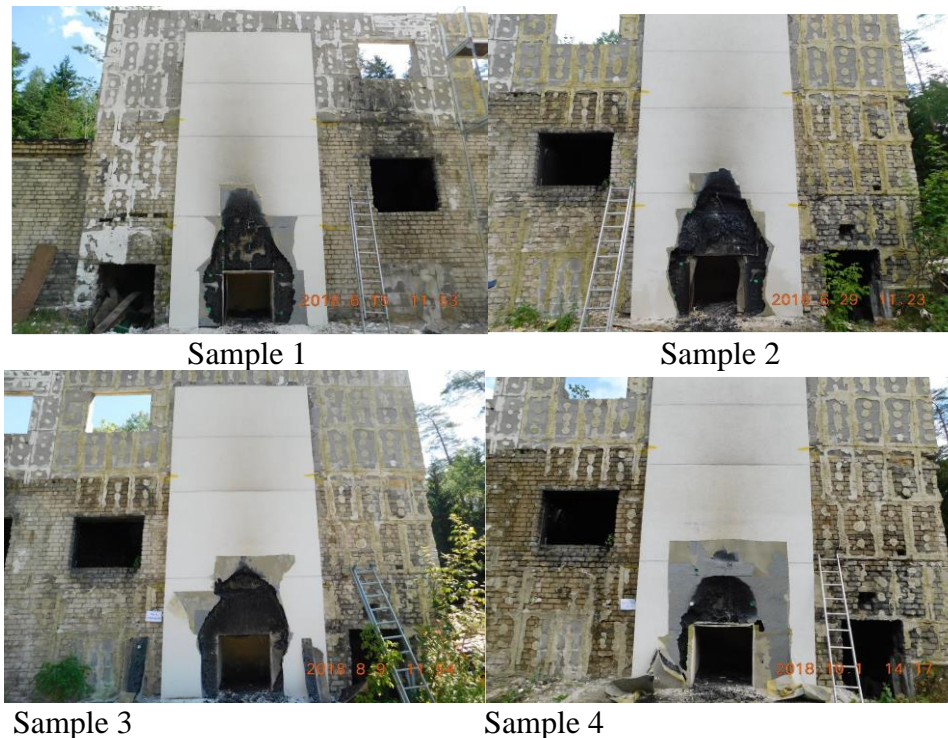


**Fig. 4.** Test procedure: a) onset of combustion, b) combustion process.

The sample temperatures are shown in Figure 5. The maximum 195°C temperature of the first sample was recorded after 16 minutes from the start of the test on the TC7 thermocouple which was on the surface of the sample under a layer of decorative plaster at a height of 1.0 m above the top of the combustion chamber opening. The maximum 175°C temperature of the second sample was after 9 minutes from the start of the test. In the third sample was 173°C after 20 minutes from the start of the test, and in the fourth sample was 110°C after 29 minutes from the start of the test.



**Fig. 5** Samples temperatures



**Fig. 6** Image of the samples after the test after breaking off the outer layer of plaster

After 60 minutes from the start of the test and after removing the outer layer of plaster, in the first sample the polystyrene foam was damaged in the vertical direction up to a height of 193.5 cm and in the horizontal direction up to 37.0 cm from the openings of the combustion chamber. In the second sample, after 60 minutes from the start of the

test and after removing the outer layer of plaster, the polystyrene foam was damaged in the vertical direction up to a height of 177.0 cm and in a horizontal direction up to 43.0 cm from the openings of the combustion chamber. After 60 minutes. from the start of the test and after removing the outer layer of plaster, in the third sample the polystyrene foam was damaged up to 152.0 cm in the vertical direction and up to 38.5 cm in the horizontal direction from the openings of the combustion chamber. In the fourth sample, 60 min. from the start of the test and after removing the outer layer of plaster, the polystyrene foam was damaged in the vertical direction up to a height of 140.0 cm and in a horizontal direction up to 24.0 cm from the openings of the combustion chamber.

None of the specimens contained any flammable sample debris  $\geq 3.5$  m above the window opening, the outer and inner wall layers  $\geq 3.5$  m above the window opening did not exceed  $500^\circ\text{C}$ , and no flammability  $\geq 3.5$  m above the window opening. As the heat of the beam tower decreased, the mass of the dripping, flammable and dissolved EPS disappeared in all samples, and after 30 minutes from the start of the test and after removing the glittering beam residues and continuing the observations, there were no signs of burning in the façade system.

Summarizing the results of all the tests, it can be seen that all the samples meet the requirements of DIN 4102-20. The products of all Lithuanian polystyrene foam manufacturers used in the tests meet the requirements of fire safety and can be used for façade insulation, if the façade finishing will be installed in accordance with the requirements of the Building Regulations ST 2124555837.01: 2013 “Insulation of partitions with polystyrene foam”.

#### REFERENCES

1. Development of a European approach to assess the fire performance of facades. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2018; <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/81b91f55-af69-11e8-99ee-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>
2. Afipeb, Sipev and Snmi. Fire behaviour of EPS ETICS on concrete or masonry facades. MATEC Web of Conferences, Vol 46, 2016; <https://doi.org/10.1051/mateconf/20164605010>
3. M. Bonner, G. Rein. Flammability and multi-objective performance of building façades: Towards optimum design. Int. J. High-Rise Build. 7 (2018) DOI: 10.21022/IJHRB.2018.7.4.363
4. J.L. Torrero. Grenfell Tower: Phase 1 Report, London, 2018. <https://www.grenfelltowerinquiry.org.uk/evidence/professor-jose-l-toreros-expert-report>
5. Piergiacomo Cancelliere *et al.* A fire risk assessment method for reduced height buildings with etic façade systems. *Proceedings of the 3rd International Symposium 26-27 September 2019, Paris, FRANCE*; <http://fsf.event-vert.org/homepage/past-editions>
6. DIN 4102-20 „Fire reaction of building materials and components. Additional assessment of fire effects on the exterior wall decoration“
7. Building Regulations ST 2124555837.01: 2013 “Insulation of partitions with polystyrene foam”

## Секція 4.

# ***Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки***

УДК 378.22.091.2-057.875:614.84]-047.37

## **ПРОЦЕС ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ, ЯК ШЛЯХ ДО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ФАХІВЦІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

*Володимир АРХИПЕНКО, канд. пед. наук. Дарія ШАРІПОВА, канд. психол. наук, Сергій ВЕДУЛА, Олександр ДАНЬКІВ, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Розвиток країни та поліпшення рівня безпеки завжди є першочерговою метою розбудови будь-якої держави. Демократична реформа воєнізованих структур, до яких відноситься і ДСНС, та переоцінювання цінностей убачаються сучасникам у поліпшенні якості підготовки фахівців, сенс якої полягає в реорганізації системи освіти працівників оперативно-рятувальних підрозділів і підготовки компетентних висококваліфікованих працівників. Науковцями доведено, що результат військових операцій і конфліктів часто залежить не від самих військових чи технічного забезпечення їхньої діяльності, а переважно від професійно-психологічної підготовки особового складу.

У цьому контексті заслуговує на увагу методі застосування результатів педагогічних досліджень системи підготовки дорослого населення країни до непередбачуваних ситуацій. Ряд вчених [1; 2] вважає, що вітчизняна і світова освітня практика в цьому контексті потребує суттєвого доопрацювання і вдосконалення. Разом із тим спостерігається збільшення інтенсивності генерування нових ідей, підтверджується попит на експериментальну діяльність, що приводить до суттєвих позитивних змін в освітніх і підготовчих програмах, наптовхує на подальшу роботу в цьому напрямі для розвитку галузі теорії і методики управління освітою.

Зазначимо, що розвиток системи управління не завжди відповідає рівню розвитку об'єкта управління. Відставання системи управління від системи фізичної підготовки фахівців ДСНС України відбувається з урахуванням суто локальних змін, які не дають бажаного результату, що вказує на необхідність додаткового вивчення та опрацювання питання змісту і обсягу компетентностей працівників оперативно-рятувальних структур і підрозділів. Саме тому необхідним стає заповнення прогалів у наукових і теоретично обґрунтованих, практично досліджених розвідках у галузі теорії і методики управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС України. У зв'язку з цим багато дослідників [3; 4] доходять спільної думки, що в наукових роботах наразі панують протиріччя і взагалі відсутній єдиний погляд щодо місця і значення фізичної підготовки цих фахівців у процесі розвитку їхньої професійної компетентності. Тому у теперішній економічно і політично складний час питання психологічного і професійного вдосконалення фахівців ДСНС України потребує вироблення науково обґрунтованих підходів не лише до них особисто, але й до морально-

психологічної підтримки їхніх сімей, позитивізації мислення щодо переоцінювання сімейних цінностей і можливих перспектив роботи у структурах аварійно-рятувальних служб.

Зазначені вище вимоги корелюють із поняттям «професіоналізм», що в науковому доробку М. Вебера, Т. Парсона, П. Сорокіна, Н. Сторера та інших учених визначається як інтегративна характеристика діяльності фахівця, що виявляється в досягненні високих виробничих показників, особливостях професійної мотивації, прагнень, ціннісних орієнтацій, змісті праці для самої людини [5, с. 44]. При цьому головними характеристиками будь-якої професії ці вчені вважають: 1) відповідальність за збереження, передачу, використання і поширення спеціалізованої суми знань; 2) зацікавленість соціуму в результатах діяльності його членів, що гарантує власне існування професії і дієвість професійних інституцій; 3) відносну автономність професійної спільноти щодо залучення нових членів з метою їхньої підготовки та контролю за результатами; 4) наявність у самої професії форм винагороди, що виступають достатнім стимулом для фахівців і забезпечують у такий спосіб високу мотивацію до професійної кар'єри [там само, с. 46].

У цьому контексті «професійна компетентність» трактується, з однієї сторони, як сукупність прав фахівця відповідно до вироблених традицій і правових норм професійної організації, а з другої – як поле теоретичних питань і практичних ситуацій, які фахівець має розв'язувати за допомогою здобутих знань, методів і прийомів професії [5, с. 47].

Розвиток цієї компетентності як процес поступових кількісно-якісних змін має відбуватися на новій концептуальній основі в рамках компетентнісного підходу. При цьому перехід до компетентнісної освіти потребує суттєвих змін, які можуть відбуватися в таких напрямках:

- 1) від засвоєння знань, умінь і навичок до формування на їх основі базових предметних і соціальних компетенцій фахівця-рятувальника;
- 2) у змісті навчання;
- 3) у педагогічній діяльності викладача;
- 4) у діяльності курсантів;
- 5) у технологічному забезпеченні навчального процесу;
- 6) в освітньому середовищі;
- 7) у відносинах із зовнішнім середовищем;
- 8) у фінансовому, матеріально-технічному, організаційному і кадровому забезпеченні діяльності освітньої системи.

Уважаємо, що в умовах переходу від знаннєвої парадигми до компетентнісної зазнають трансформації пріоритетні функції освітнього процесу. У нашому дослідженні пріоритетними функціями управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС України є організаційна та управлінська, у зв'язку з чим доречно говорити про управлінську специфіку компетентнісного підходу і розглядати послідовність дій з упровадження цього підходу всіма суб'єктами кризь призму управлінського рівня.

Можемо припустити, що пріоритет управлінської функції за умови реалізації компетентнісного підходу дозволяє спрогнозувати алгоритм упровадження цього підходу в управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС України у процесі фізичної підготовки і виділити такі дії:

- 1) діагностика та аналіз стану фізичної підготовки фахівців ДСНС;
- 2) усвідомлення необхідності посилення пріоритету фізичних вправ силової спрямованості;
- 3) мотивація фахівців ДСНС до фізичної підготовки;

4) прийняття управлінського рішення: вибір стратегії і тактики управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки; визначення змісту загальної та спеціальної фізичної підготовки; вибір форм і методів організації фізичної підготовки; забезпечення зворотного зв'язку між усіма суб'єктами управління розвитком професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки;

5) організація фізичної підготовки шляхом посилення силової спрямованості цього процесу;

6) моніторинг результатів, аналіз і корекція стану фізичної підготовки;

7) самооцінювання отриманих результатів розвитку професійної компетентності фахівців ДСНС у процесі фізичної підготовки.

Як бачимо, визначальною категорією компетентнісного підходу є поняття «компетентність», яке науковцями досить плідно розробляється і різнобічно розглядається, а також поняття «компетенції», розгляду якого присвячена велика кількість робіт. В окремих наукових розвідках ці поняття диференціюються, в інших – отожднюються як синонімічні. Наприклад, Дж. Равен [6] визначає «компетентність» як умотивовану здатність, що необхідна для ефективного виконання конкретної дії в заданій предметній галузі, яка включає вузькоспеціалізовані знання, особливого роду предметні навички, способи мислення, а також розуміння відповідальності за свої дії. Не випадково бути компетентним, на думку вченого, означає мати набір специфічних компетентностей різного рівня.

Аналізуючи сучасний стан фізичної підготовки рятувальника [7; 8; 9;], можна зробити висновки про великий обсяг роботи з удосконалення стану організації фізичної підготовки в органах Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

У той самий час стає очевидним, що дане питання є пріоритетним і вимагає постійного вивчення, пошуку шляхів підвищення ефективності фізичної підготовки в навчальних закладах, а особливо в галузі управління розвитком професійної компетентності фахівців оперативно-рятувальних підрозділів цивільного захисту. Зважаючи на багато чинників, які перешкоджають розв'язанню окресленої проблеми, фізична підготовка рятувальника є занадто узагальненою і базується на проведенні спеціальної фізичної підготовки. Загальна фізична підготовка представлена у своїй основі всього 4 або 5 вправами в залежності від виду діяльності фахівця, більшість з яких зорієнтована лише на швидкісно-витривалий напрям і не враховує екстремальних умов професійної діяльності. Розвиток фізичних здібностей рятувальника в силовому напрямі проводиться на дуже низькому рівні, практично не забезпечується і не вивчається.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Овчарук І. С. Вплив експериментальної системи на показники фізичної підготовленості майбутніх фахівців з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій упродовж навчання у вищому військовому начальному закладі / І. С. Овчарук // Педагогіка, психологія и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта : зб. наук. пр. / за ред. С. С. Єрмакова – Харків, 2007. – Випуск № 9. – С. 107–111.

2. Сігаєва Л. Міжнародне співробітництво у сфері освіти дорослих / Л. Сігаєва // Порівняльна професійна педагогіка. – К., 2012. – № 1. – С. 14–23.

3. Коновалов В. В. Формування мотивації до навчання військово-прикладних вправ у курсантів нечисленних спеціальностей університету цивільного захисту МНС України / В. В. Коновалов, О. Г. Піддубний, А. І. Полтавець // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного

виховання і спорту : зб. наук. пр. за ред. С. С. Єрмакова. – Харків : ХДАДМ (ХХПІ), 2013. – № 3. – С. 31–35.

4. Кучеренко А. А. Педагогічні основи вдосконалення професійної підготовки прикордонників в умовах службової діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти / А. А. Кучеренко. – Хмельницький, 2005. – 16 с.

5. Кропотова Н. Чотири аспекти професії як соціокультурного феномену / Н. Кропотова // Вища школа. – 2010. – № 3–4. – С. 44–50.

6. Равен. Дж. Педагогічне тестування: Проблеми, помилки, перспективи / пер. с англ. Изд. 2-е, испр. – К. : Когито-Центр, 2001. – 142 с.

7. Антошків Ю. М. Вдосконалення професійно-прикладної фізичної підготовки курсантів ВНЗ МНС України : дис. ... канд. наук із фізичного виховання і спорту : спец. 24.00.02 / Юрій Михайлович Антошків. – Львів, 2006. – 261 с.

8. Гоншовський В. М. Технологія індивідуалізації фізичної підготовки майбутніх рятувальників у вищому військовому навчальному закладі : автореф. дис. ... канд. наук з фізичного виховання і спорту : спец. 24.00.02 – фізична культура, фізичне виховання різних груп населення / В. М. Гоншовський. – Івано-Франківськ, 2011. – 20 с.

9. Архипенко В. О. Управління розвитком професійної компетентності фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій шляхом фізичної підготовки. автореф. канд. пед. наук: 13.00.06/ В.О. Архипенко.-Черкаси, 2015-.23с.

**УДК 614.839.52**

## **НОВІ БЕЗПЕКОВІ СТАНДАРТИ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ (ДОСВІД ШВЕЙЦАРІЇ)**

*Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Актуальність укриттів для цивільного населення України на сьогодні є беззаперечною. Сьогоднішній досвід війни став для міст та сіл нашої держави болючим уроком, щоб його ігнорувати. Вимоги часу потребують укриттів у вже зведених будинках, а перезапуск життєдіяльності постраждалих міст планується здійснити з урахуванням необхідності надійних укриттів.

На сьогодні Верховна Рада разом з експертами напрацьовує нові безпекові стандарти житлової забудови, зокрема, ті, що стосуються норм, за якими будуватимуть нове житло.

Згідно Кодексу ЦЗ розрізняють: 1. захисна споруда цивільного захисту - інженерна споруда, призначена для захисту населення від впливу небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів. 2 сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів. 3. протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості [2]

На основі вивчення показового досвіду ряду країн, які можуть забезпечити своїх людей надійними бомбосховищами, зроблено висновки щодо необхідності

будувати нове житло та інфраструктурні об'єкти з укриттями [1]. Це питання планується врегулювати на законодавчому рівні, з новими та оновленими прописаними нормами та правилами, із відповідним переглядом норм, за якими здійснюватиметься будівництво в майбутньому й напрацюванням нових безпекових стандартів будівництва.

Так, зокрема, увагу звернено до досвіду Швейцарії, де бомбосховища можуть прихистити 100% населення. У Швейцарії захисні споруди в першу чергу зводяться на випадок збройного конфлікту, але також можуть використовуватися як аварійні укриття в разі катастроф і надзвичайних ситуацій. Вони повинні протистояти впливу сучасної зброї. Перш за все, дані споруди мають гарантувати захист від бойових агентів і близьких влучень із звичайної зброї.

Згідно цивільного захисту Швейцарії розрізняють укриття та захисні системи. Укриття використовуються для захисту населення та культурних цінностей. Найвідомішим типом укриття є приватне укриття в підвалі одно- та багатоквартирних будинків. Їх планування не є обов'язковими при зведенні нового дому (хоча більшість з новобудов їх таки мають). Мова про те, що всі об'єкти, які служать людям, повинні мати принаймні захищений, спеціально укріплений нижній поверх.

Якщо в багатоквартирному будинку відсутнє бомбосховище, саме його власник має сплачувати невеликий податок на утримання громадського бомбосховища, яке розташовано в іншому місці. Кошти на це він бере з орендної плати своїх мешканців.

Більші приватні чи державні укриття мають до 200 місць, вони спроектовані таким чином, що вони дозволяють довший час перебування.

Загалом, в разі війни Швейцарія має забезпечити захист 8,6 млн осіб (все населення країни). Таким чином, це єдина у світі країна, яка покриває 100% потреб людей у захисті від небезпеки. За утримання бомбосховищ в нормальних умовах несе відповідальність муніципалітет міста, їхній стан перевіряють кожні 10 років.

Системи захисту передусім забезпечують керованість і готовність засобів цивільного захисту. По всій території Швейцарії існує близько 365 000 особистих укриттів, а також 1700 захисних систем. Відповідно, на сьогодні існує необхідність у заповненні локальних прогалів в цій інфраструктурі захисту.

Федеральний уряд Швейцарії забезпечує основу для планування. Технічна основа для планування, створення та підтримки цінності цієї інфраструктури розробляється у Федеральному управлінні цивільного захисту ФОСР. Конфедерація координує, затверджує, фінансує та контролює заходи щодо структурної та технічної інфраструктури та затверджує вбудовані компоненти для захисних споруд, які потребують випробувань. Кантони та комуни впроваджують ці рекомендації за підтримки Конфедерації.

В Швейцарії на законодавчому рівні затверджено Стратегію захисних споруд, головна мета якої - визначити довгостроковий подальший розвиток захисних споруд, тобто укриттів, командних пунктів (КП) та плацдармів (ЗБП) на основі нового Закону про цивільний захист та цивільний захист (2021 р.) та Постанови про цивільний захист.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту (ДСК). Зміна № 4, затверджено наказом від 26.03.2019 № 83 Про затвердження Зміни № 4 ДБН В.2.2-5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту (ДСК)
2. ДБН А.3.1-9:2015 Захисні споруди цивільного захисту. Експлуатаційна придатність закінчених будівництвом об'єктів (введені в дію з 2017-02-01).



3. Кодекс цивільного захисту України “Code of Civil Protection of Ukraine” від 02.10.2012 № 5403-VI - <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 березня 2017 р. № 138 «Деякі питання використання захисних споруд цивільного захисту».

5. Schutzräume und Schutzanlagen електронний доступ <https://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/schutzbauten.html>

6. So findest du im Ernstfall den nächsten Luftschutzbunker електронний доступ <https://www.20min.ch/story/so-findest-du-im-ernstfall-den-naechsten-luftschutzbunker-981373294343>

## УДК 69.059.2

### ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В ТОМУ ЧИСЛІ ПОЖЕЖ

*Вікторія ДАГІЛЬ, Кирило РИСУХІН, Олександр ПАШЕНЮК,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Своєчасне та точне виявлення причин та характеру пошкоджень будівель, а також оцінка технічного стану і їх експлуатаційної придатності мають велике практичне значення під час технічної експлуатації будівлі, для удосконалення проектування і будівництва нових будівель, а також при дослідженні пожеж та наслідків аварій техногенного характеру. Діагностика пошкоджень будівель є достатньо діючим засобом в рішенні цих актуальних завдань.

*Діагностика* це галузь будівельної науки, зокрема технічної експлуатації, яка вивчає і встановлює ознаки і причини пошкоджень окремих конструкцій, інженерного обладнання і будівель в цілому, а також способи і засоби їх оцінки. Діагностика включає в себе три основні розділи:

1. Методика візуального визначення пошкодження будівель по зовнішнім ознакам;

2. Методика інструментальної оцінки стану конструкцій і будівель за допомогою діагностичних приладів;

3. Методика інженерного аналізу діагностичних даних з метою складання висновків про технічний стан будівель і заходах по їх утриманню і ремонту, тобто методика інженерного аналізу окремих даних про окремі параметри і в їх сукупності для встановлення ступеню і небезпеки пошкоджень будівель.

Кінцевою метою діагностики є обґрунтований висновок про технічний стан окремих конструкцій або всієї експлуатаційної придатності про те, де і в чому маються відхилення від норми.

Діагностика в практичному представленні – це комплекс документів, методик, параметрів і приладів, які дозволяють спеціалісту, який знає облаштування будівлі і особливості їх технічної та технологічної експлуатації, об'єктивно оцінювати стан конструкцій і будівель, порівнювати заміряні параметри з їх нормативними значеннями.

На сучасному етапі діагностика не може бути суб'єктивною і візуальною, а повинна мати достатню кількість різноманітних інструментальних засобів, які дозволяють об'єктивно оцінювати стан окремих елементів або будівлі в цілому. Причому поряд з найпростішими засобами контролю перевага віддається неруйнівним радіотехнічним засобам контролю.

Інструментальному обстеженню підлягають конструкції з явно вираженими дефектами і руйнуваннями, виявленими при візуальному огляді, або конструкції, що визначаються вибірково за умовою: не менше 10% і не менше трьох штук у температурному блоці, методи інструментального обстеження та апаратура, що використовується для цього, наводяться в таблиці 1.

**Таблиця 1 Методи інструментального обстеження**

№ з/п	Параметр дослідження	Метод дослідження або вимірювання	Інструменти, прилади, обладнання
1.	Об'ємна деформація будівлі	Нівелювання; теодолітна зйомка	Нівеліри: Н-3, Н-10, НА-3 Теодоліти: Т-2, Т-15, ТаН Фотоапарати, стереокомпаратор
2.	Прогини та переміщення	Нівелювання Прогиномірами: а) механічної дії б) рідинними за принципом сполучених судин	Нівеліри: Н-3, Н-10, НА-1; ПМ-2, ПМ-3, ПАО-5, П-1
3.	Міцність бетону	Метод пластичних деформацій  Ультразвуковий метод Метод відриву зі сколюванням Метод стискання	Молоток Физделя, молоток Кашкарова, пружні прилади: КМ, ПМ, ХПС УКБ-2, Бетон-5, УК-14П, Бетон-12 и др. ГПНВ-5, ГПНС-4 Динамометричні кліщі
4.	Міцність розчину	Метод пластичної деформації	Склерометр СД-2
5.	Приховані дефекти матеріалу конструкції	Ультразвуковий метод  Радіометричний метод	Прилади: УКБ-1, УКБ-2, Бетон-12, Бетон-5, УК-14П Приладі: РПП-1, РПП-2, РП6С
6.	Глибина тріщин в бетоні и кам'яної кладці	Підсікання тріщин  Ультразвуковий метод	Молоток, зубило, лінійка УК-10ПМ, Бетон-12, УК-14П, Бетон-5, Бетон-8УРЦ и др.
7.	Ширина розкриття тріщин	Вимірювання сталевими щупами за допомогою відлікового мікроскопа	Щуп, лінійка, штангенциркуль
8.	Товщина захисного шару бетону	Магнітометричний метод	Прилади: ИЗС-2, МИ-1, ИСМ
9.	Щільність бетону, каменя и сипучих матеріалів	Радіометричний метод	Джерела випромінювання Cs-137, Co-60 Виносний елемент типа ИПЗ

			Рахункові пристрої (радіометри): Б-3, Б-4, Бетон-8-УРЦ
10.	Вологість бетону і каменя	Нейтронний метод	Джерело випромінювання R <sub>a</sub> -Be, Датчик НВ-3 Рахункові пристрої: СЧ-3, СЧ-4, «Бамбук»
11.	Повітропроникність	Пневматичний метод	ДСК-3-1, ИВС-2М
12.	Теплозахисні якості стінової огорожі	Електричний метод	Термощупи: ТМ, ЦЛЭМ, Тепломір ЛТИХП
13.	Звукопровідність стін и перекриття	Акустичний метод	Генератор «білого» шуму ГШН-1 Посилювачі: УМ-50, У-50 Шумомір Ш-60В Спектрометр 2112
14.	Параметри вібрації конструкції	Візуальний метод Механічний метод Електрооптичний метод	Віброграф Гейгера, ручний віброграф ВР-1 Осцилографи: Н-105, Н-700, ОТ-24-51, комплект вібродатчиків
15.	Осадка фундаменту	Нівелювання	Нівеліри: Н-3, Н-10, НА-1

Особлива увага приділяється обстеженню будівель, які зазнали впливу пожежі. При цьому обстеження умовно поділяють на попереднє та детальне.

У процесі попереднього обстеження збираються відомості про пожежу, встановлюється місце знаходження вогнища пожежі, час виявлення та ліквідація пожежі, максимальна температура, тривалість інтенсивного горіння та засоби гасіння.

На основі наявної будівельної документації та даних натурального обстеження складаються плани поверхів, де вказуються місця розташування аварійних приміщень та конструкцій. Результати попереднього обстеження оформляють актом і надалі використовуються розробки плану заходів детального обстеження.

До завдання детального обстеження входить визначення структурних та фізико-механічних пошкоджень матеріалу конструкцій, викликаних дією високих температур та різким охолодженням при гасінні пожежі.

У процесі детального обстеження визначається температура нагрівання поверхні конструкцій, а також оцінюється міцність бетону та арматури.

Особливу увагу при обстеженні надають міцності матеріалів конструкцій. Міцність бетону визначається як неруйнівними методами (ультразвук, пластична деформація), так і з частковим руйнуванням тіла конструкції (відрив зі сколюванням, вилучення кернів для лабораторних випробувань та ін.). Найбільш достовірну інформацію про міцність бетону дає випробування кернів. Саме цей метод рекомендується використовувати під час обстеження відповідальних конструкцій.

Показники міцності арматури встановлюють випробуванням зразків, вирізаних з конструкцій, найбільше пошкоджених пожежею. Якщо відсутні експериментальні дані, то величину зниження міцності бетону та арматури визначають через понижуючі коефіцієнти, що регламентуються нормами.

**Таблиця 2 Пошкодження конструкцій після пожежі**

Ступінь пошкодження	Характеристика пошкодження
1	Пошкодження, що не знижують несучої здатності конструкцій: наявність слідів сажі та кіптяви; лущення окремих шарів поверхні бетону; незначні сколи бетону.
2	Пошкодження, що знижують здатність конструкцій, що несе: зміна сірого кольору бетону до рожевого і буро-жовтого; елементи, повністю покриті сажею та кіптявою; наявність сколів бетону по кутах; оголення арматурної сітки на плоских елементах площею близько 10%; оголення кутової арматури не більше прямокутної форми; відділення зовнішніх шарів бетону без їх обвалення; тріщини завширшки до 0,5 мм.
3	Пошкодження, що значно знижують здатність конструкції, що несе: колір бетону – жовтий, сколи бетону – до 30% перерізу елемента; оголення арматурної сітки в плоских елементах площі більше 10%; оголено понад 50% робочої арматури прямокутних елементів; випущений один стрижень арматури елемента; відвалилися поверхневі шари бетону; тріщини завширшки до 1 мм.
4	Пошкодження, що свідчать про критичний стан конструкції: колір бетону – жовтий; відколи бетону - від 30 до 50% площі перерізу елемента; оголено до 90% арматури; витріщалося більше одного стрижня арматури; порушено анкерування, зчеплення арматури з бетоном; нагрівання арматури понад 3000 °С; відрив заставних та опорних деталей; хиткість конструкції; прогини понад 1/50 прольоту; тріщини шириною понад 1 мм.
5	Обвали ділянок стін, руйнування, силові тріщини, розрив сталевих з'єднань, зміщення плит перекриттів більш ніж на 1/5 глибини закладання в стінах та т.і.

Особливу увагу при дослідженнях приділяють показникам міцності бетону та арматури, які визначають за допомогою інструментів та приладів наведених у табл. 1 або випробуванням зразків, вирізаних з тіла конструкцій.

**Таблиця №.3 Визначення величини зниження міцності бетону після пожежі**

Вид и умови твердіння	Зниження міцности, %, при максимальній температурі нагріву, °С						
	60	120	150	200	300	400	500
Важкий з гранітним заповнювачем, природне	30	30	30	30	40	60	70
Те ж, тепловологісна обробка	15	20	20	20	20	30	45
Те саме, з вапняковим заповнювачем	15	20	20	25	25	40	60
Легкий з керамзитовим заповнювачем, тепловологісна обробка	10	10	10	10	10	15	20

**Таблиця № 4. Визначення величини зниження міцності арматури після пожежі**

	Клас арматури	Зниження міцності, %, при максимальній температурі нагріву, °С		
		300	400	500
Положення арматури у конструкції, наявність попереднього напруження	A-240, A-300, A-400	0	0	0
	A-600, A-800, A-1000	0	5	10
	A <sub>T</sub> -600, A <sub>T</sub> -800, A <sub>T</sub> -1000	0	10	20
За межами зони анкерування незалежно від попереднього напруження	A-300, A-400, A-600	0	20	40
	A-800, A <sub>T</sub> -400, A <sub>T</sub> -600	0	20	40
	A <sub>T</sub> -800	0	20	40
У зоні анкерування арматури, попередньо ненапруженої	A-600, A <sub>T</sub> -600	0	25	50
	A-800, A <sub>T</sub> -800	0	30	60
	A-1000, A <sub>T</sub> -1000	0	35	70
	Bp-II, K-7	0	45	90

За підсумками аналізу пошкоджень приймаються рішення щодо ремонту або посилення конструкцій. Так, наприклад, конструкції, що мають слабкий ступінь пошкоджень, піддають косметичному ремонту, при середньому ступені пошкоджень конструкції ремонтують шляхом ін'єкції тріщин або нарощуванням перерізу бетону, при сильному ступені пошкоджень конструкції посилюють введенням додаткових опор, нарощуванням перерізу бетону і арматури або іншими методами, , жорсткість та довговічність конструкції. При повному ступені пошкоджень стан конструкцій вважається аварійним та відновлення їх недоцільно. Конструкції у разі вимагають повної чи часткової заміни.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану / Мінрегіон України. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 45 с.
2. ДБН В.1.2-7-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 30 с.
3. Бойко М.Д. Диагностика поврежденных и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий. Стройиздат, 1975,335с.

## ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ

*Петро ЗАЙКА, канд. техн. наук, доцент, Наталія ЗАЙКА,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З метою ефективної організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі праці, проходження служби та під час виконання завдань за призначенням працюючих та осіб рядового і начальницького складу в ДСНС України створено службу охорони праці (СОП).

Основним завданням управління охороною праці в ДСНС України є забезпечення дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці щодо безпеки умов праці та безпеки технологічних процесів і обладнання, а також впровадження національної концепції розвитку в сфері управління охороною праці.

Система управління охороною праці ДСНС України повинна:

а) відповідати характеру і масштабу ризиків, які існують в підрозділах ДСНС України в області охорони праці;

б) включати зобов'язання щодо попередження нещасних випадків під час несення служби та професійних захворювань, а також зобов'язання з постійного поліпшення системи управління охороною праці;

в) включати зобов'язання відповідати вимогам чинного законодавства та існуючих нормативно-правових актів у галузі охорони праці;

г) забезпечувати основу для встановлення та аналізу цілей у сфері охорони праці;

е) забезпечувати доведення до відома особового складу підрозділів ДСНС України індивідуальні зобов'язання у сфері охорони праці;

ж) бути доступна для зацікавлених сторін;

з) періодично аналізуватися з метою гарантії того, що політика залишається актуальною і прийнятною для підрозділів ДСНС України.

Підрозділи ДСНС України повинні встановити, впровадити та виконувати процедури для регулярного моніторингу та оцінки результативності охорони праці. Такі процедури повинні передбачати:

а) якісну і кількісну оцінку, що відповідають потребам підрозділу;

б) моніторинг ступеня досягнення цілей організації щодо охорони праці;

в) моніторинг результативності заходів управління (як професійного здоров'я, так і безпеки праці);

г) упереджувальну попередню оцінку результативності для моніторингу відповідності програмам з охорони праці;

д) реагуючу оцінку результативності охорони праці за даними моніторингу нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, та інших наявних доказів недостатньої результативності охорони праці;

е) реєстрацію даних результатів моніторингу та оцінки результативності, при умові, що вони є достатніми для подальшого аналізу застосування коригувальних та попереджувальних дій.

Вдосконалення системи безпеки праці в підрозділах ДСНС України повинно включати у себе наступні шляхи:

- професійний відбір працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки, з урахуванням стану їх здоров'я та психофізіологічних показників, а також попередні та періодичні медичні огляди працівників;
- професійну підготовку, підвищення кваліфікації працівників, навчання їх безпечним методам ведення робіт та навчання з питань з охорони праці;
- вдосконалення чіткості організації та якості роботи осіб, відповідальних за безпеку праці;
- конкретизацію функціональних обов'язків у діяльності працівників ДСНС, регламентацію їхньої роботи посадовими інструкціями, положеннями і правилами з охорони праці;
- організацію безпеки під час експлуатації обладнання, ведення аварійно-рятувальних робіт та робіт з ліквідації відкритих газових і нафтових фонтанів;
- забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями;
- забезпечення раціональних режимів праці та відпочинку працюючих;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- розслідування, облік і аналіз причин нещасних випадків, аварій і профзахворювань, пов'язаних з професійною діяльністю;
- вивчення, розповсюдження і впровадження передового досвіду безпечного ведення робіт, пропаганду передових досягнень у сфері охорони праці;
- організацію виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у сфері охорони праці.

Безпека праці особового складу підрозділів безпосередньо залежить від керівника, від правильності прийняття ним рішення, визначення вирішального напрямку, залучення необхідної кількості та виду сил і засобів, уміння швидко приймати рішення в умовах надзвичайних ситуацій.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.
2. Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: [www.kmu.gov.ua](http://www.kmu.gov.ua).

**УДК 614.8**

### **ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**

*Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, доцент,  
Сергій ТАРАСОВ, канд. держ. управ.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Щороку на території нашої держави виникають десятки тисяч пожеж, у яких гинуть люди, втрачаються матеріальні та культурні цінності. Попри значні зусилля в напрямку запобігання виникнення пожеж їхня кількість не зменшується. Зокрема, аналіз кількості пожеж за останні роки, що виникають від джерел запалення електричного походження суттєво не змінюється і залишається в межах 10,5-13 тисяч на рік [1]. Саме тому дослідження та удосконалення нових засобів виявлення небезпечних режимів роботи електричних мереж є актуальними.

Як правило для захисту електричних мереж та обладнання від режимів роботи, які можуть призвести до загорання використовують запобіжники та автоматичні вимикачі. Дані апарати захисту захищають від коротких замикань та перевантажень [2]. Основними недоліками таких апаратів залишається неможливість або не своєчасне реагування на такі пожежонебезпечні режими як:

- неповні короткі замикання;
- іскріння та електричні дуги;
- поява великих перехідних опорів.

Ситуацію ускладнює людський фактор, який полягає у неякісному виготовленні електричного обладнання, непрофесійному ремонті та несвоєчасному обслуговуванні. Одним із шляхів вирішення зазначених недоліків є використання апаратів захисту з мікропроцесорним управлінням, що також дозволяють задіяти технології штучного інтелекту [3].

Відомо, що різні пожежонебезпечні режими супроводжуються специфічними змінами миттєвих значень напруг та сили струму. Однак поряд із цим подібні зміни відбуваються і під час нормальної роботи електричного обладнання, зокрема – іскріння під час роботи апаратів комутації, колекторних електродвигунів. Тому удосконалення мікропроцесорних апаратів захисту потребує врахування цих два аспекти.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit2021-dns.pdf>.

2. Розроблення розеточного модуля електричної мережі. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація / Землянський, О. М., Мирошник, О. М., Зобенко, О. О., Лесечко, Д. В., Том 4 №2 (2020) Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація» с. 20-28.

3. Stability of microprocessor relay protection and automation systems against intentional destructive electromagnetic impacts. Part 2 / V.L. Gurevich // Електротехніка і електромеханіка. — 2011. — № 6. — С. 21-28.

**УДК 378.635.5 : 614.84**

*С. КАСЯРУМ, канд. пед. наук, доцент, А. ВОЙТОВИЧ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ОГЛЯД WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

Для розв'язання деяких задач з курсу «Вища математика» варто застосовувати сучасні програмні обчислювальні засоби. На теперішній час існує доволі значна кількість хмарних ресурсів для проведення математичних обчислень. Проте перед викладачем математичних дисциплін постають деякі питання методичного характеру. Задля відповіді на них вважаємо за необхідне узагальнити деякі результати проведеного українськими і закордонними дослідниками порівняльного аналізу можливостей найбільш відомих і доступних web-



орієнтованих систем комп'ютерної математики, онлайн-калькуляторів та мобільних додатків під час навчання вищої математики.

У своїй статті «Open access web technology for mathematics learning in higher education» закордонні дослідники репрезентують огляд загальнодоступних веб-технологій навчання математики в системі вищої освіти. Ними наводяться таблиці, які презентують забезпечення веб-ресурсів навчальним супровідним контентом, мову веб-ресурсів, їх можливості в плані графічної візуалізації, та охоплення різних розділів математики [1]. У цілому науковцями проаналізовано п'ятнадцять веб-орієнтованих систем комп'ютерної математики (Descartes, GapMinder, GeoGebra, KhanAcademy, Math 2 Me, Maxima, WolframAlpha та ін.) за такими показниками: наявність калькуляторів для проведення обчислень, інтерактивне моделювання, графічна візуалізація, відео, мова. Окремо проаналізовано можливості здійснювати обчислення з різних галузей математики, зокрема: алгебри, лінійної алгебри, числового аналізу, обчислення, диференціальних рівнянь, статистики, аналітичної геометрії, прикладної математики, дискретної математики, математики для інформатики, моделювання, комбінаторики, теорії ймовірності тощо.

Українськими дослідниками [2] також було проаналізовано такі хмаро-орієнтовані засоби навчання математики як GeoGebra, ММС «Вища математика», SageMathCloud і WolframAlpha за такими узагальненими показниками: підтримка розв'язування предметних задач (технологічних, об'єктних, з надлишковою умовою, з недостатньою умовою), підтримка розв'язування практичних задач, підтримка розв'язування міжпредметних задач, вимоги до засобів ІКТ (можливість здійснювати пошук відомостей, покрокове розв'язання, мережний доступ до системи, зрозумілий інтерфейс). Згідно висновків дослідників, серед проаналізованих за вказаними вище показниками доцільним є використання як засобу навчання математики у вищій школі є WolframAlpha.

Відзначимо, що найбільш популярними серед викладачів і студентів є такі веб-орієнтовані системи комп'ютерної математики як GeoGebra і WolframAlpha. Наприклад, у книзі, присвяченій питанням математичного моделювання із використанням GeoGebra, ілюструються можливості веб-ресурсу за допомогою практичних прикладів [3].

Застосування студентами таких програм як: математичний Maple, онлайн-сервіс WolframAlpha, онлайн-сервіс <https://www.kontrolnaya-rabota.ru>, онлайн-сервіс <http://www.matcabi.net>, офлайн-сервіс MalMath: Stepbystepsolver, онлайн-сервіс MalMath, <http://math.semestr.ru/math/convergence.php>, <http://ru.numberempire.com>, <http://integraloff.net>, <http://math.semestr.ru>, програми AdvancedGrapher, <http://ua.onlinemschool.com/math/assistance> дозволяє їм швидко здійснити обчислення, зокрема при розв'язанні інженерних задач.

Серед студентів і викладачів також популярність набувають мобільні додатки для виконання простих обчислень і розв'язування нескладних прикладів, такі, наприклад, як PhotoMath. Є й публікації, в яких презентуються можливості цього мобільного додатка для навчання математики [4].

У своїй статті А. Drigas і М. Pappas здійснили огляд й узагальнили досвід використання мобільних додатків у процесі навчання таких розділів математики як то арифметика, геометрія і алгебра [5]. Так авторами описується експеримент (автори Botzerta ін.) з використанням студентами – майбутніми викладачами математики додатку Math4Mobile. Це мобільне середовище включало Sketch2Go, додаток, який дозволяє користувачам робити графіки, збільшуючи та зменшуючи функції та візуально досліджуючи явища, та Graph2Go, графічний калькулятор для динамічної трансформації функцій. Експериментальне навчання математики передбачало також використання відеокамери для запису подій, MMS-повідомлень

для обміну відео між учасниками та SMS-повідомлень для обміну словесними повідомленнями. За твердженнями дослідників перевага мобільного середовища полягає у тому, що дозволяє використовувати математичні додатки в будь-який час і в будь-якому місці, заохочувати виконання математичних операцій та підвищувати досвід досвіду. У 2011 р. Roberts та ін. презентували проект Nokia Mobile Learning for Mathematics, який полягав у тому, що студенти та викладачі мали доступ до інтерактивних навчальних матеріалів з математики через мобільну платформу із підтримкою додатків у соціальних мережах. У 2012 р. Kalloo and Mohan представили мобільний додаток «MobileMath», який доступний на мобільних телефонах з доступом до Інтернету, пропонував уроки, приклади, навчальні посібники, вікторини та ігри, які підтримують користувачів у практиці певних математичних навичок. Мета мобільного додатка полягала у тому, щоб допомогти учням середньої школи покращити вивчення алгебри [5].

Отже, нині популярністю серед викладачів математичних дисциплін і студентів користуються web-орієнтовані системи комп'ютерної математики, онлайн-калькулятори та мобільні додатки. Проте для якісної організації освітнього процесу зі застосування web-ресурсів викладачеві необхідно вирішити низку питань методичного змісту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. González-Videgaray M. C., Romero-Ruiz R., del Rosario Hernández-Coló M. Open access web technology for mathematics learning in higher education // EDUCACION Y HUMANISMO. – 2016. – Т. 17. – №. 29.
2. Бас С. В. Можливості використання WolframAlpha для розв'язування компетентнісно орієнтованих задач / С. В. Бас, К. І. Словак // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – с. 59-62.
3. Hall J. et al. Mathematical Modeling: Applications with GeoGebra. – John Wiley & Sons, 2016.
4. Webel C. Teaching in a World with PhotoMath/ C. Webel, S. Otten // Mathematics Teacher. – 2016. – Т. 109. – №. 5. – С. 368-373.
5. Drigas A., Pappas M. A review of mobile learning applications for mathematics // International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM). – 2015. – Т. 9. – №. 3. – С. 18-23.

**УДК 378.091:614.84**

*Сергій КАСЯРУМ, канд. пед. наук, доцент, А. ВОЙТОВИЧ  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### **ФУНДАМЕНТАЛЬНА ПІДГОТОВКА ЯК ПЕРЕДУМОВА ВИРІШЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАДАЧ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ**

На сьогодні математична складова підготовки майбутніх фахівців пожежної і цивільної безпеки залишається загальнообов'язковою і спрямована на формування базових знань фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для опанування математичним апаратом відповідної галузі знань (цивільного захисту), здатність використовувати математичні методи в обраній професії. Майбутніми фахівцями пожежної і цивільної безпеки вивчається вища математика, здобуті знання з якої дозволяють застосовувати їх для розв'язання професійних (інженерних) задач.

Різноманітні аспекти і специфічні риси підготовки майбутніх фахівців пожежної і цивільної безпеки розглянуті у працях дослідників (О. Бикова, І. Денькович, Л. Дідух, М. Козяр, М. Кришталь, С. Миронець, Л. Мохнар, К. Пасинчук, В. Покалюк та ін.). Проте у публікаціях недостатньо уваги приділяється питанню використання знань з вищої математики для вирішення професійних задач інженерного спрямування майбутніми фахівцями пожежної і цивільної безпеки.

На теперішній час освітньо-професійна підготовка майбутніх фахівців пожежної і цивільної безпеки (бакалаврський рівень) складається зі циклів загальної і професійної підготовки. Серед обов'язкових дисциплін курсанти / студенти вивчають вищу математику, важливість якої в інженерній підготовці майбутніх фахівців цієї галузі є незаперечною. Оскільки оволодіння дисциплінами професійного спрямування (термодинаміка і теплопередача, стійкість будівель та споруд при пожежі), а також деяких загальнообов'язкових дисциплін (інженерна та комп'ютерна графіка, технічна механіка рідини та газу) неможливо без відповідних знань і умінь з вищої математики.

Зміст дисципліни вища математика охоплює такі теми: вступ до математичного аналізу, диференціальне числення функцій однієї змінної, диференціальне числення функцій кількох змінних, теорія функції комплексної змінної, невизначений і визначений інтеграл, невласний інтеграл, елементи лінійної алгебри, векторної алгебри та аналітичної геометрії, ряди, звичайні диференціальні рівняння, операційне числення, елементи теорії ймовірностей, елементи математичної статистики.

Окремо зупинимося на використанні знань з вищої математики під час виконання майбутніми фахівцями пожежної і цивільної безпеки різноманітних досліджень і розв'язання професійних задач.

Достатньо часто фахівців у галузі пожежної і цивільної безпеки залучають в якості експертів по роботі з проектною документацією будівель та споруд, що експлуатуються або вводяться в експлуатацію, з питань, що пов'язані з розслідуванням причин та наслідків надзвичайних ситуацій техногенного характеру, оцінки можливих ризиків і статистичної оцінки та прогнозування. Коло окреслених задач вимагає не лише значної технічної підготовки, але й математичної. Розглянемо деякі приклади.

В умовах пожежі порушення загальної стійкості будівлі завжди відбувається внаслідок руйнування окремих елементів каркасу споруди. Небезпека руйнування несучих конструкцій створює загрозу життю людей під час евакуації, а також під час проведення аварійно-рятувальних робіт і викликає значні збитки. Тому збереження несучої здатності конструкцій при пожежі впродовж заданого проміжку часу є першорядною задачею. Для несучих конструкцій межа вогнестійкості визначається часом переходу до такого граничного стану в перерізі елемента, коли він втрачає здатність витримувати нормативне навантаження. Межа вогнестійкості є нормативним параметром і її забезпечення для несучих елементів залізобетонних конструкцій є важливою інженерною задачею, що вирішується на етапі проектування, будівництва і експлуатації будівель і споруд.

В останній час для визначення фактичних меж вогнестійкості частіше стали використовувати розрахункові методи. Основною теоретичною базою для отримання розрахункових залежностей при визначенні меж вогнестійкості є фундаментальні рівняння теплопередачі і теплообміну, а також рівняння механіки напружено-деформованого стану тіла. Умовно всі розрахункові методи можна поділити на спрощені і уточнені. Спрощені методи призначені для використання в інженерній практиці для оціночних розрахунків, їх базові математичні моделі відрізняються простими обчислювальними методиками, частіше за все

побудованими на прямих аналітичних виразах або нескладних рівняннях. Основним їх недоліком є наближений, частіше за все набагато завищений результат.

Уточнені методи враховують всі можливі фізичні ефекти, які виникають при тепловій і механічній реакції в шарах елементів залізобетонних конструкцій при їх нагріванні в умовах пожежі. Розв'язок рівнянь, а це у своїй більшості рівняння в частинних похідних здійснюється при застосуванні чисельних методів (які як і рівняння розглядаються при вивченні курсу «Вища математика»). При цьому отримані результати мають ступінь точності і наочності.

Отже, на теперішній час засвоєння знань з курсу вищої математики є підґрунтям для якісного здобуття майбутніми фахівцями цієї галузі технічної і спеціальної підготовки. Зокрема вирішення багатьох професійних задач інженерного характеру (вогнестійкість будівель і споруд), а також проведення досліджень (побудова математичних моделей) вимагає від курсантів / студентів застосування набутих знань і умінь з вищої математики. Проте зауважимо, що процес вивчення вищої математики ускладнюється відсутністю науково-методичних розробок з розв'язування професійно-спрямованих задач, що вмотивовує до проведення подальших наукових розвідок у зазначеному напрямі.

**УДК 614.841.2.001.5**

## **СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ. ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНІСТЬ**

*Анатолій КОДРИК, канд. тех. наук,  
Андрій БОРИСОВ, канд. держ. упр,  
Олександр ТИТЕНКО, канд. тех. наук,  
Олександр МОРОЗ,*

*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

Відповідно до Закону Про альтернативні джерела енергії [1] альтернативні джерела енергії - відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів

Людство завжди мріяло приборкати безмежну енергію Сонця та змусити її працювати собі на благо. Першою спробою були сонячні колектори (сонячні термальні електростанції), у яких електрику виробляє нагріта до температури кипіння під сконцентрованими сонячними променями вода. Але при багатоступінчастій трансформації, як у колекторів (концентрація сонячних променів, нагрівання води та виділення пари, обертання парової турбіни і тільки в кінці вироблення електрики генератором), втрачається багато енергії. На даний час в світі збудовано ряд таких сонячних електростанцій, одна із найбільших в Іспанії рис.1[2]



Рисунок 1 – Сонячна електростанція баштового типу в Іспанії

Більш перспективним є спосіб прямого перетворення сонячного світла в електроенергію за допомогою фотоелектричних панелей. Сучасні технології виготовлення цих батарей дозволяють отримувати коефіцієнт корисної дії до двадцяти відсотків. На цій елементній основі будуються потужні електростанції. Так, наприклад, у США, у Каліфорнії, працюють відразу три станції потужністю понад 550 мегават кожна.

Сучасні сонячні батареї складаються з ланцюга фотоелементів – напівпровідникових пристроїв, що перетворюють сонячну енергію безпосередньо на електричний струм. Процес перетворення енергії сонця на електричний струм називається фотоелектричним ефектом. Напівпровідник – це такий матеріал, в атомах якого є зайві електрони (n-тип), або навпаки, їх не вистачає (p-тип). Таким чином, напівпровідниковий фотоелемент складається з двох шарів із різною провідністю. Як катод використовується n-шар, а як анод – p-шар. Зайві електрони з n-шару можуть залишати атоми, тоді як p-шар ці електрони захоплює. Саме промені світла «вбивають» електрони з атомів n-шару, після чого вони летять у p-шар займати порожні місця. Таким способом електрони рухаються по колу, виходячи з p-шару, проходячи через навантаження (в даному випадку акумулятор) і повертаючись у n-шар.

В даний час сонячні батареї широко використовуються як для житлових, так і для промислових об'єктів. «У цілому на кінець 2021 року в Україні нараховується близько 45 тисяч домогосподарств, які використовують сонячні батареї. Загальна потужність таких СЕС перевищила 1,2 ГВт, при цьому у 2021 році в Україні сонячні батареї загальною потужністю 426 МВт встановили майже 15 тисяч українських родин, що удвічі більше, ніж у 2020 році» – зазначається у повідомленні пресслужби Держагентства з енергоефективності та енергозбереження [3].

Оскільки ця технологія набирає дедалі більшої популярності, необхідні також заходи протипожежного захисту сонячних електростанцій.

Сонячним батареям, як і будь-яким іншим електротехнічним пристроям, притаманний певний рівень пожежної небезпеки. Пожежі, що виникають через сонячні батареї, що встановлюються на дахах, дуже рідкісні, але все ж трапляються. В 2015 році в Німеччині міжнародним концерном TÜV Rheinland, що займається проведенням аудиторських послуг та Інститутом систем сонячної енергетики ім.Фраунгофера було проведено перевірку та аналіз пожеж, що виникли на будівлях, обладнаних фотоелектричними системами. При аналізі 1,3 млн. пожеж фотоелектричних установок, в результаті яких пошкоджено 430 будівель, з цієї кількості пожеж лише 210 спровоковано фотоелектричними установками. Аналіз пожеж в Німеччині показав, що пожежі спричинені фотоелектричними системами складають лише 0,02% від загальної кількості пожеж, але проблема виникає [4].

Резонансними стали пожежі в мережах супермаркетів Walmart у березні 2018 року на даху магазину в одному з міст штату Огайо, США рис.3 Тоді вогонь завдав збитків у сотні тисяч доларів США.



Рисунок 2 – Наслідки пожежі на даху супермаркету Walmart

У травні 2018 року Walmart отримав ще дві пожежі. Перший у Меріленді, другий – у Каліфорнії. Обидва завдали збитків у два мільйони доларів США[5]. Практично для всіх випадків пожеж через сонячні батареї, у тому числі на будівлі Walmart, основними причинами були технологічні порушення, у тому числі пов'язані з такими проблемами:

- використання невідповідних інструментів для обтиску електророз'ємів та дротів;
- застосування електророз'ємів низкої якості невідомих виробників;
- погане з'єднання та недбале прокладання кабелів;
- низький рівень кваліфікації інсталяційних та сервісних працівників.

Велике значення у забезпеченні пожежної безпеки фотоелектричних установок мають правильний вибір компонентів та використання сучасних технік монтажу.

Але зміни, що відбулися останніми роками, в технологіях і нормативних документах зводять до мінімуму ризик загоряння сонячних батарей. Згідно з статистичними даними на кожні 10 тисяч фотоелектричних установок припадає менше однієї пожежі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон про альтернативні джерела енергії. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 24, ст.155
2. Тепловые солнечные электростанции [Електронний Ресурс] – Режим доступу <https://solarb.ru/teplovye-solnechnye-elektrostantsii>
3. В Україні встановили рекордну кількість домашніх СЕС за рік [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://biz.censor.net/n3310613>
4. Методичні рекомендації щодо порядку дій аварійно-рятувальних формувань ДСНС під час гасіння пожеж на сонячних електростанціях
5. После нескольких пожаров из-за солнечных панелей Solar City компания Walmart подала на Tesla в суд[Електронний ресурс] – Режим доступу <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/464631/>

## ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СТРАХУ СМЕРТІ СЕРЕД ПРАЦІВНИКІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СЛУЖБ ДСНС УКРАЇНИ

*Олеся КОСТИРКА, здобувач,  
Неля ВОВК, канд. пед. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Проблема страху смерті постійно привертає увагу дослідників в зв'язку зі зростанням стресових ситуацій у всіх сферах життя і діяльності людини. Дана проблема висвітлюється в різних галузях наукових знань: психології, медицині, філософії, соціології, релігії. На сьогодні актуальність проблеми страху смерті пов'язана насамперед зі зростанням у всьому світі загроз тероризму, ядерної війни, кількості аварій, катастроф, локальних військових конфліктів, які постають невід'ємною частиною суспільства як України, так і світу.

Збільшення уваги до даної проблеми та інтенсивне зростання досліджень і публікацій, присвячених страху смерті, безумовно пов'язане із складним періодом для нашої держави – агресією російської федерації проти нашого народу.

Особливої значущості розгляд страху смерті набуває при його вивченні на прикладі фахівців екстремальних видів діяльності, де ситуації зіткнення зі смертю є невід'ємною складовою професії. Велика кількість ситуацій невизначеності, небезпеки і ризику, які супроводжують професійну діяльність фахівців аварійно-рятувальних служб ДСНС України, прискорюють розвиток негативних психічних станів серед яких стан страху займає не останнє місце.

Особливість страху смерті полягає в тому, що спрацьовує механізм захисту власного життя, а зіткнення зі смертю розцінюється як загроза для власного життя. У сучасному світі ми постійно зустрічаємося зі смертю, особливо гостро це усвідомлюють люди, професія яких щодня ставить їх "лицем до лица" зі смертю. Результати досліджень щодо мотивів вибору професії, де «порятунок життя» є головним завданням, показали, що однією із причин, за якою здійснюється вибір, є бажання підкорити собі страх смерті.

Проблема вивчення проблеми страху смерті у діяльності працівників АРС ДСНС України пов'язана з тим, що в залежності від інтенсивності переживання даного стану істотно змінюються психічна діяльність працівника, оцінка реальної ситуації. Значно зростає значимість можливих помилок, суттєво збільшується фактор ризику в правильності ухвалення рішення, яке може бути пов'язане зі збереженням життя як того, хто приймав це рішення, так і тих, на кого вини поширюються. У першу чергу це відноситься до «життєнебезпечних» професій, де необхідна висока стійкість до дії небезпечних факторів середовища, професій, умови служби яких характеризуються «особливими умовами діяльності», до категорії яких відносяться працівники АРС ДСНС України.

Положення тематики страху смерті у галузі психології широко розроблялися в рамках психіатричної проблематики (Б. Карвасарский, А. Свядош, Г. Ушаков). Роботи останніх років також вказують на актуальність цієї проблеми (Т. Гаврилова, В. Роменець, І. Ялом). А. Свядош дотримується думки, що страх смерті це універсальна реакція, і що ніхто не може бути повністю вільний від нього. Як зазначають вчені, на процес формування відносин людини до смерті впливають її фізичний і психічний стан, досвід, оточення, сфера професійної діяльності і обрані в житті пріоритети. На думку Л. Балабанової, потреба у вивченні виникнення та розвитку негативних психічних станів, зокрема страху, шляхів його подолання, зумовлена не лише його негативною дією на ефективність

професійної діяльності працівника, але й тим негативним впливом на життя та здоров'я фахівців, який призводить до психологічних проблем та особистісних змін [1]. Як підкреслюється у роботах А. Кондрат'єва, страх також впливає на протікання психічних процесів (сприйняття, увагу, пам'ять, мислення, волю, емоції) і, відповідно, на ефективність службово-бойової діяльності в цілому [2]. Ряд дослідників розглядають страх як психічний стан людини, що асоціюється з такими переживаннями, які провокують поведінку самозбереження, інші [Льїн Є., 2009; Щербатих Ю., 2003] - як емоційний стан, спрямований на активацію захисної біологічної реакції людини при переживанні ними реальної або уявної небезпеки для їх здоров'я і благополуччя. Українськими вченими проведено дослідження страхів у призовників [Косік В., 2000]; стан страху та його роль у правоохоронній діяльності [Артем'єв В., 2003]; вплив страху на емоційну стійкість десантника при здійсненні парашутних стрибків [Блінов В., 1999]. Проведене дослідження О. Косолаповим щодо психологічної корекції професійних страхів у працівників рятувальних підрозділів ДСНС України, де дослідник пропонує авторське визначення поняття: «професійний страх – багатовимірне утворення (залежно від тривалості, сили й ступеня впливу – емоційна реакція, стан або властивість особистості), що відображає внутрішнє відчуття небезпеки та розвивається або посилюється під впливом факторів професійної діяльності» [3].

Свого індивідуального наповнення смисл життя набуває у фахівців - рятувальників, які під час виконання своїх прямих обов'язків стикаються з критичними ситуаціями, що певним чином може провокувати зміни в ціннісній сфері особистості. Відмічається, що критичні ситуації, залежно від ступеня інтенсивності впливу на особистість, є каталізатором можливих змін у структурі особистості, як позитивних або конструктивних, так і негативних або деструктивних [4].

Виникнення та розвиток професійних страхів у рятувальників обумовлюється особливостями їх професійної діяльності, яка протікає в екстремальних умовах. Зміни в структурі страхів відбуваються у процесі професіогенезу. В рамках діяльності фахівців рятувальних підрозділів зіткнення зі смертю слід розуміти не тільки у фізичному плані, а і у психологічному, що дозволяє говорити про формування особистого професійного досвіду фахівця.

У процесі виокремлення та вивчення основних видів професійних страхів, які виникають у рятувальників у процесі їх професійного становлення, О. Косолаповим встановлено, що страхи, пов'язані зі страхом смерті та втратою здоров'я (страх смерті, інвалідності, травм, опіків, невиліковних хвороб, трупів, погіршення здоров'я, крові), становлять першу групу професійних страхів рятувальників, що підкреслює актуальність нашого дослідження.

Дослідник пропонує наступний шлях вирішення проблеми - негативний вплив професійних страхів на діяльність рятувальників можна послабити шляхом оптимізації реакцій на ці страхи.

Переважно вчені зосереджували увагу на відношенні кооперації і соціального страху, але є ще й екзистенціальний страх (обумовлений тим, що людина конечна і вона знає про це; індивід бачить очевидність і неминучість втрати себе), який неможливо подолати, та й не потрібно, бо він виступає атрибутом людського існування (тобто це те, чого не може не бути). Коли сила цього страху непомірно велика, то вона може призвести до глибоких переживань і руйнації.

Як зазначається у роботах М. Мовчан, слід не забувати і про те, що завдяки саме екзистенціальному страху людина здобуває можливість відчутти справжність, істинність, «смак» буття. На думку вченого, найкращим способом подолання страху є його визнання (тобто вміння жити з цим страхом): це потужний крок для того, щоб успішно мислити, діяти, творити. Прийняття екзистенціального страху



як наявного в нашій «картині світу» означає те, що страх втратить значну частину свого руйнівного потенціалу, бо більша частина дезорганізуючого впливу цього страху пов'язана з напругою його боротьби проти витіснення: дія дорівнює протидії [5].

Отже, потрібно зробити страх не елементом власної деструкції, а навпаки – конструктивним елементом. Саме таким важливим феноменом, який може перетворювати навіть екзистенціальний страх на конструктивну силу, є кооперація.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Балабанова Л.М. Феномен страху в професійній діяльності фахівців ДСНС України. / Л.М. Балабанова// Актуальні проблеми психології. Харків, НЦЗУ, 2017. 2018-01-12T09:38:52Z/ <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/6174>

2. Кондратьєв Я.Ю. Загальна характеристика психологічного забезпечення оперативно-службової діяльності органів внутрішніх справ: Лекція. – К.: Національна академія внутрішніх справ України, 1999.

3. Косолапов О.М. Психологічна корекція професійних страхів у працівників рятувальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук: спец. 19.00.09 «Психологія діяльності в особливих умовах» / Косолапов Олександр Миколайович. – Харків, 2015. – 20 с.

4. Лебедев Д. В. Відношення до життя та смерті в умовах надзвичайної ситуації: ціннісно-смысловий аспект : монографія / Д. В. Лебедев, С. Ю. Лебедева, О. О. Назаров, Н. В. Оніщенко, В. П. Садковий, О. В. Садковий, О. В. Тімченко; М-во України з питань надзв. ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорноб. катастрофи. - Х., 2009. - 128 с. - Бібліогр.: с. 103-113.

5. Мовчан М. М. Страх як проблема буття людини в соціальному середовищі : монографія / М. М. Мовчан. – Полтава : ПУЕТ, 2019. – 356 с.

**УДК 351.86**

## ОКРЕМІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*Василь КРИШТАЛЬ, канд. техн. наук,  
Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук, доц.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Відповідно до Положення «Про єдину державну систему цивільного захисту» [1] з моменту оголошення рішення про мобілізацію (крім цільової) або введення воєнного стану в Україні або в окремих її місцевостях єдина державна система цивільного захисту переводиться у режим функціонування в умовах особливого періоду в повному обсязі або у межах відповідних регіонів. Підготовка єдиної державної системи цивільного захисту до виконання завдань цивільного захисту в умовах особливого періоду здійснюється завчасно у мирний час. Зважаючи на зазначене, актуальним є дослідження організації управління в надзвичайних ситуаціях (НС).

Метою дослідження є визначення особливостей організації управління в надзвичайних ситуаціях.

Теоретичні засади управління у сфері цивільного захисту, досліджували С. Андрєєв, М. Бруш, Ю. Глуховенко, В. Доманський, Л. Жукова,

О. Могильниченко, М. Стеблюк, Г. Федулов, В. Федоренко та ін. Визначено, що сутність управління в НС полягає у постійному, системному керівництві органу управління та керівника з ліквідації НС. Основними завданнями організації управління в надзвичайних ситуаціях є підтримання високого рівня морально-психологічного стану особового складу і постійної готовності до дій; завчасне планування діяльності сил; постійний моніторинг обстановки в районі НС; своєчасне прийняття рішень та доведення їх до підлеглих; забезпечення безперервної взаємодії; організований збір та евакуація населення із зони НС; підготовка сил і засобів до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, пов'язаних із ліквідацією НС; організація всебічного забезпечення сил і засобів; контроль за своєчасним виконанням заходів і завдань підлеглими та надання їм необхідної допомоги.

В цілому управлінське рішення є наслідком дослідження конкретної ситуації, аналізу існуючих даних, прогнозування можливого перебігу і розвитку подій, здійснення економічного обґрунтування вибору з наявних шляхів досягнення конкретної цілі. Ефективність реалізації будь-якого управлінського рішення включає економічний, організаційний, технологічний, соціальний та юридичний компоненти [2, 18].

Результати аналізу практичної діяльності органів державного управління у сфері цивільного захисту та аналіз наукових досліджень з означеної теми свідчать, що ефективність заходів щодо протидії НС не завжди відповідає вимогам сьогодення. Існують певні прогалини в організації оперативного реагування на НС, недоліки у прийнятті своєчасних рішень, а також у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, що свідчить про недостатній рівень організації державного управління у НС.

У своєму дослідженні О. Борис вказує на наявність певних проблем в організації управління в НС і виокремлює низку потенційних заходів щодо їхнього вирішення, а саме:

- формування інституту професійних керівників/менеджерів державного рівня із ліквідації НС та запровадження державної системи із організації підготовки, підвищення рівня спеціалізованих умінь та навичок відповідної категорії державних службовців;
- зміна існуючого в державі механізму із організації управління в НС із запровадженням в центральному органі виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, постійного штату такої категорії державних службовців для вирішення питань із ліквідації НС регіонального та державного рівня;
- запровадження заходів державного регулювання, спрямовані на законодавче унормування діяльності штабу із ліквідації НС;
- встановлення кваліфікаційних рамок для персоналу та співробітників штабу НС, зокрема – до фахівців органів виконавчої влади та місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій, вузькопрофільних фахівців та консультантів, які можуть бути задіяні в його діяльності;
- удосконалення системи організації управління в НС щодо реагування на НС із впровадженням горизонтального розподілу функцій органів управління і сил суб'єктів реагування в залежності від рівня НС: об'єктового, місцевого, регіонального та державного [3, 95–96].

На думку П. Волянського, «зменшення часу на розроблення, прийняття та реалізацію управлінських рішень, зростання невизначеності та ризику, необхідність залучення з резервів додаткових ресурсів, наявність різних режимів функціонування системи державного управління в умовах НС свідчать про те, що державне управління у цій сфері має певні особливості. Їх урахування в діяльності

органів державного управління в умовах НС різного характеру дасть можливість зменшити вірогідність прийняття неадекватних управлінських рішень, сприятиме економії ресурсів та часу на ліквідацію наслідків НС, зменшенню збитків» [4, 115].

Таким чином, організація управління в надзвичайних ситуаціях передбачає здійснення системних заходів з подальшою деталізацією питань в залежності від конкретних умов, що склалися в зоні НС. Подальшим напрямом наукових досліджень з означеної теми є дослідження еволюції принципів формування та прийняття управлінських рішень щодо НС.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Положення про єдину державну систему цивільного захисту. Постанова Кабінету Міністрів України від 09 січня 2014 р. № 11. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>

2. Белікова К., Кравченко Ю., Потеряйко С. Організація взаємодії між органами управління у надзвичайних ситуаціях: правовий, організаційний та економічний аспекти. Державне управління. № 4(6). Київ, 2020. С.6–29.

3. Борис О.П. Організація управління в надзвичайних ситуаціях: проблеми та шляхи їх вирішення. *Державне управління. Інвестиції: практика та досвід*. № 6. Київ, 2019. С.92–96.

4. Волянський П.Б. Алгоритмізація прийняття управлінських рішень в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру. *Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України*. Київ, 2015. С.112–116.

УДК 378.314.6:614.84(07)

#### ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

*Василь КРИШТАЛЬ, канд. техн. наук,  
Дмитро ФЕДОРЕНКО, канд. іст. наук, доц.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Професійна компетентність фахівця служби цивільного захисту охоплює професійні знання, уміння й навички, що передбачають виконання професійної діяльності на найвищому рівні (професійна теоретична, практична і психологічна готовність, уміння вирішувати професійні завдання; наявність «м'яких» умінь (англ. *soft skills*): комунікативні уміння і навички, критичність мислення, уміння рефлексувати, організаційно-лідерські якості тощо).

Метою дослідження є вивчення практичного досвіду підготовки майбутніх фахівців служби цивільного захисту та аналіз сучасних наукових джерел з метою окреслення особливостей професійної підготовки означених фахівців.

Відповідно до статті 110 Кодексу цивільного захисту [1] фахівці служби цивільного захисту (рятувальники) зобов'язані:

1) бути ініціативними, самовідданими та наполегливими під час виконання посадових обов'язків;

2) активно проводити аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи та вживати всіх необхідних заходів для рятування населення, надання йому домедичної та іншої допомоги, не допускати невиправданого ризику;

3) дотримуватися технології проведення невідкладних робіт;

4) проходити періодичну підготовку з питань надання домедичної допомоги постраждалим внаслідок надзвичайних ситуацій;

5) удосконалювати свої професійні здібності, постійно підтримувати свій фізичний стан на належному рівні тощо.

Підготовка майбутніх фахівців служби цивільного захисту до виконання вищезазначених зобов'язань повинна бути максимально якісною, враховуючи досвід іноземних колег і новітні досягнення в педагогіці, психології, соціології, технічних науках тощо.

Серед кола науковців існує думка, що «традиційна модель спрямована на засвоєння здобувачами певного алгоритму дій для виконання професійного завдання та ігнорує творчий потенціал здобувача. Реалії сьогодення засвідчують, що навички користування комп'ютерною технікою суттєво прискорюють та сприяють успішності виконання професійних завдань, розкривають творчий потенціал здобувача, відтак сучасна система професійної підготовки має спрямовуватись на підготовку фахівця, здатного до нестандартного мислення, творчої діяльності» [2]. Запровадження ІТ-технологій у навчально-виховний процес позитивно відображається на якості професійної підготовки майбутніх фахівців служби цивільного захисту.

У своїх працях М. Козяр та А. Литвин стверджують, що якість підготовки майбутніх фахівців у закладах вищої освіти ДСНС України підвищиться, якщо буде забезпечуватися ефективна профорієнтація та професійний відбір молоді на відповідні спеціальності; зміст професійної підготовки враховуватиме компетентнісний і міждисциплінарний підходи, а також загальнонаціональні і регіональні потреби служби, зумовлені станом безпеки місцевих об'єктів; поетапна технологія професійно-екстремальної підготовки забезпечуватиме мотивацію, активне включення у навчання, послідовне оволодіння сукупністю професійних завдань у різноманітних надзвичайних ситуаціях, вироблення професійно важливих якостей і становлення чіткої професійної позиції майбутніх фахівців. Професійно-екстремальна підготовка дасть змогу значно підвищити ефективність діяльності фахівців у екстремальних умовах, їхню професійну дієздатність, психологічну стійкість і надійність, забезпечить високий рівень індивідуальної та групової безпеки під час ліквідації причин і наслідків надзвичайних ситуацій [3, 207].

Важливою особливістю професійної підготовки означених фахівців є національно-патріотичне виховання, що має на меті сформувати почуття патріотизму, усвідомлення себе частиною українського народу і потребу служити на його благо, сумлінно виконувати свої громадянські обов'язки, виявляти повагу до рідної мови, культури, історії, звичаїв і традицій тощо.

У своєму дослідженні А. Майборода доводить необхідність формування акмеологічної компетентності у майбутніх фахівців цивільного захисту, що полягає у прогресивному розвитку особистості курсанта і викладача; вивченні та врахуванні умов навчально-виховної діяльності в контексті майбутньої професійної діяльності; спрямованості на розкриття, реалізацію особистісного потенціалу в процесі професійної підготовки та подальших етапів життя. Запропонована і науково обґрунтована дослідником технологія формування акмеологічної компетентності майбутніх фахівців цивільного захисту передбачає стимулювання до виявлення та реалізації означеними фахівцями мотивації досягнення «акме» у процесі фахової підготовки, динамічний розвиток особистісних і професійно важливих якостей, оволодіння акмеологічними знаннями; реалізація методів і прийомів, спрямованих на розвиток і відпрацювання акмеологічних умінь, навичок, досягнень майбутніх фахівців, сприяння саморозвитку і самовдосконаленню набутих якостей і умінь [4, 7].

Таким чином, професійна підготовка майбутніх фахівців служби цивільного захисту є запорукою ефективності діяльності органів і підрозділів ДСНС України. Особливостями такої підготовки є формування змісту професійної підготовки із урахуванням компетентнісного і міждисциплінарного підходів, формування акмеологічної компетентності, виховання патріотизму тощо.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 20.06.2013 р. №353-VII. URL : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/print14224607257120>.
2. Коваль М., Кусій М., Гіптерс З. Психолого-педагогічний аспект підготовки фахівців служби цивільного захисту у закладах вищої освіти із специфічними умовами навчання. URL : <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/8892/1-2019.pdf>
3. Козяр М.М., Литвин А.В. Особливості підготовки фахівців цивільного захисту до діяльності в надзвичайних ситуаціях. Вісник ЛДУ БЖД. №15. Львів, 2017. С. 199–208.
4. Майборода А.О. Формування акмеологічної компетентності майбутнього фахівця оперативно-рятувальної служби цивільного захисту у процесі професійної підготовки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04. Переяслав-Хмельницький, 2014. 22 с.

УДК 614.841

#### ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА ПОЖЕЖНИХ-РЯТУВАЛЬНИКІВ НА БАЗІ ТРЕНУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПУ

*Василь ЛУЩ, канд. техн. наук, доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Враховуючи аналіз статистичних даних пожеж та НС, які трапились в Україні за останні роки, можна стверджувати, що найбільша їх кількість виникає в житловому секторі, а основними причинами загибелі людей на пожежі є отруєння продуктами згорання. Одним з першочергових завдань пожежно-рятувальних підрозділів з прибуттям до місця виклику є максимально швидке проведення розвідки з метою виявлення та рятування людей із загазованого та задимленого середовища.

Під час гасіння пожеж та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій пожежні-рятувальники повинні бути у постійній фізичній та психологічній готовності. Це досягається щоденними тренуваннями, під час яких організм пожежного піддається значним фізичним навантаженням та психологічному стресу.

Наявні методи і засоби підготовки пожежних-рятувальників до роботи в задимленому та загазованому середовищі, яке моделюється на існуючих тренувальних комплексах (тепло-димокaмери), не відтворюють умов реальної пожежі, а застарілі сценарії тренувань дають змогу призвичаїтись пожежним до них, що ставить під сумнів ефективність аналізу таких тренувань.

Відповідно проведення тренувань пожежних-рятувальників повинні відбуватися в умовах максимально наближених до реальної пожежі, в першу чергу в загазованих та задимлених приміщеннях, де в якості задимлення застосовувалась (використовувалась) аерозольна складова летких продуктів згорання. Це

вимагатиме від пожежних-рятувальників відповідального ставлення до проведення тренувань.

Одним з шляхів вирішення проблеми практичної підготовки пожежних-рятувальників на основі закордонного досвіду є використання багатофункціональних тренажерів контейнерного типу (далі БФТКТ). Основним призначенням тренувального комплексу контейнерного типу є поєднання набутих теоретичних знань та подальшої практичної підготовки до виконання дій за призначенням, підготовка газодимозахисників та пожежних-рятувальників в цілому до проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.



**Рисунок 1 – Багатофункціональний тренажер контейнерного типу**

Враховуючи, що такі тренажери встановлені у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності та у Вінницькому вищому професійному училищі ЛУДУ БЖД, ЧПБ імені Героїв Чорнобиля та НУЦЗ України організація та проведення занять на таких тренажерах є актуальною практичною задачею як для науково-педагогічних працівників так і практичних працівників.

У 2019 році у ЛДУ БЖД була виконана науково-дослідна робота на тему: «Провести дослідження та розробити методику проведення занять на багатофункціональному тренажері (симуляторі) контейнерного типу». Метою даної роботи було дослідження сучасних методів та засобів підготовки пожежних-рятувальників на тренажерах (симуляторах) та обґрунтування конструкції і оснащення багатофункціонального тренажера (симулятора) контейнерного типу. На основі проведеного аналізу та досліджень розроблено методику проведення занять для виконання навчальних вправ особовим складом пожежно-рятувальних підрозділів під час виконання завдань за призначенням.

Дисципліни за якими здійснюється практична підготовка на БФТКТ:

1. Підготовка газодимозахисника.
2. Організація аварійно-рятувальних робіт.
3. Пожежна тактика.
4. Пожежно-рятувальна підготовка.

Розроблено базових 16 - вправ та описано методику їх проведення, дані вправи можуть виконуватись комплексно з іншими в залежності від поставлених цілей та задач.

Враховуючи зазначене, дослідження та розроблення нових методик проведення занять на багатофункціональному тренажері (симуляторі) контейнерного типу є актуальною задачею та потребує вирішення.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Про затвердження Методики розрахунку сил і засобів МНС України, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення:

Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 16.12.2011 року № 1341. *Офіційний вісник України*. 2012. №31. С. 30.

2. Луц В.І., Пархоменко Р.В. Луц І.В. Аналіз підготовки газодимозахисників ДСНС України та шляхи підвищення її ефективності. *Пожезна безпека: зб. наук. праць*. Львів: ЛДУ БЖД, 2017. №30. С. 114-125.

3. Науково-дослідна робота «Провести дослідження та розробити методику проведення занять на багатофункціональному тренажері (симуляторі) контейнерного типу» (№ держреєстрації 0119U000455). ЛДУ БЖД (протокол від 30.10. 2019 р. № 3), 2019, 105 с.

**УДК 378.147:614.84**

## **ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ**

*Лариса МАЛАДИКА, канд. пед. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Завдяки новим можливостям в освіті з кожним роком обсяг і структура знань змінюються і кількісно, і якісно. Умови сьогодення вимагають реформування освітніх процесів – нове покоління потребує розробки сучасних методів подачі знань, адаптованих до інформаційного суспільства.

Характерними ознаками інформаційного суспільства є формування єдиного інформаційно-комунікаційного простору держави як частини світового інформаційного простору; становлення і домінування у різних сферах діяльності інформаційних та телекомунікаційних технологій; створення і розвиток ринку інформації та знань; підвищення рівня освіти [1]. Якісна вища освіта на сучасному етапі – один із головних пріоритетів розвитку суспільства, яке потребує висококваліфікованих фахівців, котрі мають глибокі знання за фахом, здатні брати на себе відповідальність під час прийняття рішень, стимулювати в рамках своєї посади працю та соціальний розвиток колективу, і, що особливо важливо, готові до роботи в ринкових умовах [2]. Актуальними стають такі риси, як активність, ініціативність, самостійність, висока відповідальність спеціаліста, що неможливо без професійної компетентності на основі глибоких знань, які забезпечують мобільність і адаптивність до динамічних умов ринку праці. В зв'язку з цим надзвичайно гостро постає проблема методології підготовки фахівців з вищою освітою [3].

Необхідність підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців з пожежної безпеки обумовлена зокрема науково-технічним прогресом та попитом на ринку праці мобільних, висококваліфікованих, здатних до професійного саморозвитку фахівців [4,5]. На сучасному етапі перспективною є інтерактивна взаємодія викладача та курсанта за допомогою інформаційно-комунікаційних мереж.

Досвід активного впровадження в Черкаському інституті пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України елементів дистанційної освіти, забезпечення якості освітньої діяльності за таких умов свідчить про необхідність одночасного використання дидактико-технологічних і веб-технологічних парадигм.

Під час дистанційного навчання використовують наступні основні елементи: дистанційні курси, веб-сторінки та сайти, форуми, чати, електронну пошту, відеоконференції, віртуальні класні кімнати та ін. Цей процес не повинен

бути частковим та безсистемним. Викладання навчальної дисципліни має супроводжуватися автоматизацією методичного та навчального матеріалу. Ефект та якість будуть досягненні за умови застосування в кожному окремому випадку оптимального поєднання традиційних та інноваційних методик.

Методика підготовки передбачає реалізацію всіх форм навчальної діяльності, до яких належать: лекції у звичайному та on-line форматі, практичні та семінарські заняття, самостійна робота курсантів та студентів, практична підготовка у спеціально оснащених аудиторіях та лабораторіях, на полігонах, спеціально облаштованих тренувальних майданчиках та ін. Поряд з цим широко застосовують ресурси інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема презентації та відеоматеріали, роботу у віртуальних класах, використання інформаційно-довідникових систем, програмно-технічних засобів, моделювання, тестування тощо.

Модернізація та вдосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців ДСНС України на сучасному етапі потребує:

- подолання кризових явищ у системі освіти ЗВО ДСНС України;
- підвищення якості освітнього процесу на основі активного використання доступної структурованої інформації;
- підвищення ефективності освітнього процесу на основі реалізації принципів інтенсифікації та індивідуалізації;
- розробка сучасних засобів та технологій навчання, орієнтованих на випереджувальну освіту;
- підготовка учасників освітнього процесу до життєдіяльності в умовах інформаційного суспільства;
- підвищення професійної компетентності і конкурентноздатності майбутніх фахівців ДСНС України.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : збірник наукових праць. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2021. Вип. 62. 330 с.

2. Маладика Л. В. Інформаційно-телекомунікаційні технології в системі освіти ВНЗ МНС України / Л. В. Маладика // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол.: І. А. Зязюн та ін. – К., Вінниця : 2008. – Вип. 16. – С. 402–407.

3. Інноваційні педагогічні технології: Навчальний посібник. — К.: Академвидав, 2004. — 352 с.

4. Козяр М. М. Формування особистості професіонала у процесі оволодіння професійно-екстремальною діяльністю / Михайло Козяр // Психолого-педагогічні основи професійної адаптації майбутніх фахівців : монографія / за ред. Г. П. Васяновича. - Львів : СПОЛОМ, 2008. - С. 139-146.

5. Коваль М. С. Система професійної підготовки майбутніх працівників ДСНС України в інформаційно-освітньому середовищі закладу вищої освіти : монографія. Львів : ПАІС, 2019. - 544 с.

**УДК 378.22.091.2-057.875:614.84]-047.37**

## **ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

*Ігор НОЖКО, канд. пед. наук.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*



В умовах стрімкого розвитку інформаційного суспільства, випускники вищих технічних закладів освіти повинні вміти здійснювати аналіз, узагальнення і розробку стратегічно важливих проблем для забезпечення науково-технічного супроводу інноваційної економіки в Україні. У зв'язку з цим актуалізується потреба формування науково-дослідницької компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей як готовності та здатності до науково-дослідницької діяльності.

Орієнтація вітчизняної системи вищої освіти на компетентнісний підхід закріплена на законодавчому рівні Національною доктриною розвитку освіти, Національною стратегією розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, Законом України «Про вищу освіту» [1] та Законом України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [2]. З позицій означеного підходу основним результатом підготовки в законодавчих документах визначено формування компетентного спеціаліста, здатного використовувати здобуті знання в різних професійних ситуаціях. Також, слід зазначити, що підготовка компетентного інженера визнається метою вищої технічної освіти на рівні складників державних галузевих стандартів.

Актуальність порушеної проблеми, доцільність наукового висвітлення змісту дослідницької компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі їх професійної підготовки визначили мету нашої статті, яка полягає у визначенні науково обґрунтованих педагогічних умов та визначенні змісту, форм, методів і засобів формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі їх професійної підготовки.

Серед ключових дефініцій дослідження ми виокремлюємо поняття «науково-дослідницька діяльність», «освітнє середовище ЗВО», «науково-дослідницька компетентність».

У ході наукового пошуку з'ясовано, що дослідницька компетентність майбутніх фахівців технічних спеціальностей є інтегративною якістю особистості, що поєднує у собі знання, уміння, здатності до оволодіння сучасними технологіями проектування і організації наукового дослідження на основі комплексного підходу до розв'язання проблем професійної діяльності; сформованість особистісно значущих якостей фахівця; здатність до визначення мети, завдань, стратегії професійної діяльності; готовність використовувати результати наукових досліджень із метою забезпечення ефективності власної професійної діяльності; здатність до розв'язання професійних завдань шляхом розуміння фундаментальних основ діяльності інженера.

Для *діяльничого компонента* характерний комплекс дослідницьких умінь і навичок, основними з яких є володіння: навичками оцінки й контролю рівня пожежної безпеки об'єктів; методами вирішення завдань оптимізації конструкторських рішень; системою керування базами даних (MS ACCESS); навичками публічного мовлення і сучасними системами мультимедіа для представлення інформації; уміннями акцентовано формулювати думки в усній та письмовій формі; дотримання правил наукової етики; принципів і методики проектування [8;9].

В процесі дослідження з'ясовано, що ефективність дослідницької діяльності майбутніх фахівців технічних спеціальностей залежить від таких чинників: інформаційного наповнення змісту навчальних дисциплін; рівня складності дослідницьких завдань; урізноманітнення форм і методів позааудиторної роботи; забезпечення можливості проходження закордонної практики; урахування дослідницьких інтересів майбутніх інженерів; постійного оновлення бібліотечних фондів довідковою і науково-методичною літературою, методичними вказівками

щодо організації самостійної роботи студентів; розширення мережі електронних бібліотек (навчання із використанням електронного посібника (підручника); навчання із використанням електронної лекції, конспекту; навчання з використанням електронного навчально-методичного комплексу); пролонгованої дії контролю за виконанням науково-дослідницьких завдань[8].

Емпірична діагностика дозволила з'ясувати стартовий рівень дослідницької компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей, мотивацію їхньої діяльності, сформованість означених компонентів у їх виявах.

Визначальну роль у формуванні дослідницької компетентності майбутнього інженера, як показала практика, відіграють розрахункові роботи, що передбачені програмами практичних занять. При цьому умови навчальних задач переважно є результатами експериментальних досліджень, тому з метою формування дослідницької компетентності нема потреби в розробці принципово нових завдань, але дуже важливо організувати навчальну діяльність студента щодо розв'язання таких задач відповідно до логіки обробки й аналізу експериментальних даних.

У ході реалізації педагогічних умов та моделі формування дослідницької компетентності особлива увага зверталася на застосування інноваційних технологій навчання, створенню веб-портфоліо магістрів, наголошувалося на важливості процесу комунікації, оприлюдненні власних наукових розвідок в Інтернеті шляхом створення веб-сайтів, публікацій у збірниках матеріалів конференцій тощо; проведенню майстер-класів; залученню майбутніх магістрів до участі в міжвузівських, регіональних, всеукраїнських і міжнародних наукових заходах; активізовано роботу наукових семінарів кафедр.

Використання спеціальних рефлексивних вправ сприяло усвідомленню мотивів і потреб організації власної дослідницької діяльності; підвищенню здатності до самоорганізації навчальної і позанавчальної діяльності; формуванню адекватної самооцінки навчальних досягнень, наполегливості при розв'язанні дослідницьких завдань.

Здійснене дослідження не вичерпує усіх аспектів проблеми формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальних. Подальшого розроблення, зокрема, потребує порівняльно-педагогічний аналіз зарубіжного й вітчизняного досвіду підготовки фахівців технічних спеціальних.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

2. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. – К., 1991. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.

4. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: навчальний посібник / Зінаїда Іванівна Слєпкань. — К.: Вища школа, 2005. — 239 с.

5. Архипова М. В. Модель формування дослідницької компетентності майбутнього інженера педагога / М. В. Архипова // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. – 2010. – Вип. 76. – С. 93–96.

6. Ножко І. О. Науково-дослідна та дослідно-конструкторська робота курсантів як умова їхнього професійного становлення. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*. Серія: Педагогічні науки. 2017. № 1. Ч. II. С. 152–158.

7. Ножко І.О. Формування дослідницької компетентності майбутніх магістрів з пожежної безпеки у професійній підготовці. автореф. канд. пед. наук: 13.00.04/ І.О.Ножко.-Переяслав-Хмельницький, 2018-.20с.

УДК 378.635.5

## **ПОНЯТТЯ «НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ» У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

З метою оперування точнішим термінологічним набором ми проаналізували поняття «надзвичайної». Службові обов'язки рятувальників пов'язані саме з діяльністю у надзвичайних ситуаціях (далі – НС) – так ці умови визначають офіційні документи, котрими керується ДСНС України. Очевидно, що для розуміння тонкощів діяльності співробітників цієї служби і розкриття змісту небезпечних для людини умов необхідно детальніше зупинитися на цьому явищі.

Згідно з керівними документами ДСНС України, НС – це обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній, або на водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження, або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності [1, с. 3].

Спираючись на проаналізований керівний документ, під НС ми розуміємо зміну перш за все параметрів фізичного середовища і безпосереднього їх впливу на людину. Зауважимо, що з нашої точки зору, явище НС необхідно розуміти як широке, масштабне явище, що найчастіше загрожує не одній людині, а певній групі людей, причому передусім не їх психологічному комфорту, а самому процесу життєдіяльності або може привести до значних матеріальних збитків чи шкоди навколишньому середовищу. Ключовими поняттями в цьому порівнянні варто вважати поняття «група людей», «життєдіяльність», «значний».

Зважаючи на це, явища, що розглядаються, легко розділяти за масштабом, раптовістю, характером небезпеки, швидкістю розвитку чи іншими зовнішніми категоріями, але практично неможливо об'єктивно оцінити вплив кожної з них на конкретну особистість, проаналізувати величину зміни її психічного та фізичного стану під дією ситуації. Мова йде саме про суб'єктивне сприйняття людиною ситуації, що загрожує її життю чи здоров'ю: для неї такі обставини будуть просто небезпечними, а єдиним критерієм оцінювання може виступити хіба що масштаб цієї небезпеки – вона стосується фізичного чи психічного здоров'я чи власне життя. Саме величину наслідків і фізичну спрямованість характеру ситуації ми вважаємо одними з головних ознак, що відрізняють надзвичайну ситуацію від екстремальної.

Таким чином, НС описує події, що несуть в собі очевидну небезпеку для життя і здоров'я всіх людей, що опинились в епіцентрі її дії. Натомість екстремальна ситуація сприймається суб'єктивно, реакція на неї лежить у площині певних власних характеристик: психологічної і фізичної витривалості, життєвого

досвіду, особистого світогляду тощо. Якщо для однієї людини певні обставини є екстремальними, то для іншої вони можуть бути звичним середовищем існування.

Додамо, що стосовно умов професійної діяльності фахівців оперативно-рятувальної служби цивільного захисту мова може йти як про небезпечні для життєдіяльності умови, що мають по можливості попереджуватися або усуватися, так і про умови, котрі є складовою частиною цієї діяльності і небезпечний вплив яких не підлягає нейтралізації.

Зазначимо, що службова діяльність рятувальників, на нашу думку, може відноситися до кожного з описаних випадків. Ті обставини й наслідки пожежі, аварії чи стихійного лиха, негативні фактори яких можливо ліквідувати при наявних силах і засобах, безперечно мають усуватися. З іншого боку, розраховувати, що оперативно-рятувальні підрозділи в змозі повністю нейтралізувати усі обставини НС, які створюють небезпеку для людей та заважають виконанню професійних обов'язків, неможливо з причини масштабності та різноманітності цих обставин. Останні таким чином можна назвати власне умовами професійної діяльності рятувальників, оскільки вони, хоча і вимагають втручання і усунення, супроводжують її.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403. – К., 2012.

УДК 378.635.5

### СТРУКТУРА УПРАВЛІНСЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ РЯТУВАЛЬНИКІВ

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Теоретичний аналіз наукових підходів до тлумачення поняття «управлінська компетентність» засвідчив складність та багатогранність цього феномену. Для більш глибокого розуміння його сутності виникає необхідність вивчення структурних компонентів досліджуваної компетентності.

Згідно з О. М. Борисюк, компетентність містить у собі, крім суто професійних знань, умінь і навичок, такі якості, як самоефективність, ініціатива, співробітництво, здатність працювати в групі, комунікативні здатності [1, с. 36]. До видів професійної компетентності майбутнього офіцера поліції дослідниця відносить: особистісно-індивідуальну, пізнавальну, психолого-педагогічну та управлінську компетентність. Для того, щоб курсант у майбутньому став успішним професіоналом, у нього має бути сформований високий рівень управлінської компетентності для забезпечення готовності ефективно здійснювати управлінську діяльність, тому цей вид автор називає фундаментальною складовою професійної компетентності [1, с. 45-46].

Нам імпонує наукова позиція сучасних дослідників освітніх систем, які працювали над створенням моделі професійного портрету спеціаліста. Важливим елементом управління якістю освіти вони називають вимоги усіх зацікавлених сторін, в тому числі і працедавців, до рівня підготовки спеціалістів у вишах. Ці вимоги є набором професійних характеристик, котрими повинен володіти спеціаліст в області своєї професійної діяльності, щоб найбільш точно відповідати

спеціальності і успішно виконувати професійні обов'язки [4, с. 48]. Автори розділяють згадані характеристики на дві групи:

1) професійні знання, уміння та навички, які безпосередньо характеризують спеціаліста в професійній області;

2) особистісні якості, які характеризують спеціаліста як особистість (особистісно-психологічні характеристики – моральні, ділові і психологічні якості, необхідні для заняття певним видом діяльності; характеристики здоров'я і фізичної підготовки, культурного розвитку) [4, с. 48].

Таким чином, вчені, визнаючи роль знань, умінь та навичок, фактично виходять за рамки необхідності для професіонала тільки їх, стверджуючи важливість не тільки теоретичної і практичної підготовки, а й відповідності професійної діяльності психологічних характеристик, моральних, фізичних якостей, з чим ми цілком погоджуємося.

Г. В. Нікітовська розділяє складові управлінської компетентності майбутнього педагога на особистісні і професійні. Згідно з дослідницею, особистісна складова передбачає наявність розвинених управлінських якостей особистості і включає в себе: мотиваційно-ціннісний, емоційно-вольовий та рефлексивний компоненти. Професійна складова розглядається автором в якості системи знань, прагнень, готовності і здібностей виконувати функції педагогічного управління, які мають постійно збагачуватися, і включає когнітивний, операційно-технологічний і поведінковий компоненти.

Учена обґрунтовує такий розподіл управлінської компетентності тим, що загальна оцінка успішності професійної діяльності обов'язково повинна враховувати, як зовнішній критерій, так і внутрішній [3, с. 54-55].

Т. М. Мацевко вважає основними у структурі управлінської компетентності майбутніх магістрів військового профілю такі компоненти: мотиваційний (потреби кар'єрного зростання, бажанням самоствердження); емоційно-вольовий (гнучкість, врівноваженість, стійкість, терпеливість, надійність, твердість у реалізації управлінських функцій, дотримання моральних принципів при ухваленні рішень, адаптивність особистості до умов управлінської діяльності); когнітивний (загально-управлінські знання; психолого-педагогічні знання; військово-управлінські знання та знання вимог управлінської діяльності на оперативно-тактичному рівні та засвоєння її досвіду); операційно-діяльнісний (володіння способами, прийомами, вміннями щодо процесу аналізу, синтезу, узагальнення і порівняння отриманої управлінської інформації; володіння управлінськими уміннями і навичками); особистісний (самооцінка, прийняття відповідальності за результат своєї управлінської діяльності) [2].

Таким чином, аналіз літератури психологічного спрямування продемонстрував, що більшість дослідників серед компонентів управлінської компетентності виділяє мотиваційний, емоційно-вольовий, когнітивний, діяльнісний та рефлексивний.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Борисюк О. М. Психологічні особливості розвитку управлінської компетентності у майбутніх офіцерів Національної поліції України: дис. на здобуття наук. ст. канд. психол. наук: спец. 19.00.09 – психологія діяльності в особливих умовах / О. М. Борисюк. – Національний університет цивільного захисту України. – Х., 2017. – 314 с.

2. Мацевко Т. М. Психологічні особливості розвитку управлінської компетентності майбутніх магістрів військового профілю: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.09 – психологія діяльності в особливих умовах / Т. М. Мацевко. – Національна академія оборони України. – К. : [б. в.], 2007. – 225 с.

3. Нікітовська Г. В. Управлінська компетентність як складова частина професійної компетентності майбутнього вчителя // *Фундаментальні та прикладні науки сьогодні: Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції 30-31 жовтня 2017 року.* – North Charleston, USA, 2017. – Том 2. – С. 53-55. – 175 с.

4. Щеглов П. Є. Професійний портрет фахівця в системі управління якістю освіти в ВНЗ / П. Є. Щеглов, Н. Ш. Нікітіна // *Університетське управління: практика та аналіз.* – 2004. – № 1. – С. 48-56.

УДК 378.22.091.2-057.875:614.84]-047.37

### **ЦІНІСНО-МОТИВАЦІЙНИЙ КОМПОНЕНТ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ**

*Микола ПЕЛИПЕНКО, канд. пед. наук,  
Ігор НОЖКО, канд. пед. наук, Денис ЛАГНО,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Проаналізувавши різні підходи до визначення структурних компонентів дослідницької компетентності майбутніх рятувальників, ми виокремили ціннісно-мотиваційний (на ньому зупинимося детальніше), діяльнісний та когнітивний.

Дослідницька компетентність майбутніх фахівців із пожежної безпеки передбачає не стільки знання про засоби діяльності фахівців цивільного захисту, скільки володіння цими засобами. При цьому система знань, умінь і навичок носить особистісний характер. Майбутній рятувальник має бути готовий відповісти на питання: «Чому дослідницька компетентність є для нього цінністю і чим обумовлена її реальна затребуваність в його майбутній професійній діяльності?».

Аналіз практики професійної діяльності фахівців із пожежної безпеки, дослідження науковців дають підстави стверджувати, що важливим компонентом успішної професійної діяльності є особистісні якості і риси фахівця, що мають відповідати загальноприйнятим цінностям, які відображені у Кодексі цивільного захисту. Важливість ціннісно-мотиваційної сфери в професійному становленні майбутнього фахівця доводилася в дослідженнях багатьох науковців. Ціннісні орієнтації являють собою той складник професійної діяльності фахівця із пожежної безпеки, котрий визначає його поведінку та ставлення до оточуючих.

Цінності є своєрідним орієнтиром руху особистості та соціуму; у своїй поведінці, прийнятті рішень та судженнях людина керується тими чи іншими цінностями, найважливіші з яких (для індивіда) визначають його «систему координат» – систему ціннісних орієнтацій [3, с. 188].

Будь-яка цінність, на переконання Ю. Шайгородського, може бути віднесена або (переважно) до групи альтруїстичних, або ж егоцентричних. Крім того, будь-яка цінність може, залежно від потреб людини, позначатися як на об'єктних (предметних), так і на суб'єктних (комунікативних) відносинах. Погоджуємося, що чітку межу між цими системами ціннісних орієнтацій провести досить складно. Цінність (спрямована «на себе») може задовольняти як інтереси особистості, так й інтереси інших людей і суспільства в цілому. Відтак вважаємо за доцільне розподіляти цінності за їх переважним спрямуванням на альтруїстичні та егоцентричні [7, с. 99].

Цінною у розрізі нашого дослідження є думка сучасної дослідниці О. Прохорової, яка писала, що «урахування мотиваційного компоненту у навчанні магістрів, забезпечить формування знань про науково-дослідну діяльність та розвиток потреб до науково-дослідної діяльності на етапі попереднього ознайомлення з програмою». Погоджуємося, що у майбутніх рятувальників «з'явиться необхідність постійного розвитку особистісно-професійних якостей, що забезпечить активізацію дослідницьких знань, умінь і здатностей» [4, с. 131].

Авторка справедливо зауважує, що мотиваційно-ціннісний компонент відображає ціннісні орієнтації особистості, прагнення до самовдосконалення, позитивну установку на різні види соціально значущої активності, потреби самоактуалізації, самоствердження, самовираження, саморозвитку. Поеднує в собі професійні ціннісні орієнтації, стійкі мотиви та установки на професійне самовдосконалення, формування світогляду та мотивації [4, с. 130].

М. Євтух, Л. Борисенко переконані, що мотиваційно-ціннісний компонент охоплює науково-пізнавальні потреби та мотиви студентів; ціннісне ставлення студентів до науково-дослідницької діяльності; спрямованість на науковий пошук та виконання дослідницьких завдань [1, с. 80].

І. Коваль, досліджуючи особливості формування професійної готовності майбутніх рятувальників до діяльності в екстремальних умовах, наголошує на тому, що пусковим механізмом фахової діяльності майбутнього рятувальника виступає мотиваційно-ціннісний компонент, який сприяє необхідному рівню активності фахівця, контролює зміст активності майбутнього рятувальника та зокрема використання ним засобів при виконанні функціональних обов'язків для досягнення продуктивного кінцевого результату [2, с. 95].

Особливості соціально-економічної ситуації в країні впливають на життєві та професійні цінності курсантів. Ціннісні орієнтації визначаються схильністю надавати перевагу одним цінностям над іншими в різних ситуаціях (життєвих, навчальних, професійних тощо); способом диференціації особистісних об'єктів і явищ за їх значущістю [5, с. 145], які є основою регуляції професійної діяльності, поведінки, прийняття рішень в різних ситуаціях. Опираючись на подібний підхід, І. Коваль аналізує процес формування професійної готовності майбутнього рятувальника до діяльності в екстремальних умовах через детермінацію ціннісного ставлення до професійних ролей, позицій, змісту та результатів фахової діяльності [2, с. 49-50].

Мотиваційно-ціннісний компонент дослідницької компетентності характеризується усвідомленням особистісної та суспільної значущості науково-педагогічних досліджень у професійній діяльності; стійким пізнавальним інтересом до науково-педагогічних досліджень; потребою в розвитку дослідницьких умінь; орієнтацією на досягнення високих результатів науково-дослідної роботи [6, с. 40].

Таким чином, у контексті нашого дослідження ціннісно-мотиваційний компонент дослідницької компетентності майбутніх фахівців з пожежної безпеки ЗВО ДСНС України визначається ступенем розвитку наукового мислення й свідчить про їх ставлення до дослідницької діяльності, засвоєння фахових цінностей, потреб і мотивів дослідницької діяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Євтух М. Б., Борисенко Л. Л. Модель системи формування науково-дослідницької компетентності у студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів // *Духовність особистості: методологія, теорія і практика.* – 2015. – № 1 (64). – С. 74-98.

2. Коваль І. С. Формування професійної готовності майбутніх рятувальників до діяльності в екстремальних умовах : дис. ... к. пед. наук. – Львів, 2017. – 304 с.
3. Нікора А. О. Теорія аксіологічного підходу в освіті та практика його реалізації в процесі предметно-методичної підготовки майбутнього вчителя-суспільствознавця // Науковий вісник МНУ ім. В. О. Сухомлинського. – 2015. – № (48). Педагогічні науки. – С. 221-226.
4. Прохорова О. В. Особливості науково-дослідної компетентності магістрантів педуніверситетів // Наука і освіта. – 2012. – № 8. – С. 130-132.
5. Психологія особистості: Словник-довідник / За ред. П. П. Горностая, Т. М. Титаренко. – К.: Рута, 2001. – 320 с.
6. Сисоева С., Козак Л. Дослідницька компетентність викладача вищої школи: програма розвитку // Неперервна професійна освіта: теорія і практика. – 2016. – Вип. 1-2. – С. 39-44.
7. Шайгородський Ю. Ціннісні орієнтації особистості: формалізована модель цілісного, багатоаспектного аналізу // Соціальна психологія. – 2010. – № 1 (39). – С. 94-106.

УДК 355.232:614.8](73:477)

## **ПРОФЕСІЙНЕ НАВЧАННЯ ПРАЦІВНИКІВ З УРЕГУЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У США**

*Віктор ПОКАЛЮК, канд. пед. наук, доцент, Віталій НІМЕЦЬ,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Водночас з підготовкою на національному чи федеральному рівні (Покалюк, 2020) здійснюється підготовка і професійний розвиток працівників оперативнорятувальних служб на регіональному рівні, тобто на рівні штату. Кожен штат має відповідну службу, що відповідає за урегулювання НС і за підготовку своїх співробітників. Для того, щоб уявити, як діє регіональна система підготовки рятувальників, розглянемо її на прикладі штату Вірджинія. Відповідальним органом за управління в НС є Департамент з управління в НС штату Вірджинія (VDEM – Virginia Department of Emergency Management). До нього входять Центр з надзвичайних ситуацій штату Вірджинія (VEOC – Virginia Emergency Operations Center), Команда підтримки (VEST – Virginia Emergency Support Team) і Центр екстреної підтримки країн Співдружності (ESF – Commonwealth's Emergency Support Functions).

Штат VEST налічує понад 300 зареєстрованих членів. Крім того, VEST залучає співробітників з понад 40 державних агенцій, десятків неурядових організацій та компаній приватного сектору, таких як Verizon і Dominion. Під час стаціонарних операцій для працівників VEST майже щотижня проводиться навчання з різних тем управління в НС на робочому місці. Для нових співробітників VEST також проводить денне навчання на постійній основі.

VEST має спеціальний відділ, який займається плануванням навчання своїх працівників та пропонує їм освітні можливості для підвищення своєї кваліфікації та подальшого професійного розвитку, – Відділ вправ Підрозділу навчання, освіти та вправ (Exercise Branch of the Training, Education and Exercise Division). Основне завдання Відділу полягає в наданні допомоги місцевим та державним урядовим установам (у тому числі й приватному сектору та некомерційним партнерам) у розробленні, плануванні, проведенні, оцінці та вдосконаленні заходів з планування.



Навчальна програма або «Програма вправ» (Exercise Program) відповідає методиці HSEEP (Homeland Security Exercise and Evaluation – «Вправи й оцінювання внутрішньої безпеки»). HSEEP – це методологія навчання, що базується на розвитку можливостей, розроблена для створення самодостатньої програми вправ і забезпечення стандартів розроблення, розвитку, проведення та оцінки вправ усіх видів та обсягів у галузі внутрішньої безпеки (FAQ, 2020).

Відділ вправ надає щорічну регіональну та технічну допомогу кожному з семи регіонів штату (VDEM – Virginia Department of Emergency Management), проводить щорічні навчання для команди з питань НС в штаті Вірджинія (VEST – Virginia Emergency Support Team), щорічне навчання із забезпечення атомної безпеки, у тому числі й навчання працівників офісу губернатора.

Департамент з управління в НС штату Вірджинія VDEM (Virginia Department of Emergency Management) працює з місцевими урядовими, державними та федеральними закладами та волонтерськими організаціями, забезпечуючи ресурси та експертизу в контексті 5 основних принципів управління в НС: запобігання, захисту, пом'якшення наслідків, відповіді (реагування), відновлення (Agency, 2020).

VDEM відкрив регіональні офіси в кожному з семи діючих регіонів у 2017 р. Кожен офіс очолює головний регіональний координатор. Команду професійних менеджерів з НС було створено для забезпечення швидкого, мобільного та інтегрованого підходу до НС, спільних дій з місцевими партнерами під час реагування та відновлення від різних катастроф і лих. До своєї реорганізації менше 10 % співробітників VDEM перебували за межами м. Річмонд. Нині понад 25% персоналу перебуває по всій території штату. Збільшення регіонального потенціалу департаменту дало можливість VDEM краще підтримувати місцеві та регіональні операції планування, реагування та відновлення (Agency, 2020).

Іншою можливістю здобути необхідні знання у галузі урегулювання НС та розвинути практичні навички є *самоосвіта*. Звичайно, найпопулярнішим форматом інформальної освіти є онлайн навчання.

Цікаво, що навчатися на курсах ЕМІ можуть не лише працівники Федеральної агенції з управління в НС FEMA, а й усі бажаючі, хто відповідає критеріям відбору та виконав усі передумови, визначені для кожного окремого навчального курсу (ISP Courses, 2020). Наприклад, для курсів, що висвітлюють основні принципи діяльності оперативно-рятувальних служб (запобігання, захист, пом'якшення наслідків, відповідь (реагування), відновлення після НС) цільовою аудиторією слухачів є керівники уряду, керівники приватного сектору, голови неурядових організацій та практики з управління в НС, а саме: обрані чи призначені керівники федеральних департаментів і відомств, губернатори штатів, мери, чиновники міських і територіальних органів – ті, хто несе безпосередню відповідальність за забезпечення ефективного захисту населення країни.

Зазначимо, що запис на навчальні курси ЕМІ відкритий для громадян США. Правда, останнім часом навчання стало доступним і для іноземців, хоча набір іноземних студентів є обмеженим. Ще однією характерною рисою навчальних курсів ЕМІ є їх затребуваність. Інститут оперативно реагує на виклики часу й розробляє відповідні навчальні курси. Аналіз анотацій навчальних курсів, що представлені на сайті ЕМІ (ISP Courses, 2020) свідчить, що їх насправді розроблено на потребу дня. Так, у 2020 р. у зв'язку з пандемією COVID-19 Інститут пропонує навчальний курс, присвячений медичним і соціальним послугам в нових умовах.

Зазначимо, що Інститут з управління в НС ЕМІ також пропонує серію винятково для професійного розвитку фахівців з управління в НС, яка так і називається «*Професійний розвиток*» (PDS – Professional Development Series). Серія включає 7 навчальних курсів для онлайн навчання, які дають учасникам

знання з фундаментальних засад діяльності професіоналів з НС. Багато працівників обирають цю серію як основу для розвитку своєї кар'єри. Загальний обсяг усіх навчальних курсів цієї серії становить 33 години. Після успішного завершення всіх 7 курсів PDS в якості самоосвіти, слухачу електронною поштою надсилається сертифікат PDS на вказану електронну адресу.

Крім описаної вище базової серії, Інститут FEMA пропонує також *професійну серію просунутого рівня (APS – Advanced Professional Series)*, мета якої – розвинути практичні навички «як діяти» у НС. Нова серія акцентує увагу на прикладних знаннях, розвитку навичок діяльності в аварійних ситуаціях, а також навичок управління та координації професійним розвитком оперативно-рятувальних працівників. Загалом, програма APS складається з 5 обов'язкових курсів і 5 курсів за вибором, що обираються слухачами з 16 запропонованих.

Аналіз викладеного дає підстави для висновку, що підготовка і професійний розвиток працівників оперативно-рятувальних служб у США є комплексними, диверсифікованими, структурованими за рівнями. Відмітною їх рисою є мобільність навчальних програм і курсів, що оперативно змінюються на потребу дня; інтерактивність; інтегративність та узгодженість з іншими курсами; послідовність і наступність; можливість побудувати індивідуальну освітню траєкторію навчання упродовж життя.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Покалюк, В. М. (2020). Особливості підготовки рятувальників в США. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2020. – С. 202-203.

2. FAQ – Frequently Asked Questions. (2020). *Virginia Department of Emergency Management*. URL: <https://www.vaemergency.gov/agency/training/inning-faqs/>

3. Agency. (2020). *Virginia Department of Emergency Management: official site* URL: <https://www.vaemergency.gov/agency/>

4. VLC – Virginia Learning Center. (2020). URL: <https://covlc.virginia.gov/>

5. ISP Courses. (2020). Independent Study. Emergency Management Institute of Federal Emergency Management Agency. URL: <https://training.fema.gov/is/crslist.aspx>

УДК 614.841

#### КОНЦЕПЦІЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

*Марина СЕРДЮК, Владислав ДЕНДАРЕНКО, канд. техн. наук, доцент,  
Станіслав ЩПЕЦЬ, канд. техн. наук, доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Основними цілями ризикорієнтованого підходу в пожежній безпеці є розробка методів оцінки ризику виникнення небажаних небезпечних подій на

об'єктах з високим ступенем ризику та управління ризиками. Зокрема це промислові підприємства, об'єкти з масовим перебуванням людей (школи, торгово-розважальні центри). Ефективність ризикорієнтованого підходу в пожежній безпеці можемо спостерігати на прикладі США та Європейських країн. Широке використання ризикорієнтованого підходу в пожежній безпеці зумовлено такими основними перевагами:

1. Виявлення об'єктів зі значним ризиком для життя і здоров'я людей, навколишнього природного середовища а також майна дасть змогу сконцентрувати увагу наглядових органів на такі об'єкти для посилення контролю за станом пожежної безпеки на них;

2. Оцінка потенційних загроз, які пов'язані з діяльністю об'єктів, що дасть змогу керувати ризиками. [2]

Метою концепції є зменшення кількості надзвичайних ситуацій, пожеж, аварій, а також пов'язаних з ними загроз здоров'ю та життю людей, згубного впливу на навколишнє природне середовище і матеріальні збитки. [3] Суттєвим кроком в оцінці ризику стала Постанова КМУ від 5 вересня 2018 року № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій» [1], а також реформа Державної служби України з надзвичайних ситуацій відповідно до якої планується запровадження європейських стандартів, за допомогою яких буде можливість оцінювати ризики пожежної та техногенної безпеки. Всі фінансові питання мають бути вирішені в рамках державних та місцевих бюджетів, у межах погоджених видатків.

Реформа ДСНС України в 2021 році полягала у тому, що всі підприємства мають бути поділені згідно груп ризику (критерії ризику визначені Постановою 715 від 05.09.2018 року). Також суттєвим внеском у підвищення стану пожежної безпеки об'єктів стало підвищення штрафів за порушення вимог пожежної безпеки та не виконання пунктів припису.

Наступним суттєвим кроком в розвитку ризикорієнтованого підходу в пожежній безпеці є реформа Державної служби України з надзвичайних ситуацій запланована на 2022 рік. ДСНС України з початку року повинна повністю перейти на ризик орієнтований підхід. Це призведе до того, що кожен суб'єкт отримує певну категорію пожежного ризику, саме від цієї категорії залежить частота перевірок. Власне кажучи, саме таку інформацію надає влада України в законі про пожежний нагляд. Якщо говорити про принципові зміни, щодо діючих правил, то категорія ризику буде присвоюється в індивідуальному порядку. Раніше використовувалися групи, які були близькі за видом діяльності.

Наприклад, всі лікарні і школи, кінотеатри автоматично мали одну групу ризику, але тепер у них у всіх будуть власні показники, засновані на декількох факторах, в тому числі буде враховуватися і протипожежний стан кожного об'єкта, а також сумлінність тих людей, які ведуть його управління, так постановляють останні новини про реорганізацію ДСНС України в 2022 році.

Категорію ризику є можливість згодом змінити, причому її можна буде як підвищити, так і знизити, і від цього буде змінюватися періодичність планових перевірок.

По запиті «реформа ДСНС України 2022 останні новини» стало відомо, що влада передбачає шість категорій ризику, і об'єкти надзвичайно високої категорії будуть перевірятися не рідше одного разу на рік, далі на спадання, і об'єкти з останньої групи перевіряються раз на шість років – це категорії низького ризику, яка за законодавством не вимагає ніяких перевірок. [4]

Такий підхід дасть змогу в індивідуальному порядку впливати на об'єкти. Керівники суб'єктів господарювання зможуть, покращивши стан пожежної безпеки об'єкту, знизити категорію ризику і як наслідок зменшити кількість планових перевірок.

Отже, за ризикорієнтованим підходом знаходиться майбутнє пожежної безпеки. Забезпечення керівником суб'єкту господарювання пожежної безпеки на власному підприємстві повинно стати не лише вимогою держави, а власною ціллю. Саме за таких обставин зменшиться кількість надзвичайних подій на об'єктах і як наслідок будуть забезпечені безпечні умови праці та відпочинку для населення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ від 5 вересня 2018 року № 715 «Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій». Пункт 5 [ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF#Text>;
2. Ризик-орієнтований підхід у системі оцінювання пожежної безпеки / Борис О.П. / Журнал «Інвестиції: практика та досвід» - 2018. - №22. – С. 137-140
3. Стаття «пожежна безпека забезпечуватиметься на основі ризик-орієнтованого підходу». Інформаційне бюро “сек’юриті юей” м. Київ. Режим доступу: <http://www.security-ua.com/statti/suspilstvo/item/442-pozhezhna-bezpeka-zabezpechuvatymetsia-na-osnovi-ryzykorieientovanoho-pidkhodu>;
4. «Накази ДСНС України за 2022 рік». Інтернет ресурс: <https://ukrainatoday.com.ua/nakazi-dsns-ukra%D1%97ni/>.

**УДК 519.688; 519.684; 519.67; 681.323**

#### ЯК ПРАЦЮЄ НЕЙРОННА МЕРЕЖА

*О. СТОРОЖЕНКО, Ігор ЧАСТОКОЛЕНКО, канд. фіз.-мат. наук, доцент,  
Артем МАРЧЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Нейронна мережа – це послідовність нейронів, з'єднаних між собою синапсами. Структура нейронної мережі прийшла у світ програмування прямо з біології. Завдяки такій структурі машина знаходить здатність аналізувати і навіть запам'ятовувати різну інформацію.

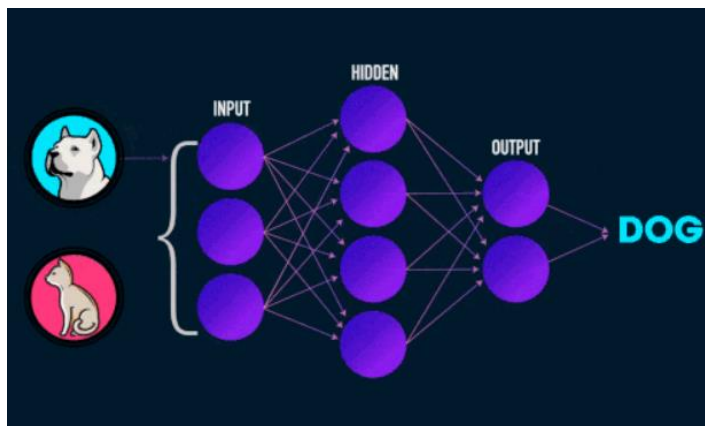
Штучні нейронні мережі (ШНМ, англ. artificial neural networks, ANN), або конективістські системи (англ. connectionist systems) – це обчислювальні системи, натхнені біологічними нейронними мережами, що складають мозок тварин. Такі системи навчаються задач (поступально покращують свою продуктивність на них), розглядаючи приклади, загалом без спеціального програмування під задачу.

Штучний інтелект – здатність інженерної системи (англ. engineered system) обробляти, застосовувати та вдосконалювати здобуті знання та вміння.

Штучна нейронна мережа – зазвичай навчається з учителем. Це означає наявність навчального набору (датасету), який містить приклади з істинними значеннями: тегами, класами, показниками.

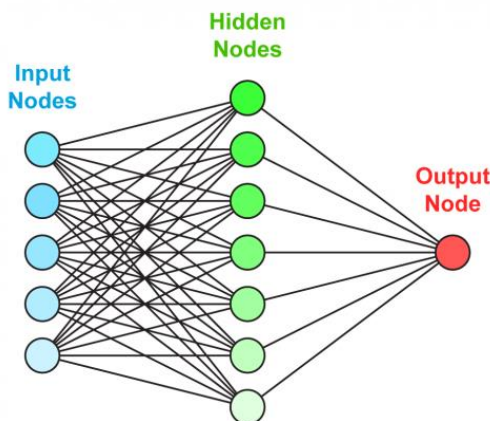
Наприклад, якщо ви хочете створити нейромережу для оцінки тональності тексту, датасет буде список пропозицій з відповідними кожному емоційними

оцінками. Тональність тексту визначають ознаки (слова, фрази, структура речення), які надають негативного або позитивного забарвлення. Вага ознак у підсумковій оцінці тональності тексту (позитивний, негативний, нейтральний) залежить від математичної функції, яка обчислюється під час навчання нейронної мережі. Раніше люди генерували ознаки вручну. Чим більше ознак і точніше підібрані ваги, тим точніше відповідь. Нейронна мережа автоматизувала цей процес.



Штучна нейронна мережа складається з трьох компонентів: вхідний шар, приховані (обчислювальні) шари, вихідний шар. Під час прямого поширення помилки робиться прогноз відповіді. При зворотному поширенні помилка між фактичною відповіддю та передбаченим мінімізується.[1]

За допомогою штучних нейронних мереж можна вирішувати завдання з різноманітних областей, а саме: розпізнавання та доповнення образів, розпізнавання мовлення, асоціативний пошук, абстрагування, класифікація, прогнозування, оптимізація, складання розкладів, діагностика, обробка сигналів, управління процесами, сегментація сигналів та даних, моделювання складних процесів, стиснення інформації, машинний зір. Основна перевага штучних нейронних мереж полягає в тому, що вони будують модель на основі пред'явленої інформації, тобто не потребують заздалегідь відомої моделі. Саме з цієї причини штучні нейронні мережі широко застосовуються в тих області людської діяльності, де є завдання, що погано алгоритмізуються.



Наприклад:

- Введення та обробка інформації: розпізнавання рукописних текстів, відсканованих, поштових, платіжних, фінансових та бухгалтерських документів.
- Економічна галузь: прогнозування різних економічних тимчасових рядів (курси валют, ціни, обсяги виробництва та продажу), автоматична торгівля на різних

видах бірж, оцінка ризиків у банківській сфері, передбачення фінансового стану комерційних організацій, безпека платіжних транзакцій тощо.

- Авіація: розпізнавання сигналів радарів, навчання автопілотів, безпілотні літальні апарати, адаптивне пілотування несправного літального апарату тощо.
- Робототехніка: розпізнавання роботом сцени, об'єктів та перешкод, планування маршруту руху, керування маніпуляторами, підтримання рівноваги.
- Геологорозвідка: пошук корисних копалин, аналіз сейсмічних даних, оцінка ресурсів родовищ.[2]

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стаття з блогу <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>
2. Цауніт, А. Н. Перспективи розвитку та застосування нейронних мереж / А. Н. Цауніт. – Текст: безпосередній // Молодий учений. – 2021. – № 23 (365). – С. 114–117

УДК 37:378.147

#### МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НАВЧАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ІЗ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА»

*Надія ФЕРЕНЦ, канд. техн. наук, доцент,*

*Сергій ВОВК, канд. техн. наук, доцент,*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Розвиток інформаційно-технологічної культури здобувачів із спеціальності «Пожежна безпека» залежить від інформаційно-методичного забезпечення навчального процесу. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у систему вищої освіти передбачає використання новітніх форм і методів представлення навчального матеріалу. Доведено, що статичне представлення інформації (плакати, схеми, дошка, крейда) засвоюється повільніше, ніж візуалізований матеріал, представлений на екрані комп'ютера чи інтерактивній дошці.

Матеріал лекцій для здобувачів із спеціальності «Пожежна безпека» повинен бути професійно й грамотно оформленим, логічно-послідовним, інформаційним, містити вимоги нормативних документів, які необхідні у професійній діяльності. Водночас він повинен відповідати класичним дидактичним і методичним принципам, таким як:

- науковість – мати достатню глибину, коректність і достовірність навчального матеріалу;
- доступність – теоретична складність та глибина вивчення навчального матеріалу повинна відповідати індивідуальним особливостям курсантів;
- наочність – залучення всіх органів чуття до сприйняття матеріалу;
- систематичність та послідовність – системне і послідовне засвоєння здобувачами певного обсягу знань.

З метою розвитку інформаційно-технологічної культури фахівців з пожежної безпеки в Львівському державному університеті життєдіяльності створено комплекс інформаційно-методичного забезпечення навчальних дисциплін в електронній формі, яке містить силабуси, курси лекцій, методичні

розробки, тести для перевірки знань тощо. Таке віртуальне інформаційне навчальне середовище створює активну педагогічну взаємодію між викладачем і здобувачем, сприяє активізації інформаційної діяльності здобувачів, розвитку їх творчого потенціалу, розширенню і поглибленню предметних та професійних знань, умінь і навичок, їх інформаційно-технологічної культури.

Інформаційно-методичні джерела навчальних дисциплін в електронній формі мають ряд особливостей, зокрема, таких як:

- актуалізація – можливість вчасного редагування, оновлення навчально-методичного матеріалу з введенням в дію нових стандартів, нормативних актів тощо;
- адаптація – здатність враховувати індивідуальні можливості й потреби здобувача, різні рівні складності контролюючих завдань;
- візуалізація – використання анімацій, аудіо- і відеозаписів;
- ефективність – зберігання, швидкий пошук [1].

Перспективним є застосування у навчальному процесі при читанні професійно-орієнтованих дисциплін мультимедійних засобів навчання.

Відомо, що мультимедія (з лат. *multum* – багато та англ. *medium* – засіб, спосіб) – інформаційна технологія, яка поєднує в одному програмному продукті різноманітні види інформації: тексти, ілюстрації, аудіо- і відеоінформацію. А мультимедійні – це такі технології, які дають змогу за допомогою комп'ютера інтегрувати, обробляти й водночас відтворювати різноманітні типи сигналів, різні середовища, засоби і способи обміну інформацією [2].

Для мультимедійної інформації характерна чіткість, лаконічність, доступність. У мультимедійних технологіях можна застосовувати графіку, гіпертексти, аудіофрагменти, статичні картинки, анімацію, відео фрагменти тощо. В кінцевому результаті це дає можливість заощадити час педагога, підвищити дієвість навчальних матеріалів. Таким чином, використання мультимедійних технологій для викладення навчального матеріалу надає лекції особливої новизни, яка за своїм змістом і формою має можливість відтворити за короткий час значний за обсягом матеріал, подати його у незвичному аспекті, викликати в здобувачів нові образи, деталізувати нечітко сформовані уявлення, а також поглибити здобуті знання, повторити чи систематизувати вже набуті знання.

Застосування мультимедійних засобів навчання характеризується певними дидактичними функціями [3]: демонстрацію рухливих зорових образів у якості основи для усвідомленого оволодіння навчальним матеріалом (особливо на етапі засвоєння нових знань); відпрацювання в інтерактивному режимі елементарних базових умінь; посилення значущості та підвищення питомої ваги в навчальному процесі самостійної і науково-дослідної діяльності здобувачів; можливість збільшення обсягу окресленої до засвоєння інформації, а також власної практичної діяльності здобувача; збільшення частки змістовної роботи здобувача за рахунок зняття проблем технічного характеру.

Однак застосування мультимедійних засобів навчання як не замінює педагога, так і не може зовсім замінити реальний технологічний процес виробництва. Екран монітора комп'ютера є віртуальним світом, який в умовах навчального закладу або аудиторії не дає можливості досконало вивчити технологічний процес чи провести перевірку об'єкта. Здобувачам важливо на основі теоретичних знань виявити порушення щодо додержання вимог законодавства у сфері цивільного захисту пожежної безпеки даного підприємства, навчитися оформляти припис про проведення перевірки.

Таким чином, в сучасному світі актуальним є навчання, що засноване на інформаційно-технологічній культурі, тобто використанні педагогом професійного навчання сучасних інформаційних і комунікаційних технологій. Адаптація до

нових інформаційних технологій, інтегрування до сучасних потреб освіти, використання саме тих технологій, які сприяють досягненню поставленої мети – основні напрями зростання педагогічного професіоналізму.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Майборода Л.А. Методика застосування інформаційно-комунікаційних технологій у діяльності педагога професійного навчання: методичні рекомендації. Київ, 2012. 104 с.
2. Задорожна Н. Т., Омельченко Т.Г. Мультимедійні засоби навчання / Енциклопедія освіти /Акад. пед. наук України; Київ, 2008. 1040 с.

УДК 159.9:159.94

### ЕКСТРЕМАЛЬНІ СИТУАЦІЇ ЗМАГАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ ЯК ФАКТОР ЕМОЦІЙНИХ ПЕРЕЖИВАНЬ

*Дарія ШАРІПОВА, канд. психол. наук,  
Володимир АРХИПЕНКО, канд. пед. наук, доцент,  
Арсен ІПІЄВ, Андрій ДЕМИДЧЕНКО,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Цілі, що стоять перед спортсменом, співвідносяться з досягненням певного спортивного результату, інакше кажучи, з реалізацією його можливостей. Дії, пов'язані з досягненням цілей, завжди виконуються в певних емоційних умовах і за рахунок вольових зусиль. Різні труднощі викликають у спортсменів сильні емоційні переживання, які можуть справити негативний вплив на діяльність та її результати.

Не випадково дослідники психологічних проблем спорту значну увагу приділяють вивченню та аналізу різноманітних психічних станів спортсменів під час здійснення змагальної діяльності, де особливе місце посідають питання подолання екстремальних ситуацій змагального характеру.

При визначенні екстремальних ситуацій широко використовуються і «об'єктивні» показники стану людини, що встановлюються на основі реєстрації фізіологічних процесів. Впливи, що зумовлюють критичні стани, завжди сполучені з фізіологічними змінами в стані людини.

Отже, ступінь впливу екстремальних ситуацій змагального характеру на стан спортсменів залежить від «величини перешкод» і «труднощі перешкод» [1].

**Величина перешкод** характеризується як явище об'єктивне, не залежне від спортсмена. Вона визначається розмірами фізичних і психічних зусиль, необхідних для подолання майбутніх труднощів. **Трудність перешкоди** – явище суб'єктивне, похідне від величини перешкоди і можливостей спортсмена. Вона виражається відношенням величини перешкоди до реальних можливостей індивіда.

Діяльність будь-якого спортсмена в екстремальних ситуаціях змагального характеру пов'язана або з *вибором оптимального рішення*, або з *реалізацією прийнятого рішення*, оскільки в одній і тій же діяльності ці явища виникають послідовно.

Величина перешкоди та її трудність визначають психічний стан спортсмена під час виконання ним спортивної діяльності. Крім того, у спортсмена, який бере участь у змаганнях, емоції завжди мають яскраво виражене збудження і високий ступінь переживання. Людина перебуває в стані напруженості [2]. Стан



напруженості передусім ускладнює складні дії та інтелектуальні функції: скорочується обсяг уваги, порушуються процеси сприйняття і мислення, з'являються зайві, неспрямовані дії, скорочується обсяг пам'яті. Все це негативно позначається на здійсненні не тільки спортивної, але і будь-якої іншої діяльності.

Здатність спортсмена зберігати оптимальний психоемоційний стан прийнято називати **емоційною стійкістю**. *Емоційна стійкість спортсмена виражається не в тому, що він перестає переживати сильні емоції, а в тому, що ці емоції в певні моменти змагальної боротьби досягають оптимального ступеня інтенсивності, але при цьому відрізняються стабільністю певних якісних особливостей і завжди спрямовані на вирішення спортивних завдань.*

Оптимальний рівень емоційних переживань може залишатися абсолютно постійною величиною протягом усієї спортивної діяльності (спортивного змагання) і безпосередньо перед нею. Ця величина змінюється відповідно до ситуації змагальної діяльності, тому оптимальний рівень емоційних проявів повинен бути не тільки стійким, але водночас і динамічним [4]. **В умовах змагань така динамічна емоційна стійкість спортсмена виражається в такому:**

1) якісні особливості активних емоцій (відсутність переходу від емоцій, що позитивно впливають на діяльність, до емоцій, що негативно впливають на діяльність) постійні;

2) оптимальний рівень інтенсивності емоційних реакцій динамічно стійкий;

3) спрямованість емоцій на позитивне вирішення поставлених задач стабільна.

З вищезазначеного випливає, що, по-перше, інтенсивність емоційних проявів, вихід емоційних переживань за межі оптимального рівня збудження, як правило, виникають із зміною зовнішніх умов; по-друге, негативний вплив емоцій на діяльність або її результати завжди детермінований об'єктивними та суб'єктивними труднощами.

Таким чином, **екстремальні ситуації змагального характеру – об'єктивні і суб'єктивні труднощі, які є наслідком зміни зовнішніх умов, що супроводжуються виходом емоційних переживань спортсмена за межі оптимального рівня і впливають негативно на змагальну діяльність, її результативність.**

Зовнішні і внутрішні перешкоди завжди є причинами і об'єктивних, і суб'єктивних труднощів. Важливим є той факт, що зовнішні перешкоди, так само як і внутрішні, можуть викликати як об'єктивні, так і суб'єктивні труднощі [3]. Класифікація екстремальних ситуацій змагального характеру показує, **що екстремальні ситуації змагального характеру можуть бути розділені за якісною характеристикою на чотири основні групи:**

1) *зовнішні перешкоди* – умови змагань; перешкоди, що зумовлені відволіканням уваги спортсмена від змагальної діяльності; події, пов'язані з розвитком змагальної боротьби;

2) *внутрішні перешкоди* – недостатні адаптаційні можливості; надлишки мотивації; стан здоров'я; рівень підготовленості спортсмена;

3) *об'єктивні труднощі* – ситуації, що містять небезпеку фізичної травми; ситуації, що виявляють неспроможність підготовленості спортсмена до вимог змагальної боротьби; ситуації з несподіваною «аварійністю»; ситуації, зумовлені правилами змагань; ситуації, викликані небажаними діями оточуючих;

4) *суб'єктивні труднощі* – суб'єктивне ставлення спортсмена до досягнення мети; суб'єктивна оцінка ситуації, у якій реально перебуває спортсмен.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фабрі З. Й., Чернов В. Д. Біохімічні основи фізичної культури і спорту: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичної культури і спорту. – Вид. 2-е, доп. і перероб. – Ужгород: Ужгородський національний університет; Вид-во СП "ПоліПрінт", 2014. – 91 с.
2. Особливості психічної ригідності в системі емоційних переживань професійних спортсменів з кульової стрільби: [монографія] / О.В. Тімченко, А.Г. Снісаренко, Д.С. Шаріпова,. – Черкаси: Видавець: Третяков О.М., 2016. – 236 с.
3. Зливков В.Л., Лукомська С.О., Федан О.В. Психодіагностика особистості у кризових життєвих ситуаціях / В.Л.Зливков, С.О. Лукомська, О.В. Федан. – К.: Педагогічна думка, 2016. – 219 с.
4. Иорданская Ф.А. Диагностика и дифференцированная коррекция симптомов дезадаптации к нагрузкам современного спорта и комплексная система мер их профилактики / Ф.А. Иорданская, М.С. Юдинцева // Теория и практика физической культуры. – 2009. – №1. – С. 18 – 23.

## ЗМІСТ

### Секція 1.

#### Реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та ліквідація їх наслідків

*Дмитро БЕЛЮЧЕНКО*

**ВИЗНАЧЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ОСОБОВОМУ СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ЩОДО ДІЙ В УМОВАХ ЗМЕНШЕНОЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО РОЗРАХУНКУ .....5**

*Юрій ДЕНДАРЕНКО, Юрій СЕНЧИХІН, Валентин ДИВЕНЬ, Олександр БЛАЩУК, Сергій ЩЕПАК*

**СТВОРЕННЯ ВОДЯНИХ СТРУМЕНІВ РОЗПИЛЕНОГО ТА КОМПАКТНОГО ТИПІВ ТА ЇХ ТРАНСФОРМАЦІЯ У ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ .....7**

*Дмитро Дубінін*

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ТОНКОРОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ .....9**

*Дмитро Дубінін, Андрій Лісняк*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНОГО БАГАТОФУНКЦІЙНОГО ПРИЛАДУ ДЛЯ ГАСІННЯ НИЗОВИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ .....11**

*Руслан ЗАЄЦЬ, Анастасія РОМАНЕНКО, Олександр САУЛКО*

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ .....13**

*Олеся КОСТИРКА, Юлія ЛАДИК*

**АДРЕСНІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ .....15**

*Д. КРИШТАЛЬ, Роман ЧЕРНИШ*

**УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ .....17**

*Михайло КРОПИВА, Ірина ДАРУГА, Микола КРИШТАЛЬ*

**ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА ЛЕГКОВОМУ АВТОТРАНСПОРТІ .....18**

*Олег КУЛІЦА, Дмитро ФЕДОРЕНКО, Микола ШКАРАБУРА*

**ДЕЯКІ АСПЕКТИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ .....19**

*Олег КУЛІЦА, Дмитро ФЕДОРЕНКО, Микола ШКАРАБУРА*

**ОСОБИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ПОЛІГОНАХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ .....21**

*Денис ЛЬОВІН, Віктор СТІЛЕЦЬ*

**КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ «РЯТУВАЛЬНИК – ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ – НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ» .....23**

*Дмитро МАЗНІЧЕНКО, Олександр ЧЕРНЕНКО*

**ОЦІНКА МАСШТАБІВ ВПЛИВУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ .....25**

*Олександр МАРТИНОВСЬКИЙ, Олександр ЧЕРНЕНКО*

**ДЖЕРЕЛА НЕБЕЗПЕКИ: ПОНЯТТЯ ТА ВПЛИВ НА ЛЮДИНУ .....27**

*Вадим НІЖНИК, О. САВЧЕНКО, Валерія НЕКОРА, Л. Несенюк*

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ .....28**

<i>Вадим НІЖНИК, Руслан КЛИМАСЬ, Алла ОДИНЕЦЬ</i>	
<b>ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА СКЛАДАХ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ .....</b>	<b>30</b>
<i>Сергій НОВАК, Олександр ДОБРОСТАН, В. ДРІЖД</i>	
<b>ОЦІНЮВАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕЗАХИСНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ СТАЛЕВИХ КОЛОН І БАЛОК .....</b>	<b>32</b>
<i>Юрій ПАНЧИШИН</i>	
<b>ПРОКЛАДАННЯ ПОЖЕЖНИХ РУКАВНИХ ЛІНІЙ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВСТІ .....</b>	<b>34</b>
<i>Юрій ПАНЧИШИН</i>	
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ НАПІРНИХ ТА НАПІРНО-ВСМОКТУЮЧИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ .....</b>	<b>35</b>
<i>Володимир-Петро ПАРХОМЕНКО</i>	
<b>РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ВІД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ .....</b>	<b>36</b>
<i>Роман ПОНОМАРЕНКО, Павло БОРОДИЧ, Михайло ГЛУЩЕНКО</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РЯТУВАННЯ ПОСТРАЖДАЛОГО З ТРЕТЬОГО ПОВЕРХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОХИЛОЇ ПЕРЕПРАВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НРВ-1 .....</b>	<b>38</b>
<i>Роман ПОНОМАРЕНКО, Павло БОРОДИЧ, Михайло ГЛУЩЕНКО</i>	
<b>ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО РОЗГОРТАННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ АППД З УСТАНОВКОЮ ТРИНОГИ НА КОЛОДЯЗЬ ТА СПУСКОМ В НЬОГО .....</b>	<b>39</b>
<i>Ігор СОЛОВЙОВ, Віктор СТІЛЕЦЬ</i>	
<b>ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДВОДНОГО РОЗМІНУВАННЯ .....</b>	<b>41</b>
<i>Роман СУКАЧ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУТА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ, ОБЛАДНАНИХ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ.....</b>	<b>43</b>
<i>Максим СУРМАЙ, Микола ГРИГОР'ЯН</i>	
<b>ГАСІННЯ АВТОМОБІЛІВ З НАЯВНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ЧИ ГІБРИДНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ЖИВЛЕННЯ .....</b>	<b>45</b>
<i>Максим СУРМАЙ, Микола ГРИГОР'ЯН</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....</b>	<b>47</b>
<i>Іван ТАТАРІНОВ, Іван СИНЧУК</i>	
<b>ЗАСТОСУВАННЯ «ТУНЕЛЬНОГО МЕТОДУ» ДЕБЛОКУВАННЯ ПОТЕРПІЛИХ ПРИ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОДАХ.....</b>	<b>48</b>
<i>Олексій ТИМОШЕНКО, Вадим БЕНЕДЮК, Ігор СТИЛИК, Олександр КОРНІЄНКО, Андрій ОНИЩУК</i>	
<b>ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКРАНУЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ВОДЯНИХ ЗАВІС ВІД ПРОНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>50</b>
<i>Дмитро ФЕДОРЕНКО, Василь КРИШТАЛЬ</i>	
<b>ДЕМАСКУЮЧІ ОЗНАКИ МІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ ТА ОБ'ЄКТІВ ПОКРАЩЕННЯ ВОГНЕГАСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ЗА РАХУНОК ЇЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ АКТИВАЦІЇ .....</b>	<b>52</b>
<i>Дмитро ФЕДОРЕНКО, Василь КРИШТАЛЬ</i>	
<b>ПОКРАЩЕННЯ ВОГНЕГАСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ЗА РАХУНОК ЇЇ ТЕМПЕРАТУРНОЇ АКТИВАЦІЇ .....</b>	<b>54</b>

<i>Дмитро ФЕДОРЕНКО, Олег КУЛІЦА</i>	
<b>ТАКТИКА ДІЙ БОЙОВИКІВ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ФУГАСІВ ТА БОЄПРИПАСІВ-ПАСТОК .....</b>	<b>55</b>
<i>Іван ЧОРНОМАЗ, Костянтин ЛЕНЬКО</i>	
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС УКРАЇНИ ПІД ЧАС ГАСІННЯ СКЛАДНИХ ТА ЗАТЯЖНИХ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ, ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ДЕ ЗРУЙНОВАНА ІНФРАСТРУКТУРА .....</b>	<b>58</b>
<i>Іван ЧОРНОМАЗ, Максим БОЙКО</i>	
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ .....</b>	<b>59</b>

## Секція 2.

*Особливості створення та застосування протипожежної, аварійно-  
рятувальної та іншої спеціальної техніки.*

### *Цифровізація в ДСНС*

<i>Вадім КАРАКАЙ, Василь РОТАР</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ .....</b>	<b>61</b>
<i>Руслан КЛЮЧКО, Денис МОРОЗ</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ В РОЗВИНУТИХ КРАЇНАХ .....</b>	<b>63</b>
<i>Дмитро КОПИТІН</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ВИМОГ, ЩО ПРЕД'ЯВЛЯЮТЬСЯ ДО ПОЖЕЖНИХ СУДЕН .....</b>	<b>65</b>
<i>Олег КУЛІЦА, Володимир БАРАННИК</i>	
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО МОНІТОРИНГУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....</b>	<b>66</b>
<i>М. КУЧЕРЯВА, Олексій МИГАЛЕНКО</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ.....</b>	<b>68</b>
<i>Ігор МАЛАДИКА, Артем БИЧЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ</i>	
<b>ТАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ПОПЕРЕДНЬОЇ ОЦІНКИ ПОШКОДЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ У ПЕРІОД ВОЄННОГО СТАНУ .....</b>	<b>69</b>
<i>Руслан МЕЛЬНИК, Ольга МЕЛЬНИК, Ярослав СКОРОХОД</i>	
<b>АКТУАЛЬНІСТЬ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІД ЧАС РУХУ ПОЖЕЖНОЇ, СПЕЦІАЛЬНОЇ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ .....</b>	<b>71</b>
<i>В. НАЛИВАЙКО, Олексій МИГАЛЕНКО</i>	
<b>ГАСІННЯ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....</b>	<b>73</b>
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДАЧІ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ НА ГАСІННЯ .....</b>	<b>74</b>
<i>Костянтин ОСТАПОВ</i>	
<b>ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПЛОСКО-РАДІАЛЬНИХ СТРУМЕНІВ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СКЛАДІВ .....</b>	<b>76</b>

<i>Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, Катерина БУТЕНКО</i> <b>ПОРІВНЯННЯ НОВІТНІХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ</b> .....	78
<i>Сергій ПАНЧЕНКО, Артем БИЧЕНКО, Валентин ЮХИМЕНКО</i> <b>ТАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГАСІННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ЗА ДОПОМОГОЮ АВІАЦІЇ</b> .....	80
<i>Олександр ПОЛІВАНОВ</i> <b>СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ ЗА РАХУНОК КОНТЕЙНЕРНОЇ (КАПСУЛЬНОЇ) ДОСТАВКИ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН</b> .....	82
<i>Віталій ПРИСЯЖНЮК, Сергій СЕМИЧАСВСЬКИЙ, Михайло ЯКІМЕНКО, Максим ОСАДЧУК</i> <b>ПРО ВСТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ ВИМОГ ДО ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗАХИСНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ПОЖЕЖНИКА, МЕТОДІВ І ПРОЦЕДУР ЇХ ОЦІНЮВАННЯ</b> .....	83
<i>Михайло ПУСТОВІТ, Борис ОРЕЛ, Єлизавета ПОНОМАРЕНКО, Максим КУХАРЕНКО</i> <b>АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДАЛЬНІСТЬ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ З БПЛА В СИСТЕМІ ДСНС</b> .....	85
<i>Василь РОТАР, Олег МОРОЗОВ</i> <b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДСНС ПОЖЕЖНИМ УСТАТКУВАННЯМ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЮ ТЕХНІКОЮ</b> .....	87
<i>Валерія СЕМКІВ</i> <b>АНАЛІЗ СВІТОВИХ КОНЦЕПЦІЙ СТВОРЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ</b> .....	89
<i>Сергій СТАСЬ, Артем БИЧЕНКО, Олексій МИГАЛЕНКО, Михайло ПУСТОВІТ, Ольга СОБОТНИЦЬКА</i> <b>ПОДОВЖЕННЯ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН</b> .....	90
<i>Сергій СТАСЬ, Михайло ПУСТОВІТ, Борис ОРЕЛ, Вероніка КРИВА</i> <b>ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ НАЗЕМНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ПЛАТФОРМИ В ДІЯЛЬНОСТІ ДСНС УКРАЇНИ</b> .....	92
<i>Євгеній СТАТИВКА</i> <b>ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АКУСТИЧНОЇ ДІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ</b> .....	94
<i>Юрій ФЕЩУК, Андрій ЦИГАНКОВ, Світлана ГОЛІКОВА, Олександр ЖИХАРЄВ</i> <b>НОРМУВАННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В ЧАСТИНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЖЕЖОГАСІННЯ</b> .....	96
<i>Андрій ХИЖНЯК, Марина ТОМЕНКО, Олександр ГРУШОВІНЧУК</i> <b>ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ ПОЖЕЖНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ</b> .....	98
<i>В. ЧЕРЕПАХА, Олексій МИГАЛЕНКО</i> <b>НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ</b> .....	100
<i>Н. ШТАНГРЕТ</i> <b>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ФРАКЦІЙ КРАПЕЛЬ ВОДИ З ПОВІТРЯНИМ ПОТОКОМ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b> .....	101
<i>Artem BYCHENKO, Maxim UDOVENKO, Mykhailo PUSTOVIT, Maria RAYKOVA, SHIN MO SE</i> <b>REMOTE VISUAL INFORMATION SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF DANGEROUS SUBSTANCES USING UNMANNED AIRCRAFTS</b> .....	103

*Rezzak ELAZAT*

**METHODS OF SEARCHING AND RESCUING PEOPLE IN CASE OF EMERGENCIES DURING THE STATE OF MARTIAL LAW .....105**

*Oleksandr TYSCHENKO, Ihor MALADYKA, Artem BYCHENKO, Serhiy STAS, Mykhailo PUSTOVIT*

**UAV VIDEO COMMUNICATION SYSTEMS DURING EMERGENCY INVESTIGATION .....106**

**Секція 3.**

**Фізико-хімічні процеси розвитку**

*та гасіння пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, екологічна безпека*

*Олена АЛЕКСЄЄВА, Віталій НУЯНЗІН, Анатолій АЛЕКСЄЄВ, Георгій ЄЛАГІН*

**ДОТРИМАННЯ УМОВ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ «ТЕОРІЯ РОЗВИТКУ ТА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ».....108**

*Ярослав БАЛЛО, Олександр СІЗІКОВ, Анна БОРИСОВА, Алла ОДИНЕЦЬ*

**ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ЗОВНІШНІХ БЛОКІВ КОНДИЦІОНЕРІВ ВСТАНОВЛЕНИХ НА ФАСАДАХ БУДІВЕЛЬ .....110**

*Андрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ, Назар ПАЛАМАРЧУК*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТОКСИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЕТКИХ РЕЧОВИН, УТВОРЕНИХ ПРИ ПРОТІКАННІ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ РЕАКЦІЙ ГОРІННЯ.....112**

*Юліана ГАПОН*

**АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА .....114**

*Віктор ГВОЗДЬ, Оксана КИРИЧЕНКО, Назарій КОЗЯР, Роман МОТРИЧУК*

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕРМІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ НІТРАТОВМІСНОГО ОКИСНЮВАЧА В СУМІШАХ З АЛЮМІНІЄВО-МАГНІЄВИХ СПЛАВІВ .....116**

*Валентин ДИВЕНЬ, Олександр ДОЦЕНКО*

**ЗАХИСТ РЕЗЕРВУАРІВ ВІД УТВОРЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА.....118**

*Валентин ДИВЕНЬ, Юрій ДЕНДАРЕНКО*

**РОЗРАХУНОК І ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ ІСНУЮЧИХ ТИПОРОЗМІРІВ РЕЗЕРВУАРІВ .....120**

*Петро ЗАЙКА, Костянтин МИГАЛЕНКО, Наталія ЗАЙКА*

**РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ТА СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРАННЯ НІТРАТНО-МАГНІЄВИХ СУМІШЕЙ.....122**

*Яна ЗМАГА, Ольга НЕКОРА, Микола ЗМАГА, Микола КРИШТАЛЬ*

**АНАЛІЗ НОРМ КРІПЛЕННЯ ФАНЕРИ ДО ДЕРЕВ'ЯНОЇ БАЛКИ .....124**

*Олександр ЗОБЕНКО*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ НАДМІРНОГО ЛОКАЛЬНОГО НАГРІВУ .....126**

*П.ПЛЮЧЕНКО, Вадим НІЖНИК, Олександр НІКУЛІН*

**ПРО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖИ НА МАСЛОПРИЙМАЧАХ .....127**

*Віталій КАРАЩУК*

**ОЦІНКА КСЕНОБІОТИЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ХЛОРУ ТА ХЛОРОПОХІДНИХ У ДОВКІЛЛІ ВНАСЛІДОК АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ.....129**

*Марія КАРВАЦЬКА, Олена ЛАВРЕНЮК, Борис МИХАЛІЧКО*

<b>ВОГНЕГАСНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНЦЕНТРОВАНОВОГО ВОДНОГО РОЗЧИНУ ФЕРУМ(III) СУЛЬФАТУ .....</b>	<b>131</b>
<i>Євгеній КИРИЧЕНКО</i>	
<b>ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ЗАЙМАННЯ ТА ЧАС ЗГОРЯННЯ ЧАСТИНОК МАГНІЮ ТА АЛЮМІНІЮ В ПРОДУКТАХ РОЗКЛАДАННЯ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ.....</b>	<b>132</b>
<i>Євгеній КИРИЧЕНКО, Василь КОВАЛИШИН</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ЧАСТИН МЕТАЛЕВИХ КОРПУСІВ ПРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ .....</b>	<b>134</b>
<i>Євгеній КИРИЧЕНКО, Василь КОВАЛИШИН, Оксана КИРИЧЕНКО, Олександр ДЯДЮШЕНКО, Олексій ДІБРОВА</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ НА ПОВЕРХНЮ ОБЛОНКИ КОРПУСІВ ПРОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ .....</b>	<b>136</b>
<i>Віталій КОВАЛЕНКО, Олександр ДОБРОСТАН, Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, Юрій ДОЛІШНІЙ</i>	
<b>ЩОДО ЗАПРОВАДЖЕННЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДО ПОКРІВЕЛЬ ТА ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>138</b>
<i>Анатолій КОДРИК, Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ, Андрій БОРИСОВ, Олександр ТИТЕНКО, Олександр МОРОЗ</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНИХ ВОГНЕГАСНИХ РОЗЧИНІВ .....</b>	<b>139</b>
<i>Андрій КУЛІДА, Ірина ДАРУГА, Артем МАЙБОРОДА</i>	
<b>СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ІМІТАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПИЛОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ.....</b>	<b>143</b>
<i>Олена ЛАВРЕНЮК, Борис МИХАЛІЧКО</i>	
<b>ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВИКОРИСТАННЯ СОЛЕЙ d-МЕТАЛІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЕПОКСИДНИХ СМОЛ .....</b>	<b>145</b>
<i>Денис ЛАГНО</i>	
<b>МОЖЛИВІ НАСЛІДКІВ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ .....</b>	<b>146</b>
<i>Тетяна МАГЛЬОВАНА, Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Денис КОЛЕСНИКОВ, Сергій СТАСЬ, Тарас НИЖНИК, Тетяна СТРИКАЛЕНКО</i>	
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ .....</b>	<b>147</b>
<i>Тетяна МАГЛЬОВАНА, Тарас НИЖНИК, Сергій СТАСЬ, Денис КОЛЕСНИКОВ, Тетяна СТРИКАЛЕНКО</i>	
<b>ВПЛИВ ГІДРОДИНАМІЧНО АКТИВНИХ ПОЛІМЕРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ .....</b>	<b>149</b>
<i>Тетяна МАГЛЬОВАНА, Надія ШЕБАНОВА, Іван ТЕРЕЩУК</i>	
<b>АНАЛІЗ РІВНІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ УЧАСНИКІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ..</b>	<b>152</b>
<i>Тетяна МАГЛЬОВАНА, Людмила ЯЦУК, Олена ЛУТ</i>	
<b>ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СОРБЦІЙНОГО КОНЦЕНТРУВАННЯ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ.....</b>	<b>153</b>
<i>Артем МАЙБОРОДА, Ірина ДАРУГА, Андрій КУЛІДА</i>	
<b>АНАЛІЗ СИСТЕМ ПИЛОВЛОВЛЮВАННЯ ТА ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВИБУХІВ ПИЛУ .....</b>	<b>155</b>
<i>Вікторія МАКАРЕНКО, Олександр КІРСЄВ, Марина ЧИРКІНА</i>	



<b>ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН НА ПРИПИНЕННЯ ГОРІННЯ ПОЖЕЖ КЛАССУ «В».....</b>	<b>156</b>
<i>Костянтин МИГАЛЕНКО, Валерія КУСОВСЬКА</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКУ ПРИ ГАСІННІ СТРУЖКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СПЛАВІВ МАГНІЮ .....</b>	<b>158</b>
<i>Олег МИРОШНИК, Роман ЧЕРНИШ, Анатолій ЧЕРНИШ</i>	
<b>АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ .....</b>	<b>160</b>
<i>Т. НЕСТЕРУК, Олена ХРИСТИЧ</i>	
<b>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКИХ МАТЕРІАЛІВ З МОЖЛИВІСТЮ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ДОБРІВ .....</b>	<b>162</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Олександр АНДРУЩЕНКО, Олександр АНДРОЩУК</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....</b>	<b>163</b>
<i>Віталій НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА, Олексій ЄРЬОМА, Олександр АНДРОЩУК, Lukasz ZUBEK</i>	
<b>РОЗРАХУНОК ЗОН З НИЖНЬОЮ ТА ВЕРХНЬОЮ КОНЦЕНТРАЦІЙНИМИ МЕЖАМИ ПОШИРЕННЯ ПОЛУМ'Я ПРИ АВАРІЯХ НА ПРАТ «АЗОТ» .....</b>	<b>165</b>
<i>Олександр НУЯНЗІН, Микола КРИШТАЛЬ, Андрій ПРОКОПЕЦЬ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПРОГРІВАННЯ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ .....</b>	<b>167</b>
<i>Аліна ПЕРЕГІН, Олександр НУЯНЗІН, Тетяна ДІДЕНКО</i>	
<b>ВЕРИФІКАЦІЯ ДАНИХ ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС ЕКСПЕРИМЕНТІВ З НАГРІВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН .....</b>	<b>169</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Микола ЗМАГА</i>	
<b>АНАЛІЗ НОРМ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ .....</b>	<b>170</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Яна ЗМАГА, Ольга НЕКОРА, Микола ЗМАГА</i>	
<b>ВИЗНАЧЕННЯ КОНТУРІВ ЛІНІЇ ЗОНИ ОБВУГЛЮВАННЯ ПЕРЕРІЗУ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК .....</b>	<b>173</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Валерія НЕКОРА, Максим УДОВЕНКО, Сергій ТРОШКІН, Станіслав СІДНЕЙ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК З ГОФРИРОВАНИМИ СТІНКАМИ ПРИ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>175</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Ольга НЕКОРА, Олександр НУЯНЗІН, Олена БОРСУК, Наталія ЗАЙКА</i>	
<b>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ СТАЛЕВИХ БАЛОК ІЗ МІНЕРАЛОВАТНИМ ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ ПРИ НАГРІВАННІ .....</b>	<b>177</b>
<i>Сергій ПОЗДЄЄВ, Світлана ФЕДЧЕНКО, Інна НЕДІЛЬКО, Наталія ЗАЙКА, Анастасія СІДНЕЙ</i>	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ У СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТАХ ПРИ ПОЖЕЖІ .....</b>	<b>179</b>
<i>Єлизавета ПОНОМАРЕНКО, Назарій КОЗЯР, Сергій ГОНЧАР, Тетяна ДІДЕНКО</i>	

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СУМІШІ ГОРЮЧИХ ГАЗІВ ТА ПАРІВ У ПОВІТРІ.....</b>	<b>181</b>
<i>Віталій ПОСПОЛІТАК, Олександр ЛАЗАРЕНКО</i>	
<b>ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЛІТІЙ-ІОННОГО ЕЛЕМЕНТА ЖИВЛЕННЯ ПІД ЧАС ЙОГО МЕХАНІЧНОГО ПОШКОДЖЕННЯ.....</b>	<b>182</b>
<i>Вікторія РИЖОВА, Лариса ХАТКОВА</i>	
<b>ХАРАКТЕРИСТИКА РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ НА ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ .....</b>	<b>184</b>
<i>Ірина РУДЕШКО, Тетяна ТАБУНЩИКОВА, Анастасія БУКША</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ВИБОРІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ БОМБОСХОВИЩ .....</b>	<b>186</b>
<i>Ірина РУДЕШКО, Надія ШЕБАНОВА</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ БОМБОСХОВИЩ У ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ. ....</b>	<b>187</b>
<i>Тарас САМЧЕНКО, Олександр НУЯНЗІН, Сергій ВЕДУЛА</i>	
<b>ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПОЖЕЖІ У КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ .....</b>	<b>188</b>
<i>Ольга СКОРОДУМОВА, Олена ЧЕБОТАРЬОВА, Олена ТАРАХНО</i>	
<b>ОДЕРЖАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЗОЛІВ РІДКОГО СКЛА .....</b>	<b>190</b>
<i>Мар'яна ХОМЕНКО, Лариса ХАТКОВА</i>	
<b>ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ МОЖЛИВИХ ВИБУХІВ ПАЛИВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ.....</b>	<b>192</b>
<i>Сергій ЦВІРКУН, Максим УДОВЕНКО, Тетяна КОСТЕНКО</i>	
<b>БЕЗПЕКА ЕВАКУАЦІЇ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ В ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ.....</b>	<b>193</b>
<i>Людмила ЯЦУК, Тетяна МАГЛЬОВАНА</i>	
<b>ОРГАНІЗАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....</b>	<b>196</b>
<i>Ritoldas ŠUKYS, Saulius Vytautas SKRODENIS, Aušra STANKIUVIENĖ, Česlovas IGNATAVIČIUS</i>	
<b>THE FIRE IMPACT ASSESSMENT OF FACADE SYSTEMS.....</b>	<b>198</b>

#### *Секція 4.*

#### *Методи та засоби навчання як елементи системи забезпечення техногенної та пожежної безпеки*

<i>Володимир АРХИПЕНКО, Дарія ШАРІПОВА, Сергій ВЕДУЛА, Олександр ДАНЬКІВ</i>	
<b>ПРОЦЕС ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ, ЯК ШЛЯХ ДО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ФАХІВЦІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....</b>	<b>203</b>
<i>Неля ВОВК</i>	
<b>НОВІ БЕЗПЕКОВІ СТАНДАРТИ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ (ДОСВІД ШВЕЙЦАРІЇ) .....</b>	<b>206</b>
<i>Вікторія ДАГІЛЬ, Кирило РИСУХІН, Олександр ПАШЕНЮК</i>	
<b>ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В ТОМУ ЧИСЛІ ПОЖЕЖ .....</b>	<b>208</b>
<i>Петро ЗАЙКА, Наталія ЗАЙКА</i>	
<b>ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ .....</b>	<b>213</b>
<i>Олег ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, Сергій ТАРАСОВ</i>	

<b>ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ЗАСОБІВ ВИЯВЛЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ .....</b>	<b>214</b>
<i>Сергій КАСЯРУМ, А. ВОЙТОВИЧ</i>	
<b>ОГЛЯД WEB-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ.....</b>	<b>215</b>
<i>Сергій КАСЯРУМ, А. ВОЙТОВИЧ</i>	
<b>ФУНДАМЕНТАЛЬНА ПІДГОТОВКА ЯК ПЕРЕДУМОВА ВИРІШЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАДАЧ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ .....</b>	<b>217</b>
<i>Анатолій КОДРИК, Андрій БОРИСОВ, Олександр ТИТЕНКО, Олександр МОРОЗ</i>	
<b>СОНЯЧНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ. ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНІСТЬ .....</b>	<b>219</b>
<i>Олеся КОСТИРКА, Неля ВОВК</i>	
<b>ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СТРАХУ СМЕРТІ СЕРЕД ПРАЦІВНИКІВ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ СЛУЖБ ДСНС УКРАЇНИ.</b>	<b>222</b>
<i>Василь КРИШТАЛЬ, Дмитро ФЕДОРЕНКО</i>	
<b>ОКРЕМІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>224</b>
<i>Василь КРИШТАЛЬ, Дмитро ФЕДОРЕНКО</i>	
<b>ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....</b>	<b>226</b>
<i>Василь. ЛУШ</i>	
<b>ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА ПОЖЕЖНИХ-РЯТУВАЛЬНИКІВ НА БАЗІ ТРЕНУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПУ .</b>	<b>228</b>
<i>Лариса МАЛАДИКА</i>	
<b>ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ .....</b>	<b>230</b>
<i>Ігор НОЖКО</i>	
<b>ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ .....</b>	<b>232</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО</i>	
<b>ПОНЯТТЯ «НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ» У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....</b>	<b>234</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО</i>	
<b>СТРУКТУРА УПРАВЛІНСЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ РЯТУВАЛЬНИКІВ.....</b>	<b>235</b>
<i>Микола ПЕЛИПЕНКО, Ігор НОЖКО, Денис ЛАГНО</i>	
<b>ЦІННІСНО-МОТИВАЦІЙНИЙ КОМПОНЕНТ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗВО ДСНС УКРАЇНИ.....</b>	<b>237</b>
<i>Віктор ПОКАЛЮК, Віталій НІМЕЦЬ</i>	
<b>ПРОФЕСІЙНЕ НАВЧАННЯ ПРАЦІВНИКІВ З УРЕГУЛЮВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У США .....</b>	<b>239</b>
<i>Марина СЕРДЮК, Владислав ДЕНДАРЕНКО, Станіслав ЩІПЕЦЬ</i>	
<b>КОНЦЕПЦІЯ РИЗИКОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ .....</b>	<b>242</b>
<i>О. СТОРОЖЕНКО, Ігор ЧАСТОКОЛЕНКО, Артем Марченко</i>	
<b>ЯК ПРАЦЮЄ НЕЙРОННА МЕРЕЖА.....</b>	<b>243</b>
<i>Надія ФЕРЕНЦ, Сергій ВОВК</i>	
<b>МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НАВЧАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ІЗ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА» .....</b>	<b>245</b>

*Дарія ШАРІПОВА, Володимир АРХИПЕНКО, Арсен ІПСВ, Андрій  
ДЕМИДЧЕНКО*

**ЕКСТРЕМАЛЬНІ СИТУАЦІЇ ЗМАГАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ ЯК ФАКТОР  
ЕМОЦІЙНИХ ПЕРЕЖИВАНЬ .....247**

*Наукове видання*

*Матеріали XII Міжнародної  
науково-практичної конференції*

***ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ  
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ***

*За зміст наданих матеріалів, а також за використання  
відомостей, не рекомендованих до відкритої публікації,  
відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів.*

*Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії  
та пунктуації*

*© Дизайн обкладинки – Федоренко С. С., 2012  
© Дизайн емблеми конференції – Бурляй І. В., 2012*

Підписано до друку 29.03.2021 р. Замовлення № 8.  
Обл.-вид. арк. 17,88. Ум. друк. арк. 20,43.  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України  
18034, м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8.