



Редакційна колегія:

головний редактор –

голова редколегії

канд. техн. наук

заст. головного редактора

канд. техн. наук

науковий редактор–

відповідальний секретар

канд. техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р техн. наук

д-р мед. наук

канд. хім. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. хім. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

канд. техн. наук

PhDEng.

PhDEng.

технічний редактор

літературний редактор

(англійська мова)

Кропивницький В.С.

Коваленко В.В.

Огурцов С.Ю.

Кириченко О.В.

Костенко В.К.

Лисенко О.І.

Нікулін О.Ф.

Поздєєв С.В.

Хращевський Р.В.

Чумаченко С.М.

Шафран Л.М.

Білошицький М.В.

Боровиков В.О.

Кравченко Р.І.

Ліхньовський Р.В.

Ніжник В.В.

Новак С.В.

Сізіков О.О.

Уханський Р.В.

Хижняк В.В.

Якименко О.П.

Іванов Ю.С.

Навроцький О.Д.

Врублевський Д.

Самберг А.

Шатило В.А.

Яблонська К.В.

Заснований у 2016 році

Виходить 2 рази на рік

Засновник

*Український науково-дослідний інститут
цивільного захисту (УкрНДІЦЗ)*

Видавець

*Український науково-дослідний інститут
цивільного захисту (УкрНДІЦЗ)*

Журнал зареєстровано Міністерством

юстиції України

Свідоцтво від 12.03.2016

серія КВ № 21910-11810ПР

Журнал внесено до Переліку фахових видань

*у галузі технічних наук, в яких можуть
публікуватись результати дисертаційних робіт
на здобуття наукових ступенів доктора
і кандидата наук*

Наказ Міністерства освіти і науки

від 16.05.2016 № 515

У разі передруковування матеріалів письмовий

дозвіл УкрНДІЦЗ є обов'язковим

Рекомендовано до видання рішенням науково-

технічної ради УкрНДІЦЗ

Протокол від 22.12.2016 № 13

Адреса редакції:

01011, м. Київ, вул. Рибальська, 18

Телефони:

(+380 44) 254-52-26; 280-18-01

http://firesafety.at.ua/

e-mail: u_secretar@ukr.net,

undicz@mns.gov.ua

Підписано до друку 30.12.2016

Формат 60 × 84/8.

Наклад 100 прим.

ЗМІСТ

CONTENTS

О.М. Ларін, А.Я. Калиновський, Р.І. Коваленко
 Визначення оптимального інтервалу часу доби для залучення пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів до надання платних послуг у містах **4**

А.В. Гурник
 Методичні основи обґрунтування показників ресурсного забезпечення авіаційних робіт з пошуку і рятування **10**

С.В. Новак
 Обґрунтування параметрів зразків для експериментального визначення температури сталевих пластин з вогнезахисним покриттям в умовах вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі **18**

О.М. Євдін, В.В. Коваленко, В.В. Могильниченко
 Концептуальні підходи щодо захисту населення у захисних спорудах цивільного захисту **25**

Б.М. Ковалишин, В.Ф. Коробкін, Г.Є. Хроменков, Л.Л. Запольський
 Деякі проблеми підготовки молодих фахівців навчальними закладами цивільного захисту та погляди на реформування системи підготовки кадрів ДСНС України **31**

В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, Т.В. Костенко
 Теплозахисний костюм рятувальника з системою водяного охолодження **38**

С.Ю. Огурцов, С.В. Семичаевский
 К вопросу необходимости обоснования исходных данных для моделирования процессов горения турбинного масла **44**

В. В. Федоровський, Р.Б. Веселівський
 Підходи до визначення температур спалаху та займання горючих рідин **49**

Р.В. Ліхновський, М.В. Білошицький, В.О. Боровиков, С.В. Жартовський, М.І. Копильний, О.В. Корнієнко
 Загороджувальні смуги як спосіб локалізації пожеж у природних екосистемах **55**

О.В. Некора, Б.А. Медвідь, А.М. Омельченко, С.В. Поздєєв
 Оцінка вогнестійкості залізобетонного ригеля за допомогою експериментально-розрахункового метода **66**

O. Larin, A. Kalinovskyi, R. Kovalenko
 Determine the optimal time interval of a day to attract fire and rescue vehicles to provide paid services in cities

A. Gurnyk
 Methodical bases for indexes explanation of the resource provision of aviation works for search and rescue

S. Novak
 Parameters reasoning of samples for experimental determination of the temperature of the steel plates that are fire-retardant coating in conditions of fire exposure under standard temperature fire regime

O. Yevdin, V. Kovalenko, V. Mogylnychenko
 Conceptual approaches to protect the population in the protective structures of civil protection

B. Kovalyshyn, V. Korobkin, H. Khromenkov, L. Zapolskiy,
 Some issues concerning teaching for junior specialists by institutions of civil protection and opinions on reformation of staff study system of the state emergency service of Ukraine (SESU)

V. Kostenko, O. Zavialova, T. Kostenko,
 Rescuer's heat protection suit with water cooling system

S. Ogurtsov, S. Semichaevskiy
 To the issue about the necessity of reasoning initial data for modeling the turbine oil combustion process

V. Fedorovskyi, R. Veselivskiy
 Approaches to definition of flashpoint and ignition of combustible liquids

R. Likhnovskiy, M. Biloshytskiy, V. Borovykov, S. Zhartovskiy, M. Kopylniy, O. Korniienko
 Control lines as means of fire localization in wildland ecosystems

O. Nekora, B. Medvid, A. Omelchenko, S. Pozdieiev
 The evaluation of fire resistance for reinforced concrete beam by means of the experimental-calculation method

В.В. Демешок

Розрахунковий метод оцінки вогнестійкості дерев'яної плити перекриття за допомогою методу кінцевих елементів **67**

О.М. Євдін, Л.В. Калиненко

Моніторинг і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій в Україні - сучасний стан та проблеми **75**

Р.В. Климаць, В.В. Ніжник, О.О. Сізіков, О.П. Якименко, А.В. Нетреба, Н.М. Довгошеєва
Удосконалення методичних підходів до оцінювання пожежного ризику **83**

V. Demeshok

Calculation method for evaluation of the fire resistance of timber slabs, using the finite elements method

O. Yevdin, L. Kalynenko

Monitoring and predicting the risk of occurrence of emergencies in ukraine - current status and problems

R. Klymas, V. Nizhnyk, O. Sizikov, O. Yakymenko, A. Netreba, N. Dovgosheieva

Improvement of the methodical approaches for the evaluation of fire risk

УДК 614.842

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ ДОБИ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ ПОЖЕЖНИХ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ДО НАДАННЯ ПЛАТНИХ ПОСЛУГ У МІСТАХ

О.М. Ларін, д-р. техн. наук, проф., А.Я. Калиновський*, канд. техн. наук, доц., Р.І. Коваленко
Національний університет цивільного захисту України

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 04.10.2016
Пройшла рецензування: 09.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

потік викликів, коефіцієнти нерівномірності руху транспортних потоків, швидкість транспортних потоків.

АНОТАЦІЯ

У роботі проведено дослідження інтенсивності потоку викликів, які надходять упродовж доби до пожежно-рятувальних підрозділів у найзначніших поселеннях та встановлено, що він носить явний нестационарний характер. Шляхом проведення кореляційного аналізу було встановлено сильний зв'язок між динамікою щільності потоку викликів у найзначніших поселеннях. За допомогою програмного забезпечення експериментальним шляхом були підібрані лінії тренду, які описують динаміку зміни коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби, а також отримані рівняння ліній тренду, які найкращим чином апроксимують фактичну тенденцію динаміки. Шляхом проведення кореляційного аналізу встановлено сильний зв'язок між параметрами інтенсивності потоку викликів та параметрами інтенсивності транспортних потоків упродовж доби у м. Харкові. За результатами досліджень встановлено оптимальний період доби, коли пожежно-рятувальним підрозділам можна рекомендувати надавати платні послуги.

Постановка проблеми. Провівши аналіз статистичних даних наведених у роботі [1], було зроблено висновок про те, що розміри матеріальних вкладів на профілактичні заходи, які пов'язані з запобіганням пожежам та утриманням пожежно-рятувальних підрозділів, перевищують розміри прямих та побічних збитків від них. Для зменшення видатків на вищезазначені заходи державою здійснюються спроби розширення функціональних обов'язків пожежно-рятувальних підрозділів, що приводить до інтенсифікації частоти їх виїздів. У 2011 році [2] було законодавчо встановлено перелік платних послуг, які надаються пожежно-рятувальними підрозділами України юридичним та фізичним особам. У цьому нормативному документі було зазначено, що надання платних послуг не повинно суперечити та перешкоджати основній діяльності підрозділів. Враховуючи стохастичний характер процесу оперативного функціонування пожежно-рятувальних підрозділів, дуже складно визначити оптимальний інтервал часу, коли надання платних послуг не буде вагомо впливати на показники оперативної готовності до виконання дій за призначенням.

Формування мети статті. Метою цього дослідження є визначення оптимального періоду часу для залучання сил та засобів

державних пожежно-рятувальних підрозділів для надання платних послуг населенню з врахуванням належного рівня їх оперативної готовності до виконання дій за призначенням у містах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [3] було проведено дослідження щільності потоку викликів пожежно-рятувальних підрозділів у м. Волгограді, а в роботі [4] подібне дослідження було проведено для м. Москви. Авторами цих робіт було відзначено, що потік викликів, які надходять до пожежно-рятувальних підрозділів, носить яскраво виражений нестационарний характер. Так, кількість викликів у кожній із часів упродовж 13–23-ї години приблизно в 3–4 рази перевищує кількість викликів, які надходять у нічні та ранкові години доби. В роботі [5] було проведено дослідження процесу оперативного функціонування пожежно-рятувальних підрозділів м. Харкова за період 2014 року, зокрема, в цій роботі було проведено дослідження щільності потоку викликів, які надходили до ДПРЧ. Результати досліджень, проведених у роботі [5], також свідчать про нестационарний характер процесу надходження викликів до ДПРЧ м. Харкова. В роботі [1] зазначено, що процес оперативного функціонування пожежно-рятувальних

*E-mail: kalina81@bk.ru

підрозділів з ймовірно-статистичної точки зору може бути описаний певними закономірностями. В роботі [6] було проведено перевірку основних статистичних закономірностей процесу оперативного функціонування ДПРЧ м. Харкова та встановлено, що процес надходження викликів є найпростішим та може бути описаний законом розподілу Пуассона, а часові проміжки між надходженням викликів законом розподілу Ерланга. Відповідно можна висунути гіпотезу про те, що параметри щільності потоку викликів у залежності від часу доби у містах мають деяку залежність, яку можна певним чином описати. Перспективним для досліджень є також той факт, що впродовж доби на вулично-дорожній мережі (ВДМ) спостерігається певна нерівномірність інтенсивності транспортних потоків [7, 8]. Згідно з дослідженнями проведених у роботі [7], параметр інтенсивності транспортного потоку впливає на швидкість руху транспорту, при цьому чим вище інтенсивність транспортного потоку, тим нижча його швидкість, крім цього, чим більший коефіцієнт нерівномірності дорожнього руху, тим більший розхід палива транспортних засобів [9], а це, беззаперечно, є важливим чинником, який необхідно врахувати при визначенні рекомендованого інтервалу часу доби для залучення пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів до надання платних послуг у містах.

Виклад основного матеріалу. За результатами проведеного аналізу літературних джерел, було зроблено висновок про достатньо невелику кількість наукових робіт, в яких були висвітлені питання, що пов'язані з дослідженнями інтенсивності потоку викликів упродовж доби в містах, а тому пропонується провести порівняльний аналіз даних параметрів з містами Харків, Москва та Волгоград, користуючись статистичними даними наведеними у роботах [3-5]. Важливим чинником при виборі згаданих міст для дослідження було те, що вони за показником чисельності населення відносяться до однієї групи – найзначніші поселення (чисельність поселення більше 1 млн. чоловік [10]).

Визначити рівень залежності між параметрами щільності потоку викликів у містах Харкові, Москві та Волгограді можна за допомогою проведення кореляційного аналізу. На рис. 1 зображено графік, який відображає

коефіцієнти нерівномірності щільності потоку викликів у містах Харкові, Москві та Волгограді.

З графіка, зображеного на рис. 1, можна зробити висновок про те, що в нічний час та зранку викликів значно менше, ніж вдень та ввечері. У табл. 1 відображена матриця парних кореляцій, отримана у результаті аналізу числових значень коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби за допомогою програми STATISTICA.

Проаналізувавши матрицю парних кореляцій можна зробити висновок про те, що між коефіцієнтами нерівномірності потоку викликів по годинах доби в аналізованих містах спостерігається сильний зв'язок (коефіцієнт кореляції більше 0,7).

Користуючись рекомендаціями наведеними у роботі [11] у програмному середовищі MS Excel експериментальним шляхом були підібрані лінії тренду, які описують динаміку зміни коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби, а також отримані рівняння ліній тренду, які найкращим чином апроксимують фактичну тенденцію динаміки. Про ступінь близькості отриманих ліній тренду у порівнянні до вихідних даних свідчать коефіцієнти детермінації (R^2), значення яких близькі до одиниці.

На рис. 2 зображений графік зміни коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби в м. Харкові за період 2014 року [7]. Порівнявши числові значення параметрів коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів та коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби в м. Харкові шляхом проведення кореляційного аналізу було отримано коефіцієнт кореляції – 0,7, який свідчить про сильний зв'язок даних величин.

Оптимальний часовий інтервал, коли параметри інтенсивності потоку викликів та інтенсивності транспортних потоків мають найменші значення визначався за принципом наочності графіків, зображених на рис. 1 та рис. 2 тому, що відсутні будь-які науково обґрунтовані методики, користуючись якими можна це зробити. Виходячи з цього, оптимальним часовим інтервалом, коли рекомендується залучати пожежно-рятувальні підрозділи для надання платних послуг населенню, є період з 23:00 до 7:00 год.

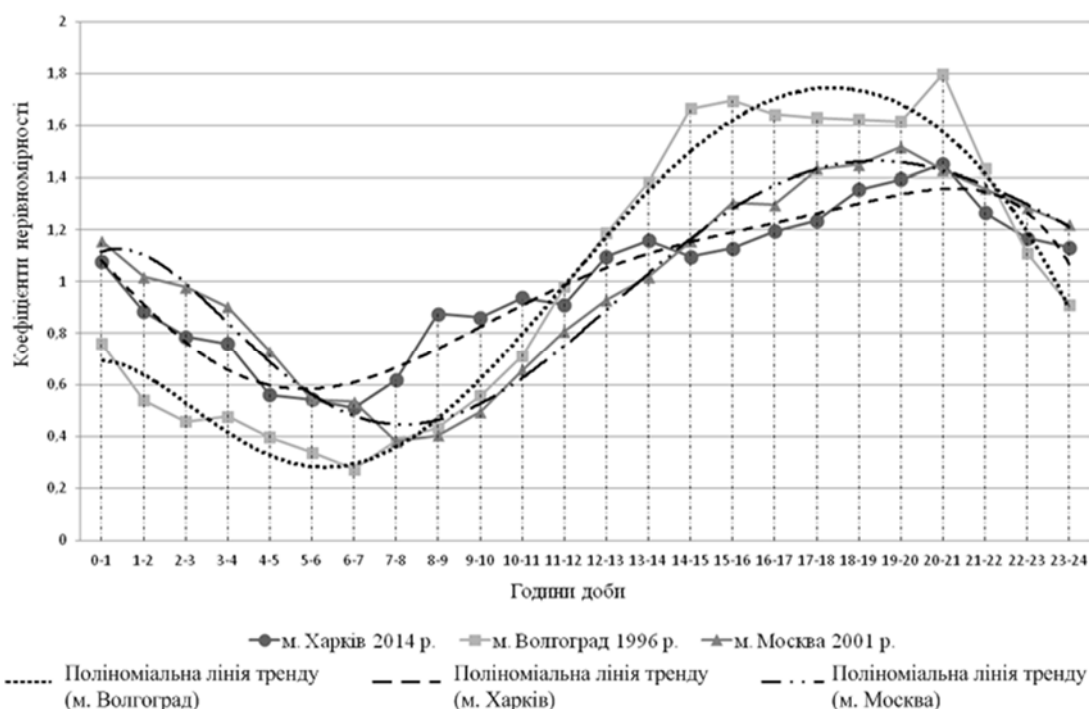


Рисунок 1 - Коефіцієнти нерівномірності потоку викликів по годинах доби у містах Харкові, Москві та Волгограді

Таблиця 1 – Матриця парних кореляцій отримана в результаті аналізу числових значень коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів по годинах доби у містах Харкові, Москві та Волгограді

Періоди і міста досліджень	1996 р. м. Волгоград	2001 р. м. Москва	2014 р. м. Харків
	Числові значення коефіцієнтів кореляції		
1996 р. м. Волгоград	1	0,84	0,90
2001 р. м. Москва	0,84	1	0,86
2014 р. м. Харків	0,90	0,86	1

Для Харкова рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9405$):

$$y = -5 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 4 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,0009 \cdot x^4 + 0,0102 \cdot x^3 - 0,03 \cdot x^2 - 0,1381 \cdot x + 1,2409, \quad (1)$$

де y – величина коефіцієнта нерівномірності; x – відповідний часовий період.

Для Москви рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9856$):

$$y = -3 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,001 \cdot x^4 + 0,0181 \cdot x^3 - 0,1347 \cdot x^2 + 0,2806 \cdot x + 0,952, \quad (2)$$

Для Волгограда рівняння, яке описує лінію тренду, має наступний вигляд ($R^2=0,9746$):

$$y = -4 \cdot 10^{-7} \cdot x^6 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot x^5 - 0,0011 \cdot x^4 + 0,0173 \cdot x^3 - 0,1059 \cdot x^2 + 0,158 \cdot x + 0,6252, \quad (3)$$

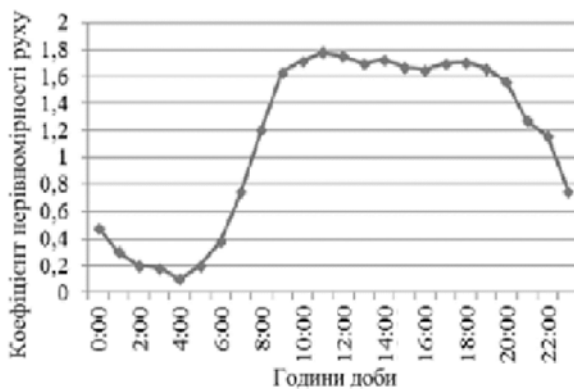


Рисунок 2 - Графік зміни коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у залежності від часу доби

Висновки. У роботі було проведено дослідження потоків викликів, які надходять до пожежно-рятувальних підрозділів упродовж доби у найзначніших поселеннях та встановлено, що:

1) параметри інтенсивності потоків викликів упродовж доби носять яскравий нестационарний характер. Уночі та зранку викликів значно менше, ніж удень;

2) між параметрами потоків викликів у найзначніших поселеннях існують сильні кореляційні зв'язки;

3) криву, яка відображає динаміку коефіцієнтів нерівномірності потоків викликів упродовж доби можна описати поліноміальною лінією тренду, що підтверджують числові показники коефіцієнта детермінації близькі до одиниці;

4) між параметрами коефіцієнтів нерівномірності потоку викликів упродовж доби та коефіцієнтами нерівномірності транспортних потоків упродовж доби в м. Харкові існують сильні кореляційні зв'язки;

5) рекомендований інтервал часу для залучення пожежно-рятувальних підрозділів для надання платних послуг населенню є період з 23:00 до 7:00 год.

Надалі планується провести дослідження методик побудови прогнозних моделей ймовірної кількості викликів, які можуть надходити до пожежно-рятувальних підрозділів найзначніших поселень та шляхом їх порівняння з реальними статистичними даними, визначити рівень їх адекватності і розробити відповідні рекомендації з їх застосування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мировая пожарная статистика: (Отчет № 20) [Электронный ресурс] // Центр пожарной статистики – 2015. - № 20. – Режим доступа к журн.: http://www.ctif.org/sites/default/files//ctif_report20_world_fire_statistics_2015.pdf
2. Постанова КМУ від 26.10.2011 року № 1102 «Деякі питання надання платних послуг підрозділами Міністерства надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1102-2011-п>
3. Соколов С. В. Методологические основы разработки и использования компьютерных имитационных систем для исследования деятельности и проектирования аварийно-спасательных служб в городах: дис. на соискания уч. степени доктора тех. наук: 05.13.10/ Соколов Сергей Викторович. – М., 1999. – 298 с.
4. Климкин В.И. Совершенствование организации и управления оперативной деятельностью пожарных подразделений города Москвы на основе применения технологий имитационного моделирования: дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук: 05.13.10/ Климкин Виктор Иванович. – М., 2005. – 141 с.
5. Ларін О.М. Дослідження параметрів функціонування пожежно-рятувальних підрозділів міста Харкова на сучасному етапі для розробки програмного блока «ПРОГНОЗ НС» / О.М. Ларін, А.Я. Калиновський, Р.І. Коваленко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – 2015. - № 62 (1171). – С. 77-83.
6. Коваленко Р.І. Дослідження основних статистичних закономірностей процесу функціонування державних пожежно-рятувальних частин міста Харкова / Коваленко Р.І. // Сб. науч. трудов «Проблемы пожарной безопасности». – Харьков : НУГЗУ, 2016. – Вып. 39. – С. 129-136.
7. Топчій Р.І. Встановлення зв'язку дорожно-транспортних умов експлуатації автомобільної техніки внутрішніх військ з безпекою руху у населених пунктах [Електронний ресурс] / Р.І. Топчій // Технологический аудит и резервы производства - 2014. – № 1(17). - Т.3. – С. 45-47.– Режим доступу до журн.: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/25289>
8. Бурлуцкий А.А. Обеспечение эффективности функционирования дорожной сети крупного города на основе учета её взаимодействия с потоками пассажирского транспорта (на примере г. Томска) : дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук : 05.23.11 /

- Бурлуцкий Андрей Александрович. – Томск, 2015. – 196 с.
9. Руэский А.В. Влияние организации дорожного движения на расход топлива автомобилями в городских условиях: автореф. дис. на соискания уч. степени канд. тех. наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Руэский Андрей Владимирович. – К., 1986. – 20 с.
10. ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116
11. Литвинчук С.Ю. Информационные технологии в экономике. Анализ и прогнозирование временных рядов с помощью Excel : [Текст] / Литвинчук С. Ю. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2010. – 78 с.

DETERMINE THE OPTIMAL TIME INTERVAL OF A DAY TO ATTRACT FIRE AND RESCUE VEHICLES TO PROVIDE PAID SERVICES IN CITIES

*O. Larin, Doc. of Sc. (Eng.), Prof, A. Kalinovskiy, Cand. of Sc (Eng.), Docent, R. Kovalenko
National university of civil protection, Ukraine*

KEYWORDS

call flows, coefficients of uneven traffic flows, speed traffic flows.

ANNOTATION

The paper has conducted the research of intensity of call flows that are come during 24-hours per day to fire and rescue units in the biggest settlements and determined that it has evident unsteady nature. By means of conducting a correlation analysis, it has been determined a strong connection between the dynamics of call flow density in the huge settlements. With the help of software and experiments, it has been selected trend lines that describe the dynamics of changes of coefficients of uneven call flows during 24-hours, and as well as achieved the equations of trend lines that in the best possible way approximate the actual trend dynamics. By means of correlation analysis it has been determined the strong link between the intensity of the call flow parameters and the intensity of traffic flows during 24-hours in the city, Kharkiv. As a result of studies, it has been determined the optimal time of a day when fire and rescue departments can be recommended to provide paid services.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ СУТОК ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ К ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ ПЛАТНЫХ УСЛУГ В ГОРОДАХ

*А.Н. Ларин, д-р. техн. наук, проф., А.Я. Калиновський, канд. техн. наук, доц., Р.И. Коваленко
Національний університет громадянської захисту України*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

поток вызовов, коэффициенты неравномерности движения транспортных потоков, скорость транспортных потоков.

АННОТАЦИЯ

В работе проведено исследование интенсивности потока вызовов, поступающих на протяжении суток в пожарно-спасательные подразделения в крупных населенных пунктах и установлено, что он носит явный нестационарный характер. Путем проведения корреляционного анализа была установлена между динамика плотности потока вызовов в крупных населенных пунктах. С помощью программного обеспечения экспериментальным путем были подобраны линии тренда, которые описывают динамику изменения коэффициентов неравномерности потока вызовов в течение суток, а также получены уравнения линий тренда, которые наилучшим образом аппроксимируют фактическую тенденцию динамики. Путем проведения корреляционного анализа также было установлено сильная связь между параметрами интенсивности потока вызовов и интенсивности транспортных потоков в течение суток в г. Харькове. По результатам исследований было установлено оптимальное время суток, когда пожарно-спасательным подразделениям можно рекомендовать предоставлять платные услуги.

УДК 355.58.001

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВІАЦІЙНИХ РОБІТ З ПОШУКУ І РЯТУВАННЯ

А.В.Гурник*

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 07.11.2016

Пройшла рецензування: 20.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

статистичне моделювання застосування авіаційних пошуково-рятувальних сил і засобів, фактори впливу на авіаційний пошук і рятування, ресурсне забезпечення авіаційних робіт з пошуку і рятування.

Постановка проблеми. Однією з головних вимог Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) [1], що висувається до держав в галузі безпеки польотів є забезпечення функціонування систем авіаційного пошуку і рятування (АПР).

В Україні впроваджена єдина система проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування (ЄСПАРПР) [2] й визначено порядок ресурсного забезпечення для залучення авіаційних пошуково-рятувальних сил і засобів (АПРСЗ) до проведення АПР.

Водночас, як свідчить практика діяльності ЄСПАРПР, її ресурсне забезпечення не завжди виступає як планомірно здійснюваний, організований і контрольований процес, що обумовлює недостатність використовуваних ресурсів. Таким чином, ресурсне забезпечення ЄСПАРПР потребує його комплексного аналізу й наукового обґрунтування показників та є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На жаль, вітчизняні дослідники лише останнім часом стали приділяти увагу проблемі ресурсного забезпечення ЄСПАРПР [3]. Наразі проведений аналіз літератури показав, що публікації з проблематики визначення обґрунтованих показників фінансового потенціалу, який би дав змогу забезпечувати потребу у ресурсах на організацію і проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування (АРПР) об'єктів у повному обсязі, мають дискусійний характер та лише констатують факт щорічного його зменшення при неухильній тенденції динамічного зростання попиту на ринку авіаперевезень й порівняно

АНОТАЦІЯ

Розглянуто і обґрунтовано дієвий механізм прогнозування обсягів фінансових ресурсів на організацію і проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування. Досліджується можливість підвищення точності здійснення розрахунку показників на забезпечення чергових авіаційних пошуково-рятувальних сил і засобів єдиної системи проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування. За результатами дослідження сформульовано методичні основи для визначення достовірної і обґрунтованої потреби у фінансових ресурсах на забезпечення авіаційних робіт з пошуку і рятування об'єктів, що зазнають лиха.

високій аварійності авіаційного транспорту [4].

Все це дозволяє говорити про необхідність усестороннього вивчення підходів і показників кваліметричного оцінювання ресурсного потенціалу [5] й визначення достовірної і обґрунтованої потреби у фінансових ресурсах на забезпечення АРПР.

Постановка завдання. Оцінка ресурсного потенціалу необхідна, оскільки, виступаючи передумовою відповідальних рішень, дозволяє забезпечувати постійну готовність АПРСЗ до виконання покладених на них завдань по пошуку і рятуванню об'єктів, що зазнають лиха. Дієвим механізмом по виявленню більш вагомих факторів впливу на обсяги фінансових й інших матеріальних ресурсів, складанню прогнозів та планів використання ресурсів ЄСПАРПР, можуть бути методичні основи по формулюванню послідовності (порядку дій) для здійснення розрахунків показників ресурсного забезпечення АРПР.

Виклад основного матеріалу. Забезпечення ресурсами ЄСПАРПР в Україні є одним із найвпливовіших чинників під час організації і проведення АРПР. Для того щоб виявити наскільки ефективно використовуються ресурси потрібно проаналізувати їх динаміку і структуру.

Глибоке і системне вивчення та оцінювання ресурсного забезпечення АРПР й тенденцій його розвитку може здійснюватися за допомогою аналізу стану сучасної авіації та застосування АПРСЗ під час проведення пошуку і рятування об'єктів у послідовності, як показано у розробленій блок-схемі рисунка 1.

*E-mail: gurnikav@gmail.com

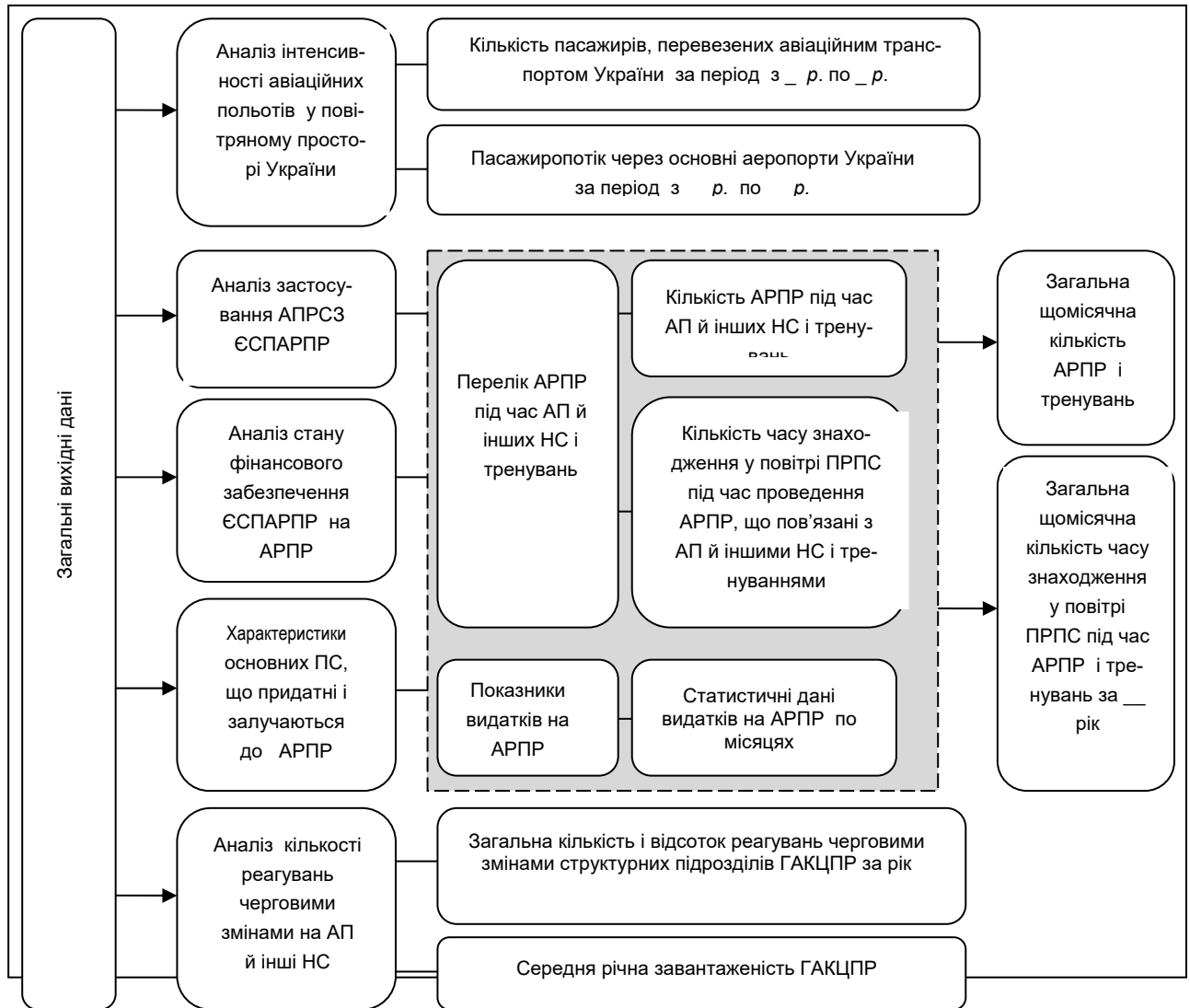


Рисунок 1 – Блок-схема аналізу стану сучасної авіації в Україні та застосування АПРС3 під час проведення пошуку і рятуння об'єктів

За результатами проведеного аналізу стану сучасної авіації та застосування АПРС3 під час проведення пошуку і рятуння об'єктів є змога відпрацювати обґрунтовані управлінські рішення й плани застосування АПРС3 та здійснювати контроль за їх виконанням, виявляти резерви підвищення ефективності та стратегії їх розвитку. Останні можуть бути покладені в основу аналізу факторів, що впливають на зміну ефективності (якості) результатів АРПР, по визначених показниках критерію ефективності.

Критерієм ефективності проведення АРПР є співвідношення їх результату до поставленої мети, досягнутого органом управління ЄСПАРПР під час здійснення робіт по пошуку і рятунню об'єкта [6, 7]. Критерій ефективності виражає найзагальнішу сутнісну ознаку, на основі якої здійснюють оцінку, порівняння реальних результатів пошуку і рятуння об'єктів,

при цьому їх ступінь, якісна сформованість, визначеність критерію виражається у конкретних показниках [8, с. 93].

Найбільш дієвим і продуктивним для подальшого дослідження є визначення показника ефективності для оцінювання основних критеріїв проведення АРПР (економічність, дієвість, результативність, інтенсивність, динамічність). Водночас для об'єктивності показника ефективності ще й доречно враховувати витрати ресурсів, якими забезпечується виконання завдань під час організації та проведення АРПР. Саме тоді показник ефективності проведення АРПР буде її кількісною мірою, що визначає насамперед відповідність досягнутих результатів визначеним цілям з одночасними витратами ресурсів.

За таких умов, виникає потреба використовувати показники, що враховують у розрахун-

ках за основними критеріями проведення АРПР таке:

а) критерій дієвості – кількість своєчасних реагувань АПРСЗ на авіаційні події (АП) та інші надзвичайні ситуації (НС) й обсяг спланованих і витрачених ресурсів.

б) критерій результативності:

1) кількість врятованих людей та майна за результатами проведення АРПР;

2) фактичний обсяг витрачених ресурсів і отриманий рівень економічного ефекту відносно спланованих коштів на організацію і проведення АРПР без зниження оперативності робіт;

в) критерій інтенсивності – кількість проведених АРПР і критерій їх результативності за підсумковий рік.

г) критерій економічності:

1) обсяг фінансових ресурсів, які витрачені на оперативне чергування й утримання АПРСЗ, організацію і проведення АРПР;

2) рівень економічності, як співвідношення отриманого ефекту від витрачених ресурсів до спланованих при здійсненні робіт з пошуку і рятування у першочерговому порядку в повному обсязі;

д) критерій динамічності – рівень економічності, дієвості і результативності реагувань АПРСЗ на АП й інші НС та проведення АРПР об'єктів по місяцях за підсумковий рік.

Подальше вивчення критеріїв і їх показників для оцінки ресурсного забезпечення АРПР передбачається із системних позицій [9], якими є методичні основи, що до того ж базуються на логічних міркуваннях.

Методичні основи дадуть змогу:

а) встановлювати послідовність (порядок) дій згідно вимог до організації і проведення робіт по пошуку та рятуванню об'єктів і їх забезпечення;

б) враховувати в розрахунках показників за визначеними критеріями таке:

1) вимоги до збирання та аналізування інформації про залучення АПРСЗ ЄСПАРП для проведення АРПР;

2) послідовність виконання завдань під час організації і проведення АРПР згідно алгоритму;

3) прогнози розрахунки обсягу фактичної потреби у фінансових ресурсах на забезпечення організації і проведення АРПР;

4) оцінку ефективності грошових витрат на забезпечення організації і проведення АРПР та результативності їх показників;

в) визначати достовірну потребу у фінансових ресурсах на забезпечення АРПР, що зазна-

ють лиха, які б відповідали встановленим цілям для досягнення результатів цих робіт;

г) обґрунтовувати показники фінансових ресурсів для управлінських рішень і планів застосування АПРСЗ.

Оскільки ресурси, що можуть бути виділені на проведення АРПР певного об'єкту, є завжди обмеженими, то для визначення їх достовірної потреби слід шукати компроміс між різними характеристиками властивостей, що можуть бути закладені в наслідки несвоєчасного виявлення об'єкта чи не виявлення його взагалі. Причому, частина властивостей вочевидь обов'язково буде конкурувати одна з одною, що означатиме збільшення позитивних властивостей одних за рахунок погіршення інших.

Керуючись тезою, висунутою в попередньому абзаці, приходимо до висновку, що органи оперативного управління будуть намагатися якомога наблизити до певного еталонного (базового) значення ті показники властивостей, які на їх думку є важливішими – тобто такими, що мають більші значення вагових коефіцієнтів [10]. Певним еталоном (базовим значенням) можуть бути існуючі стандарти, нормативи, інші визначені оптимальні рівні.

Відтак значення вагових коефіцієнтів, в загальному методологічному підході до дослідження ресурсного обґрунтування АРПР, мають враховуватися для оцінювання внеску окремого показника за основними критеріями проведення АРПР в інтегральне значення відносного комплексного показника.

Спочатку визначаються методом статистичного опрацювання вагові коефіцієнти показників і отримуються їх еталонні (базові) та найгірші допустимі значення в різних одиницях виміру. У подальшому здійснюється розрахунок відносних показників і комплексного відносного показника у безрозмірному вигляді (в коефіцієнтах (частках) $\rightarrow 1$, процентах (%) $\rightarrow 100\%$) із застосуванням залежностей [3, с. 165-173]:

$$P_j = \frac{P_{jB} - P_{j\delta\delta}}{P_{jM} - P_{j\delta\delta}} \quad (1)$$

де P_{jB} – j -ий відносний показник;

$P_{j\delta\delta}$ – найгірше допустиме значення j -ого показника;

P_{jM} – еталонне (базове) значення j -го показника.

$$Q = \sum_j^n = 1 k_j P_j \quad (2)$$

де Q – комплексний відносний показник;

k_j – коефіцієнт вагомості i -го показника;

P_j – відносний показник;

n – число оцінюваних показників.

Шукані відносні показники наділені рядом важливих загальних властивостей. За умови, що величини номінальних і гранично допустимих значень $\Delta_{\gamma} = |\overline{P_{jM}} - P_{j\delta\delta}|$ показників встановлено вірно для j -го показника властиво-

стей, закладання їх значень у здійснювані розрахунки суті змісту за розробленою блок-схемою рисунка 2 надасть змогу прогнозувати фактичний результат пошуку об'єкта і визначити загальну потребу у фінансових ресурсах на проведення АРПП до досягнення запланованого результату.

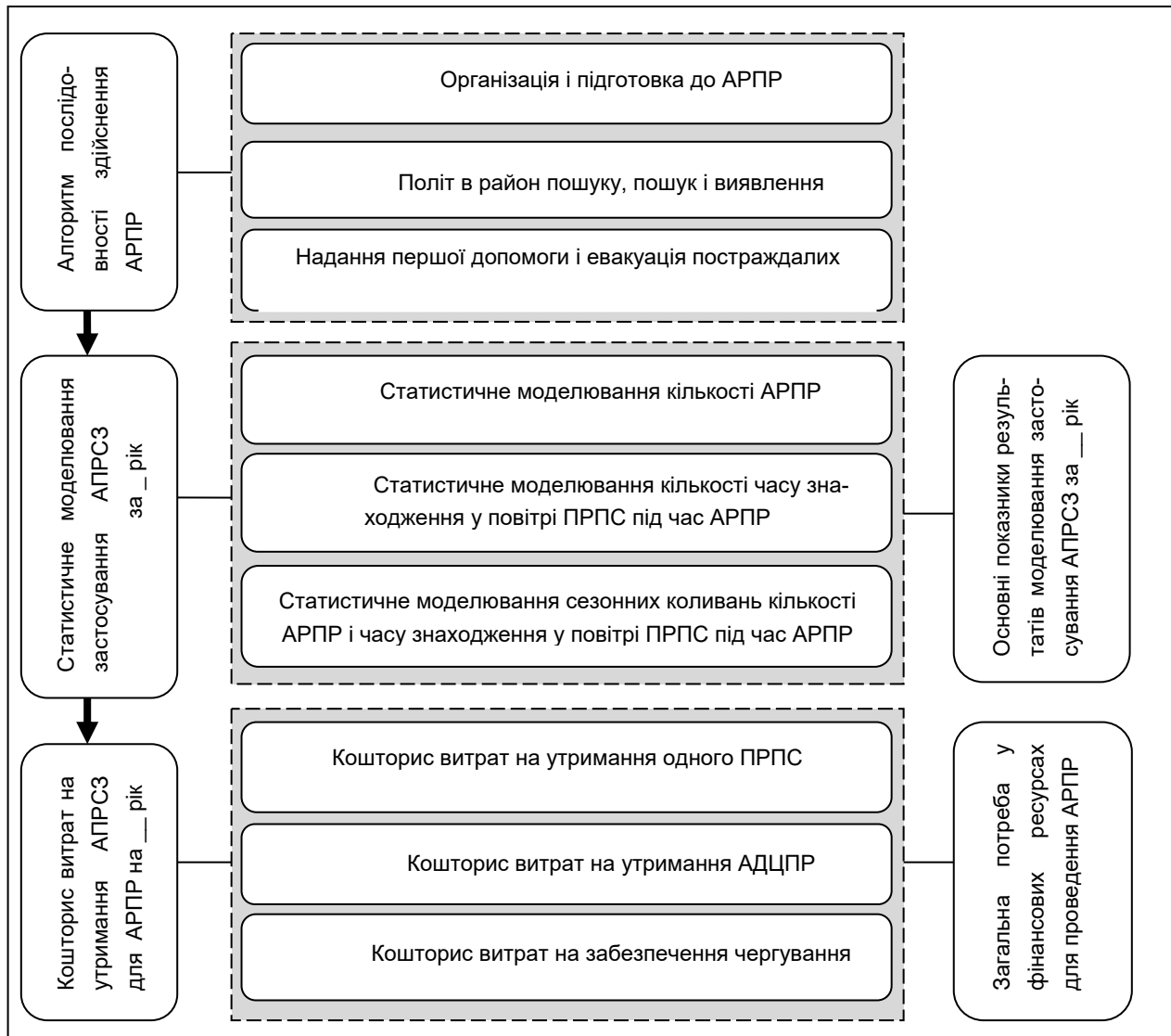


Рисунок 2 – Блок-схема прогнозування результату пошуку об'єкта і визначення загальної потреби у фінансових ресурсах на АРПП

Такий висновок є логічним, але не обов'язково однозначним, оскільки у поєднанні оперативності на прийняття рішення по пошуку об'єкта в умовах невизначеності зазначені розрахунки буде важко або не завжди можливо виконувати на практиці. У випадках, коли важко або неможливо використати даний об'єктивний метод, можна використати, як його

«модифікацію» – метод часткових коефіцієнтів кореляції, або експертний метод.

Метод часткових коефіцієнтів кореляції передбачає оцінювання потенціалу АПРСЗ і стану організації та проведення АРПП, що характеризує кошторис витрат на основні види забезпечення (матеріально-технічне, інформаційне, навчально-методичне тощо), через розрахований єдиний комплексний вимірник (індика-

тор) – коефіцієнт забезпеченості. Формули розрахунку для вищезгаданих видів забезпечення показано в таблиці 1

Таблиця 1 – Вимірник (індикатор) оцінки забезпечення АПРСЗ ЄСПАРПР

Вимірник забезпечення ресурсами	Формули розрахунку вимірників	Признак реалізації завдань
Показники, що характеризують матеріально-технічне (mtz), інформаційне (i), навчально-методичне (fc), фінансове (ϕ) забезпечення, де відповідно: K_{mtz} , K_i , K_{fc} , K_{ϕ} – коефіцієнти забезпеченості ресурсами; F_{mtz} , F_i , F_{fc} , F_{ϕ} – фактична забезпеченість ресурсами; P_{mtr} , P_i , P_{fc} , P_{ϕ} – потреба у ресурсах	$K_{mtzj} = \frac{F_{mtzj}}{P_{mtrj}} \times 100\% \quad (3)$ $K_i = \frac{F_i}{P_i} \times 100\% \quad (4)$ $K_{fc} = \frac{F_{fc}}{P_{fc}} \times 100\% \quad (5)$ $K_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{P_{\phi}} \times 100\% \quad (6)$	$K_{mtzj} \rightarrow 100\%$ $K_i \rightarrow 100\%$ $K_{fc} \rightarrow 100\%$ $K_{\phi} \rightarrow 100\%$

Серед методів визначення вагових коефіцієнтів можна виділити також групу, що базується на вартісному принципі (метод вартісних регресивних залежностей) [11]. Коротко метод можна охарактеризувати так: вагомість i -ої характеристики властивостей показника приймається пропорційною до величини затрат, необхідних для забезпечення АРПР.

Якщо важко або неможливо використати об'єктивні методи, значення вагових коефіцієнтів показників на практиці традиційно базується на евристичному принципі, коли вагомість i -го показника переважно приймається як середнє значення, встановлене деякою кількістю експертів [12]. Також доцільно використовувати змішаний метод, що базується на використанні спеціалізованого математичного апарату опрацювання інформації, і отриманої інформації за результатами експертного оцінювання.

В окрему групу, при визначенні послідовності АРПР і їх обсягу, можна виділити ймовірнісні методи [13]. З отриманням інформації про АП й інциденти передбачається організація і проведення АРПР в межах ЄСПАРПР. У той же час АРПР здійснюються з врахуванням допущення, яке передбачає, що ЄСПАРПР може знаходитися в багатьох станах із безлічі – A^n , що розглядаються, i де n – кількість параметрів, які характеризують АРПР, кожна з яких може знаходитися в одному з A станів. Крім того, передбачається, що характер пошуково-рятувальної операції є однозначно визначеним. Для опису процесу здійснення АРПР, коли переходить із стану в стан здійснюються у випадковій моменти часу, може бути використана схема випадко-

вого процесу з дискретними станами і безперервним часом.

У формалізованому вигляді визначення послідовності й обсягів АРПР можна представити таким чином [14].

Вводиться для розгляду ЄСПАРПР, яка може знаходитися в станах $G \{0, 1, \dots, L\}$. Причому процес зміни станів ЄСПАРПР можна представити у вигляді безперервного марківського ланцюга, в якому станом L є стан роботи, а 0 – стан системи. При цьому зміна робіт проводиться через рівні інтервали часу ($t = 0, 1, \dots, 1$), виходячи з допущення про те, що в дані моменти часу один із станів i системи безлічі G ($i \in G$) заздалегідь відомо. Тоді послідовність АРПР, що створюють марківський ланцюг із перехідними станами, можна представити так:

$$g_{ij} = P[x(t + 1)] = j [x(t)] \quad (7)$$

Значення ймовірності g_{ij} визначаються вимогами до АРПР в межах ЄСПАРПР згідно встановлюваних правил їх проведення. Для перехідної ймовірності можна використати вираз у такому вигляді:

$$\begin{cases} g_{i0} = 0, \text{ при } i < L \\ g_{iL} > 0, \text{ при } n \geq 1 \text{ і } j < L \\ g_{i0} = 1 \end{cases} \quad (8)$$

де n – кількість АРПР в межах ЄСПАРПР.

Для ЄСПАРПР, що знаходиться в деякому стані i процедура організації і проведення АРПР здійснюється згідно правил АПР [7] й пов'язана з визначенням параметра питомих

витрат C_{ik} та значення ймовірності $g_{ij}(k)$ – переходу ЄСПАРПР із стану i у стан j .

З урахуванням встановлюваного обмеження на відсутність залежності наведених вище показників від часу t рішення, що приймається на проведення АРПР, буде відповідати такий вираз:

$$P_{ij} [X_{t+1} = j (X_0, X_1, \dots, X_t) = 1] = \sum_{k=1}^k g_{ij}(k) D_{ik}, \quad (9)$$

При $\sum_{k=1}^k D_{ik} = 1$

де X_0, X_1, \dots, X_t – послідовність АРПР в межах ЄСПАРПР;

$g_{ij}(k)$ – ймовірність переходу ЄСПАРПР із стану i у стан j у послідовності k згідно правил АРПР в Україні ($i, j = 0, 1, \dots, L$);

P_{ij} – ймовірність керованого переходу ЄСПАРПР з одного стану в інший.

Запроваджені правила АПР d_k дозволяють розглядати як результати такі типи рішень, що приймаються:

- а) залишити ЄСПАРПР в деякому стані повсякденного режиму функціонування i ;
- б) змінити стан ЄСПАРПР i до $j \neq i$.

Тоді гранично допустиме значення питомих витрат ресурсів на АРПР можна представити як:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^T \frac{1}{T} E [f(X_1)] = \sum_{j \in G} \pi_i f_c(j), \quad (10)$$

при обмеженні на єдність існування і виконання відносно π_j сукупності таких умов:

$$\begin{aligned} \pi_j &\geq 0; \\ \pi_j &= \sum_{j \in G} \pi_i P_{ij} \\ \sum_{j \in G} \pi_i &= 1 \end{aligned} \quad (11)$$

де $f_c(j)$ – функція середніх питомих витрат ресурсів, пов'язана з АРПР в межах ЄСПАРПР і перебуванням ЄСПАРПР у стані j ;

π_j – ймовірність прийняття рішення.

У загальному випадку завдання визначення послідовності АРПР в ЄСПАРПР може бути сформульоване як завдання лінійного програмування,

де функція витрат ресурсів визначається так:

$$f_c(j) = \sum_{k=1}^k D_{jk} C_{jk}, \quad j = 0, 1, \dots, L \quad (12)$$

де C_{jk} – параметр питомих витрат ресурсів по прийнятому рішення (у послідовності k) згідно запроваджених правил АПР на здійснення АРПР.

Тоді, відповідно до прийнятого допущення про знаходження ЄСПАРПР в стані j , чисельне значення ймовірності μ_{ik} ухвалення рішення k можна визначити так:

$$\mu_{ik} = \pi_j D_{jk}, \quad j \in G, k = 1, 2, \dots, K \quad (13)$$

Це дозволяє вираз (10) з урахуванням (13) привести до такого виду:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{i=0}^T C_t = \sum_{j=0}^L \pi_j \sum_{k=1}^K D_{jk} C_{jk}, \quad j = 0, 1, \dots, L \quad (14)$$

Отже, у формалізованому вигляді виконання завдання можна представити так:

$$\sum_{j=0}^m \sum_{k=1}^k \mu_{ik} C_{jk} \rightarrow \min, \quad (15)$$

при виконанні таких обмежень, як:

$$x_{jk} \geq 0, \quad j \in G, k = 1, 2, \dots, K;$$

$$\sum_{k=1}^k \mu_{ik} - \sum_{j \in G} \sum_{k=1}^k \mu_{ik} g_{ij}(k) \quad (16)$$

$$\sum_{j \in G} \sum_{k=1}^k \mu_{ik} = 1 \quad (\text{умова унормування ресурсами}).$$

Представлене виконання завдання (15) і (16) по пошуку і рятуванню дозволяє набути чисельних значень витрат ресурсів на кожному етапі здійснення АРПР згідно з вимогами правил АПР.

Формалізація рішення задачі по визначенню порядку і обсягу АРПР з використанням ймовірнісних методів передбачає високу ступінь достовірності визначення стану ЄСПАРПР і забезпечує визначення:

- а) необгрунтованого завищення обсягу виконуваних АРПР з низьким рівнем ефективності їх виконання;

б) необґрунтованого виключення з етапів проведення АРПР необхідного обсягу робіт з метою досягнення зниження кількості летальних випадків і максимально можливого числа евакуйованих пасажирів з мінімальними витратами ресурсів.

Висновок. Майже всі запропоновані методи потребують початкової апріорної інформації, що може бути отримана тільки в результаті спеціально організованих для цього досліджень. Більшість цих методів передбачають наявність тої чи іншої вхідної інформації, отриманої за участю експертів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 11.07.2000 N 112-IV «Про ратифікацію протоколів, що стосуються зміни Конвенції про міжнародну цивільну авіацію (Чиказька конвенція 1944 р.)»: додаток 12 «Пошук і рятування».
2. Указ Президента України від 02.09.1997 № 937 «Про заходи щодо впровадження в Україні єдиної системи проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування».
3. Методика наукового обґрунтування показників ресурсного забезпечення єдиної системи проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування в Україні під час організації та проведення авіаційного пошуку і рятування / УкрНДІЦЗ, НДР «АВІАПОШУК-РЕСУРС», К. –2015.- 265 с.
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році / Державна служба України з надзвичайних ситуацій, К. –2015. – С 214-221.
5. Варжапетян А.Г. Кваліметрія: учеб. пособие / А.Г. Варжапетян. – СПбГУАП. – СПб., 2005. – 176 с.
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 14.11.2012 № 1037 «Про заходи щодо вдосконалення організації та проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування».
7. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 16.03.2015 № 279 «Про затвердження Правил авіаційного пошуку і рятування в Україні».
8. Галімов А.В. Теоретично-методичні засади підготовки майбутніх офіцерів – прикордонників до виховної роботи з особовим складом : монографія / А. В. Галімов. – Хмельницький : Вид-во Нац. академії Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького, 2004. – 376 с.
9. Гурник А.В., Козловський В.О., Шабала В.І. Аналіз функціонування авіаційного пошуку та рятування в Україні із застосуванням системного підходу / А.В. Гурник // Науковий вісник Академії муніципального управління: Серія «Техніка». – 2012. – № 5. – С. 38–49.
10. Лисицкий В.В., Методы задания весовых коэффициентов при оценке эффективности функционирования РЛС надгоризонтного обзора / В.В. Лисицкий, И.Н. Корнейко // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2009. – №5. – С. 87-96.
11. Шаповал М.І. Менеджмент якості: підручник./ М.І. Шаповал. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2003. – 475 с.
12. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений: монография./ Б.Г. Литвак – М.: Патент, 1996. – 190 с.
13. Волощенко, А. Б. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч.-метод. посібник / А. Б. Волощенко, І. А. Джалладов. – К. : КНЕУ, 2005. – 256 с. – ISBN 966-574-459-3.
14. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики: навч. посіб. / К. Г. Валєєв, І. А. Джалладова. – К. : КНЕУ, 2005. – 351 с. – ISBN 966-574-855-6.

Через практичне неврахування інколи фактичної якості та ймовірності оцінювання значень показників, об'єктивні й аналітичні методи все ж таки містять суб'єктивну складову, що прямо чи опосередковано впливає на значення вагових коефіцієнтів. Водночас, їх подальше системне дослідження буде сприяти більш достовірному і обґрунтованому: здійсненню оперативного, поточного й перспективного планування; накопиченню і розподілу ресурсів; визначенню потреби на забезпечення АРПР, а також дасть змогу одержувати соціальний, організаційний і економічний ефекти від діяльності ЄСПАРП.

METHODICAL BASES FOR INDEXES EXPLANATION OF THE RESOURCE PROVISION OF AVIATION WORKS FOR SEARCH AND RESCUE

A. Gurnyk

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

statistical modeling of aviation search and rescue forces and facilities, factors of influence on aviation search and rescue, resource provision of aviation works for a search and rescue

ANNOTATION

The effective mechanism of volumes prognostication of financial resources was considered and reasoned for organization and conducting of aviation works for a search and rescue. Increase possibility of calculation for realization exactness of indexes has been researched to provide duties of aviation search and rescue forces and facilities of the unique system of conducting of aviation works for search and rescue. Due to the results of research, the methodical bases are formulated for determination of reliable and reasonable requirements in financial resources for providing aviation works for search and rescue of objects which are suffered from accidents.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ПОИСКУ И СПАСАНИЮ

А.В. Гурник

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

статистическое моделирование применения авиационных поисково-спасательных сил и средств, факторы влияния на авиационный поиск и спасание, ресурсное обеспечение авиационных работ по поиску и спасанию.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен и обоснован действенный механизм прогнозирования объемов финансовых ресурсов на организацию и проведение авиационных работ по поиску и спасанию. Исследуется возможность повышения точности осуществления расчета показателей на обеспечение дежурных авиационных поисково-спасательных сил и средств единой системы проведения авиационных работ по поиску и спасанию. За результатами исследования сформулированы методические основы для определения достоверной и обоснованной потребности в финансовых ресурсах на обеспечение авиационных работ по поиску и спасанию объектов, терпящих бедствие.

УДК 614.841.45

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СТАЛЕВИХ ПЛАСТИН З ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ В УМОВАХ ВОГНЕВОГО ВПЛИВУ ЗА СТАНДАРТНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПОЖЕЖІ

С.В. Новак*, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 14.11.2016
Пройшла рецензування: 08.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

вогнезахисне покриття, вогнестійкість, зведена товщина сталевих профілю, критична температура сталі, сталева конструкція, стандартний температурний режим пожежі, теплофізичні характеристики.

АНОТАЦІЯ

Наведено постановку задачі, метод та результати розрахунку значень часу досягнення критичної температури сталі для зразків сталевих конструкцій, які мають різні значення зведеної товщини сталевих профілю та товщини вогнезахисних покриттів, в умовах вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі. Встановлено, що експерименти на зразках зменшених розмірів доцільно проводити із застосуванням сталевих пластин, які мають дві товщини (мінімальну 5 мм та максимальну 10 мм), і шару вогнезахисного покриття на них, який має три значення товщини: мінімальне, середнє та максимальне.

Згідно з національним стандартом України ДСТУ Б В.1.1-17 [1] і європейським стандартом ENV 13381-4 [2] для визначення характеристики вогнезахисної здатності покриття (1) проводять випробування певного набору зразків сталевих конструкцій з вогнезахисним покриттям у стандартному температурному режимі. Цей набір, у загальному випадку, містить дві навантажені балки (довжиною 4 м) і дві ненавантажені балки (довжиною 1 м) з вогнезахисним покриттям, а також 10 ненавантажених коротких колон (заввишки 1 м) з вогнезахисним покриттям.

$$d_{P\min} = f\left(\frac{V}{A_p}, \theta_{cr}, t_{fi,requ}\right), \quad (1)$$

де $d_{P\min}$ – мінімальна товщина вогнезахисного покриття, м;

V/A_p – зведена товщина сталевих профілю конструкції, м;

V – об'єм сталевих профілю конструкції, м³;
 A_p – площа поверхні сталевих профілю конструкції, яка піддається вогневому впливу, м;
 θ_{cr} – критична температура сталі, °С;
 $t_{fi,requ}$ – нормована межа вогнестійкості, хв.

У таблиці 1 наведено стандартний набір з 10 коротких колон, із зазначенням параметрів зразків – профільного коефіцієнта перерізу і товщини вогнезахисного покриття. У таблиці 2 для цих колон наведено значення зведеної товщини сталевих профілю і товщини вогнезахисного покриття. У цих випробуваннях на кожному зразку (на поверхні їх металевих частин) встановлюють термопари і визначають залежності температури зразків від часу нагріву.

Таблиця 1 – Стандартний набір з 10 зразків коротких сталевих колон

Типорозміри сталевих профілів	HEM 280	HEB 450	HEB 300	HEA 400	HEA 300	HEA 200	IPE 200
Профільний коефіцієнт перерізу $A_p/V, \text{м}^{-1}$	70	95	116	135	153	212	269
Мінімальна товщина вогнезахисного покриття d_{min}	X		X		X	X	
Середня товщина вогнезахисного покриття d_{med}	X						X
Максимальна товщина вогнезахисного покриття d_{max}		X			X	X	X

Примітка: Позначення "X" вказує на обов'язкові 10 зразків, які повинні бути випробувані.

*E-mail: novak.s.fire@gmail.com

Таблиця 2 – Значення зведеної товщини сталевого профілю і товщини вогнезахисного покриття для 10 зразків коротких колон зі стандартного набору

№ зразка	Зведена товщина сталевого профілю V/A_p , мм	Товщина вогнезахисного покриття d_p
1	14,29	d_{min}
2	14,29	d_{med}
3	10,53	d_{max}
4	8,621	d_{min}
5	6,536	d_{min}
6	6,536	d_{max}
7	4,717	d_{min}
8	4,717	d_{max}
9	3,717	d_{med}
10	3,717	d_{max}

За отриманими експериментальними даними розраховують коригувальні коефіцієнти, які враховують відмінності у товщині покриття і температурах на зразках навантажених і ненавантажених балок. Відкориговані за допомогою цих коефіцієнтів значення середньої температури сталевого профілю кожного з 10 зразків колон, отримані для різної тривалості вогневого впливу за стандартним температурним режимом, використовують як вихідні дані для розрахунку залежності (1), яку представляють у табличній формі. У цій таблиці результати розрахунку мінімальної товщини вогнезахисного покриття наводять для значень критичної температури сталі 350 °С, 400 °С, 450 °С, 500 °С, 550 °С, 600 °С, 650 °С, 700 °С, 750 °С та зведеної товщини сталевого профілю від 2,5 мм до 25 мм.

Для ефективної реалізації зазначеного вище методу визначення залежності (1) важливо мати точні дані про значення мінімальної d_{min} і максимальної d_{max} товщини вогнезахисного покриття, які повинні бути при випробуваннях. Помилка у завданні цих значень може призвести до отримання даних щодо вогнезахисної здатності покриття не для всього діапазону нормованої межі вогнестійкості та критичної температури сталі, що у свою чергу, у ряді випадків, викличе необхідність проведення повторних випробувань. Зокрема, якщо величину d_{max} або d_{min} занижено, то під час випробувань для тривалості вогневого впливу, яка відповідає нормованій межі вогнестійкості $t_{fi,requ}$, на сталевому елементі зразків може бути не досягнуто температури 750 °С, що вимагається умовами проведення випробувань, наведеними в [1, 2]. Застосування завищеного значення d_{max} може призвести до отримання невірних результатів випробувань через погіршення здатності вогнезахисного покриття до злипання (зчеплення) з металевою

поверхнею зразків за такої завищеної його товщини.

З огляду на значні трудомісткість і матеріальні витрати, які мають місце при реалізації вищезазначеного стандартизованого методу, є доцільним попередньо проводити експериментальне визначення значень температури сталевих пластин з вогнезахисним покриттям для різної тривалості вогневого впливу за стандартним температурним режимом пожежі на зразках зменшених розмірів [3], за результатами якого встановлювати мінімальну d_{min} і максимальну d_{max} товщини вогнезахисного покриття. У методиці проведення цих експериментів невирішеним є питання щодо параметрів зразків. Тому метою даних розрахункових досліджень було визначення мінімальної кількості і товщини сталевих пластин, а також значень товщини вогнезахисного покриття, які необхідно застосовувати під час проведення експериментів на зразках зменшених розмірів.

Метод розв'язання задачі та результати розрахунків

Для розв'язання поставленої задачі застосовано метод, заснований на проведенні обчислювального експерименту, що імітує випробування в вогневої печі зразків захищених сталевих конструкцій шляхом розв'язання теплотехнічної задачі. При розв'язанні теплотехнічної задачі визначали залежність температури сталі від часу вогневого впливу за стандартним температурним режимом і використовували математичну модель процесу теплопровідності в одновимірній нелінійній постановці, яка містить такі рівняння:

$$c_p \rho_p \frac{\partial \theta_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_p \frac{\partial \theta_p}{\partial x} \right), \quad (2)$$

$$0 < x < d_p; \theta_p = \theta_p(x, t); 0 < t < t_{fi,requ},$$

– початкова умова: $\theta_p(x, 0) = \theta_0$, (3)

– гранична умова на обігрівній поверхні покриття, при $x = d_p$:

$$\lambda_p \frac{\partial \theta_p}{\partial x} = \alpha^* (\theta_{g,t} - \theta_m), \quad (4)$$

де $\alpha^* = \alpha_c + \Phi \cdot \varepsilon_m \cdot \varepsilon_f \cdot \sigma [(\theta_{g,t} + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4] / (\theta_{g,t} - \theta_m)$, (5)

– гранична умова на внутрішній поверхні покриття, при $x = 0$:

$$\lambda_p \frac{\partial \theta_p}{\partial x} = c_a \rho_a \frac{V}{A_p} \frac{\partial \theta_p}{\partial t}, \quad (6)$$

$$\theta_a(t) = \theta_p(0, t), \quad (7)$$

де x – координата в покритті ($x = 0$ відповідає місцю контакту покриття зі сталеву поверхню), м;

t – час, с;

$t_{fi,requ}$ – час, який відповідає нормованій межі вогнестійкості, с;

α_c – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією на обігрівній поверхні покриття,

$\alpha_c = 25$ Вт/(м·К);

α^* – сумарний коефіцієнт тепловіддачі конвекцією та тепловою радіацією на обігрівній поверхні покриття, Вт/(м·К);

Φ – кутовий коефіцієнт, $\Phi = 1,0$;

ε_m – коефіцієнт теплового випромінювання обігрівної поверхні покриття, $\varepsilon_m = 0,8$;

ε_f – коефіцієнт теплового випромінювання полум'я, $\varepsilon_f = 1,0$;

σ – стала Стефана Больцмана,

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴);

θ_a – температура сталі, °С;

$\theta_{g,t}$ – температура газового середовища в момент часу t , яка змінюється за стандартним температурним режимом, °С;

θ_m – температура обігрівної поверхні покриття, °С;

θ_0 – початкова температура, $\theta_0 = 20$ °С;

θ_p – температура покриття, °С;

λ_p – теплопровідність покриття, Вт/(м·К);

c_a – питома теплоємність сталі відповідно до [4], Дж/(кг·К);

c_p – питома теплоємність покриття, Дж/(кг·К);

ρ_p – густина покриття, кг/м³;

ρ_a – густина сталі, $\rho_a = 7850$ кг/м³[4].

Розрахунки проводили для 10 зразків, параметри яких визначали, виходячи з даних таблиці 2 і максимальної тривалості вогневого впливу 240 хв, і розглядали два такі варіанти зміни теплофізичних характеристик (далі – ТФХ) вогнезахисного покриття:

– постійні малі значення ТФХ: теплопровідність $\lambda_p = 0,03$ Вт/(м·К), питома об'ємна теплоємність $c_p \rho_p = 3 \cdot 10^4$ Дж/(м³·К);

– постійні великі значення ТФХ: теплопровідність $\lambda_p = 0,3$ Вт/(м·К), питома об'ємна теплоємність $c_p \rho_p = 3 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К).

Наведені значення ТФХ покриттів обрані, виходячи з можливого діапазону їх зміни. Зокрема малі ТФХ мають реактивні вогнезахисні покриття, які значно збільшують свою товщину (у десятки разів) під час вогневого впливу. Великі ТФХ мають вогнезахисні покриття, які мають значну густину (наприклад, покриття з бетону).

Теплотехнічну задачу розв'язували методом кінцевих різниць з використанням неявної схеми апроксимації [5]. У таблицях 3 і 4 наведені параметри зразків, які були використані при проведенні обчислювального експерименту для вищенаведених варіантів зміни ТФХ.

Таблиця 3 – Параметри зразків для проведення обчислювального експерименту при таких значеннях ТФХ вогнезахисного покриття: $\lambda_p = 0,03$ Вт/(м·К), $c_p \rho_p = 3 \cdot 10^4$ Дж/(м³·К)

№ зразка	Зведена товщина сталевого профілю V/A_p , мм	Товщина вогнезахисного покриття d_p , мм
1	14,29	2,141
2	14,29	3,051
3	10,53	3,961
4	8,621	2,141
5	6,536	2,141
6	6,536	3,961
7	4,717	2,141
8	4,717	3,961
9	3,717	3,051
10	3,717	3,961

Таблиця 4 – Параметри зразків для проведення обчислювального експерименту при таких значеннях ТФХ вогнезахисного покриття: $\lambda_p = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $c_p\rho_p = 3\cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3\cdot\text{К)}$

№ зразка	Зведена товщина сталевого профілю V/A_p , мм	Товщина вогнезахисного покриття d_p , мм
1	14,29	17,67
2	14,29	22,09
3	10,53	26,51
4	8,621	17,67
5	6,536	17,67
6	6,536	26,51
7	4,717	17,67
8	4,717	26,51
9	3,717	22,09
10	3,717	26,51

У таблицях 5 і 6 наведені розрахункові значення часу досягнення критичної температури сталі для зразків № 1 – № 10, отримані для розглянутих варіантів зміни ТФХ вогнезахисного покриття.

З аналізу отриманих розрахункових даних випливає, що на інтенсивність прогріву зразків (на значення часу досягнення критичної температури) значно впливає як зведена товщина сталевого профілю, так і товщина вогнезахисного покриття. Наприклад, для варіанта з малими ТФХ при однаковій товщині вогнезахисного покриття 2,141 мм (зразки № 1, 4, 5, 7, див. таблицю 5 і рис. 3) значення часу t_{500}

досягнення критичної температури сталі 500 °С змінюється від 31,75 хв (зразок № 7, зведена товщина 4,717 мм) до 71,80 хв (зразок № 1, зведена товщина 14,29 мм) і максимальна відмінність у цьому часі становить 55,8%. Для варіанта з великими ТФХ і тих же зразків (товщина вогнезахисного покриття 17,67 мм) значення часу досягнення критичної температури сталі 500 °С змінюється від 55,00 хв (зразок № 7, зведена товщина 4,717 мм) до 86,77 хв (зразок № 1, зведена товщина 14,29 мм) і максимальна відмінність у часі досягнення критичної температури сталі 500 °С становить 36,6%, що трохи нижче, ніж для варіанта з малими ТФХ.

Таблиця 5 – Розрахункові значення часу досягнення критичної температури сталі, отримані розв’язанням теплотехнічної задачі при таких значеннях ТФХ вогнезахисного покриття: $\lambda_p = 0,03 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $c_p\rho_p = 3\cdot 10^4 \text{ Дж}$

Критична температура θ_{cr} , °С	350	400	450	500	550	600	650	700	750
№ зразка	Розрахункове значення часу досягнення критичної температури, хв								
1	44,53	52,70	61,72	71,80	83,23	96,42	111,68	130,63	181,72
2	58,35	69,17	81,12	94,47	109,62	127,07	147,25	172,32	240,00
3	56,43	67,05	78,82	92,02	107,12	124,62	144,98	170,55	240,00
4	30,30	35,90	42,13	49,13	57,17	66,53	77,50	91,32	128,83
5	24,65	29,23	34,33	40,12	46,78	54,62	63,87	75,63	107,66
6	38,98	46,38	54,63	63,98	74,77	87,38	102,28	121,25	173,12
7	19,40	23,03	27,12	31,75	37,17	43,57	51,22	61,08	88,02
8	30,42	36,23	42,77	50,20	58,85	69,07	81,25	96,95	140,07
9	20,95	24,95	29,45	34,62	40,63	47,82	56,45	67,68	98,50
10	25,42	30,35	35,88	42,20	49,60	58,42	69,02	82,82	120,82

Таблиця 6 – Розрахункові значення часу досягнення критичної температури сталі, отримані розв'язанням теплотехнічної задачі при таких значеннях ТФХ вогнезахисного покриття: $\lambda_p = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, $c_p \rho_p = 3 \cdot 10^6 \text{ Дж/(м}^3\cdot\text{К)}$

Критична температура θ_{cr} , °C	350	400	450	500	550	600	650	700	750
№ зразка	Розрахункове значення часу досягнення критичної температури, хв								
1	58,73	67,23	76,52	86,77	98,25	111,28	126,15	144,23	188,72
2	74,78	85,37	96,87	109,52	123,63	139,60	157,75	179,70	232,72
3	81,88	92,85	104,72	117,75	132,23	148,55	167,00	189,23	240,47
4	47,15	53,63	60,70	68,50	77,25	87,18	98,57	112,43	145,20
5	42,62	48,33	54,55	61,42	69,10	77,83	87,85	100,05	128,05
6	70,12	79,10	88,83	99,47	111,27	124,52	139,52	157,50	196,55
7	38,50	43,52	48,98	55,00	61,73	69,38	78,17	88,85	112,35
8	64,45	72,52	81,23	90,75	101,30	113,12	126,47	142,42	175,38
9	47,92	53,92	60,43	67,57	75,48	84,42	94,55	106,72	131,68
10	61,23	68,78	76,95	85,83	95,68	106,68	119,12	133,90	163,32

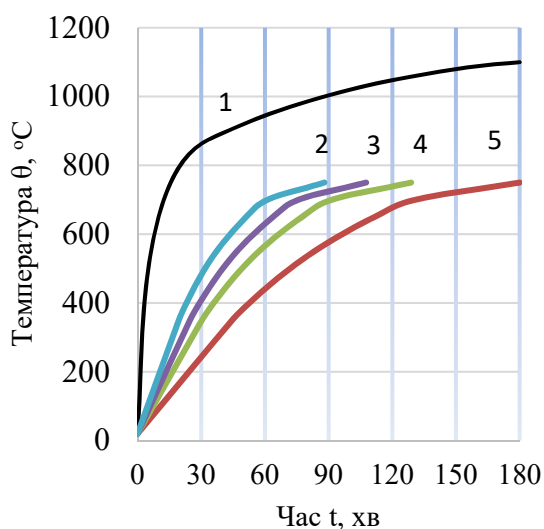


Рисунок 3 – Залежності температури в печі (1) і температури зразків № 1 (5), № 4 (4), № 5 (3) і № 7 (2) від часу вогневого впливу для варіанта з малими ТФХ (товщина вогнезахисного покриття 2,141 мм)

На рис. 4 наведено залежності часу досягнення критичної температури сталі 500 °C від зведеної товщини сталевого профілю при товщині вогнезахисного покриття 2,141 мм (варіант з малими ТФХ) і 17,67 мм (варіант з великими ТФХ). З аналізу отриманих розрахункових даних можна зробити висновок про лінійну залежність часу досягнення критичної температури сталі від зведеної товщини сталевого профілю при однаковій товщині вогнезахисного покриття.

При однаковій зведеній товщині сталевого профілю максимальна відмінність у часі досягнення критичної температури сталі 500 °C для варіанта з малими ТФХ становить 37,3% (зразки № 5 і № 6 зі зведеною товщиною 6,536 мм) і 39,4% для варіанта з великими ТФХ (зразки № 7 і № 8 зі зведеною товщиною 4,717 мм). На рис. 5 для зведеної товщини сталевого профілю 4,717 мм (зразки № 7 і № 8) і варіанта з великими ТФХ наведено залежність часу досягнення критичної температури сталі 500 °C від товщини вогнезахисного покриття. Для отримання цієї залежності було проведено додаткові розрахунки значень часу досягнення критичної температури сталі 500 °C при товщинах вогнезахисного покриття, що відрізняються від наведених у таблиці 4. З аналізу отриманих розрахункових даних випливає, що при однаковій зведеній товщині сталевого профілю залежність часу досягнення критичної температури сталі від товщини вогнезахисного покриття є монотонною і має нелінійний характер.

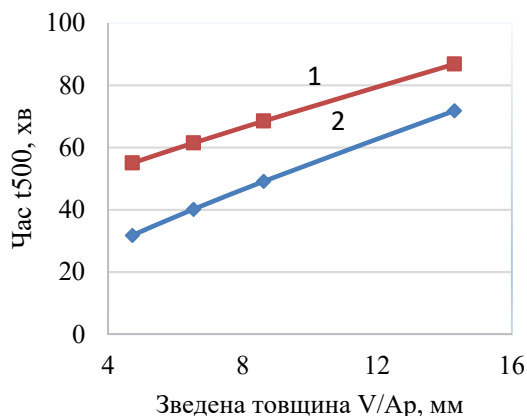


Рисунок 4 – Залежності часу досягнення критичної температури сталі 500 °С від зведеної товщини сталевго профілю:

- 1 – варіант з великими ТФХ, товщина вогнезахисного покриття 2,141 мм;
- 2 – варіант з малими ТФХ, товщина вогнезахисного покриття 17,67 мм

Висновки за результатами розрахункових досліджень. Враховуючи лінійну залежність часу досягнення критичної температури сталі від товщини сталевго профілю і нелінійну залежність цього часу від товщини вогнезахисного покриття, а також необхідність мінімізації кількості зразків для випробувань, експерименти на зразках зменшених розмірів доцільно проводити із застосуванням сталевих пластин, які мають дві товщини (мінімальну та максимальну), і шару вогнезахисного покриття на них, який має три значення товщини: мінімальне, середнє та максимальне. Як мінімальне та максимальне значення товщини сталевих пластин доцільно прийняти 5 мм та 10 мм, з урахуванням величин зведеної товщини сталевго профілю конструкцій, які широко застосовують на практиці при створенні будівельних об'єктів. Значення товщини шару вогнезахисного покриття на сталевих пластинах (мінімальне, середнє та максимальне) залежать від теплофізичних

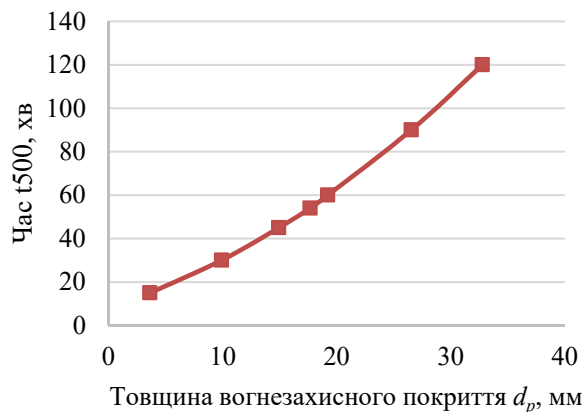


Рисунок 5 – Залежність часу досягнення критичної температури сталі 500 °С від товщини вогнезахисного покриття для зведеної товщини сталевго профілю 4,717 мм і варіанта з великими ТФХ

властивостей вогнезахисного покриття і має бути надано замовником випробувань або визначено за результатами попередніх досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.1.1-17:2007 Захист від пожежі. Вогнезахисні покриття для будівельних несучих металевих конструкцій. Метод визначення вогнезахисної здатності (EN 13381-4:2002, NEQ).
2. ENV 13381-4:2002 Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members - Part 4: Applied 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. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1991-1-2:2005, IDT).
5. Круковский П.Г. Обратные задачи тепло-массопереноса (общий инженерный подход). Киев, Институт технической теплофизики НАН Украины, 1998, 224 с.

PARAMETERS REASONING OF SAMPLES FOR EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OF THE STEEL PLATES THAT ARE FIRE-RETARDANT COATING IN CONDITIONS OF FIRE EXPOSURE UNDER STANDARD TEMPERATURE FIRE REGIME

*S. Novak, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc.
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine*

KEYWORDS

fire-retardant coating, fire resistance, erected thickness of steel profile, critical temperature of steel, steel construction, standard temperature fire regime, thermal characteristics.

ANNOTATION

It is described the statement of problem, the method and the results of calculating the values of time to reach the critical temperature of steel for steel sample constructions that have different meanings of erected thickness of steel profile and thickness of fire-retardant coatings, in conditions of fire exposure under standard temperature fire regime. It is determined that experiments on samples of reduced size, appropriately carried out with the use of steel plates that have two thickness (minimum 5 mm and maximum 10 mm), and a layer of fire-retardant coatings on them, which has three thicknesses: minimum, medium and maximum.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СТАЛЬНЫХ ПЛАСТИН С ОГНЕЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ В УСЛОВИЯХ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЖАРА

*С.В. Новак, канд. техн. наук, ст.научн.сотруд.
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

огнезащитное покрытие, огнестойкость, возведенная толщина стального профиля, критическая температура стали, стальная конструкция, стандартный температурный режим пожара, теплофизические характеристики.

АННОТАЦИЯ

Приведена постановка задачи, метод и результаты расчета значений времени достижения критической температуры стали для образцов стальных конструкций, имеющих различные значения сводной толщины стального профиля и толщины огнезащитных покрытий, в условиях огневого воздействия при стандартном температурном режиме пожара. Установлено, что эксперименты на образцах уменьшенных размеров целесообразно проводить с применением стальных пластин, которые имеют две толщины (минимальную 5 мм и максимальную 10 мм), и слоя огнезащитного покрытия на них, который имеет три значения толщины: минимальное, среднее и максимальное.

УДК 614.8;331.46:502.34/.37

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ У ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

О.М. Євдін, В.В. Коваленко, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., В.В. Могильниченко
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

*Надійшла до редакції: 17.11.2016
Пройшла рецензування: 14.12.2016*

КЛЮЧОВІ СЛОВА

захисні споруди цивільного захисту, сховище, протирадіаційні укриття, споруди подвійного призначення.

АНОТАЦІЯ

Наведено стан захисних споруд цивільного захисту. Проведено аналіз використання захисних споруд в Україні. Приведено існуючу класифікацію захисних споруд та її недоліки. Проаналізовано досвід використання захисних споруд країн Європейського Союзу, США, Ізраїлю, Росії. Запропоновано нову класифікацію захисних споруд.

Основним способом захисту населення від надзвичайних ситуацій є евакуація. Однак на теперішній час мають місце проблеми з проведенням евакуації (великі міста неможливо евакуювати в короткі терміни, місце розташування для евакуації великих міст не визначено, деякі підприємства і установи повинні працювати під час загрози та виникнення надзвичайних ситуацій та ін.). У разі неможливості проведення евакуації населення укривається у захисних спорудах цивільного захисту.

Захисні споруди цивільного захисту – інженерні споруди, призначені для захисту населення від небезпечних факторів, що виникають унаслідок надзвичайних ситуацій, військових дій або терористичних актів. До небезпечних факторів відноситься: ударна вибухова хвиля, іонізуюче опромінення, радіоактивне забруднення, бойові отруйні речовини, біологічні засоби ураження, небезпечні хімічні речовини, звичайні засоби ураження, вплив природних небезпечних чинників.

На початок 2016 року в Україні обліковувалось 22 202 захисні споруди цивільного захисту, з них 5222 сховища та 16 980 протирадіаційних укриттів.

За результатами здійснених перевірок готовими до використання за призначенням визнані 9% захисних споруд, обмеженого готовими – 57%, не готовими до використання за призначенням – 34% захисних споруд. У порівнянні з 2014 роком стан готовності покращився на 8% від загальної кількості захисних споруд [1]. Відповідно до [2] продовжується виконання заходів з проведення технічної інвентаризації захисних споруд цивільного захисту, як об'єктів нерухомого майна. Так, станом на по-

чаток 2016 року завершено технічну інвентаризацію на 56,4% захисних споруд.

Протягом 25 років існування держави даних про використання захисних споруд цивільного захисту під час загрози або виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки не надходило. За результатами даних місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування Донецької та Луганської області з організації укриття населення у захисних спорудах встановлено, що укриття у захисних спорудах цивільного захисту під час проведення бойових дій є найбільш ефективним видом захисту населення.

Тому захист населення у захисних споруд є актуальним питанням сьогодення. Однак при теперішніх умовах необхідно змінити деякі підходи.

Відповідно до [3, 4] до захисних споруд цивільного захисту належать: сховища, протирадіаційні укриття (ПРУ) та швидкоспоруджувальні захисні споруди цивільного захисту. Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають унаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

Відповідно до [3, 4] у сховищах підлягають укриттю:

- працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до відповідних категорій цивільного захисту та розташованих у зонах можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність в особливий період;
- персонал атомних електростанцій, інших

*E-mail: vitalii-kovalenko@ukr.net

ядерних установок і працівники суб'єктів господарювання, які забезпечують функціонування таких станцій (установок);

- працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до категорії особливої важливості цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, а також працівники чергового персоналу суб'єктів господарювання, які забезпечують життєдіяльність міст, віднесених до відповідних груп цивільного захисту;

- хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, які не підлягають евакуації або не можуть бути евакуйовані у безпечне місце.

Підлягають укриттю у ПРУ:

- працівники суб'єктів господарювання, віднесених до першої та другої категорій цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

- працівники суб'єктів господарювання, розташованих у зонах можливих руйнувань, небезпечного і значного радіоактивного забруднення навколо атомних електростанцій;

- населення міст, не віднесених до груп цивільного захисту, та інших населених пунктів, а також населення, евакуйоване з міст, віднесених до груп цивільного захисту і зон можливих значних руйнувань;

- хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, розташованих за межами зон можливих значних руйнувань міст, віднесених до груп цивільного захисту, і суб'єктів господарювання, віднесених до категорій цивільного захисту, а також закладів охорони здоров'я, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

- у швидкоспоруджуваних захисних спорудах цивільного захисту, найпростіших укриттях та спорудах подвійного призначення – населення міст, віднесених до груп цивільного захисту, яке не підлягає евакуації у безпечне місце, а також інших населених пунктів.

Проектування захисних споруд цивільного захисту проводиться відповідно до ДБН В.2.2-5-97 [5], однак дія вимог зазначеного нормативного документа не розповсюджується на споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. Тому відповідно до вимог чинного законодавства проектуватись можуть лише захисні споруди цивільного захисту, які в подальшому можуть використовуватись під потреби населення відповідно до чинного законодавст-

ва. Однак будівництво сховищ і ПРУ на сьогодні потребує великих матеріальних затрат для держави та економічно не вигідно для підприємців. Водночас вимог до будинків і споруд, які могли використовуватись як споруди подвійного призначення, немає.

За кордоном найбільший досвід з питань захисту населення в умовах багаторічних збройних конфліктів та протидії терористичним проявам має Ізраїль [6]. На підставі набутого досвіду Ізраїль основну увагу приділив проектуванню та будівництву споруд подвійного призначення, які максимально наближені до місця перебування населення. У житловому секторі найбільш поширеними є МАМАД (захищений простір у квартирі), МАМАК (захищений простір на поверсі) або укриття у житловому будинку (у підвальному або нижньому поверсі, спуск до якого здійснюється по внутрішній сходовій клітині будинку). Використовуються для цілей укриття населення й інші споруди подвійного призначення, зокрема, станції метрополітену, підземні паркінги, інші заглиблені споруди та споруди з масовим перебуванням людей. Зазначені споруди проектуються і будуються зі спеціальним обладнанням, що забезпечує захист населення: фільтровентиляційними установками, автономними джерелами енергозабезпечення, противибуховими пристроями тощо. Впровадженням таких об'ємно-планувальних і конструктивних рішень під час житлового та громадського будівництва досягається суттєве зниження витрат на створення фонду захисних споруд, зменшення часу, необхідного для прибуття людей до місця укриття, як наслідок цього – суттєве зменшення витрат серед населення.

У країнах Євросоюзу основним видом захисних споруд, призначених для укриття населення є також споруди подвійного призначення [7-10]. Зазначене обумовлене економічним обґрунтуванням доцільності існування саме такого виду споруд. Зазначені споруди у мирний час використовуються за основним своїм призначенням, не потребують додаткових витрат на утримання та приносять прибуток своїм власникам.

Захист населення у системі цивільної оборони США вирішується на двох напрямках – шляхом укриття у захисних спорудах (на 242 млн місць) та евакуації.

Відповідно до законодавства США, будівництво захисних споруд цивільного захисту здійснюється як за рахунок державних асигнувань, так і з використанням приватних коштів. Так, у США широко розповсюджені так звані

сімейні сховища (сховища на випадок стихійного лиха, кімнати безпеки – “safety room”), що споруджуються під приватними будинками комерційними компаніями за рахунок їхніх власників. При цьому видатки на будівництво відповідних сховищ у приватних будинках можуть частково покриватися за рахунок бюджету штату та федерального бюджету відповідно до розроблених місцевими органами влади програм, які затверджуються на федеральному рівні. Стандарти та вимоги до будівництва, введення в експлуатацію та обслуговування захисних споруд Національної системи сховищ визначаються нормами будівництва, які затверджуються на рівні кожного окремого штату органами місцевого самоврядування.

У Російській Федерації основна частина захисних споруд цивільного захисту у мирний час використовуються для господарських цілей. В цих спорудах облаштовуються класи та кімнати для проведення занять, роботи спортивних секцій, кабінети масажу, нетрадиційної медицини, тренажерні зали, підприємства торгівлі, громадського харчування, побутового обслуговування населення, опорні пункти поліції, різноманітні склади. В окремих випадках, за узгодженням зі службою сховищ та укриттів, захисні споруди передаються для промислових потреб підприємств та інших організацій. В усіх випадках існує одна основна умова – під час використання захисної споруди не повинно псуватися її обладнання, порушуватися конструкції, погіршуватися захисні властивості, знижуватися рівень готовності до використання за основним призначенням.

Практично в багатьох країнах світу на всіх етапах розвитку цивільного захисту особливе значення надається створенню мережі захисних споруд і укриттів.

Найбільших успіхів у цьому досягли США, Німеччина, Швеція і Швейцарія.

В основу створення системи захисного будівництва тут покладений принцип максимального використання наявних підземних споруд, виробок і природних порожнин.

Наприклад, у США, починаючи з 1950 р., проводилась широка компанія з обстеження та пристосуванню під укриття захищених приміщень у наявних і споруджуваних будинках, покинутих виробках, шахтах.

У результаті в країні зареєстровано 250 тисяч придатних під укриття приміщень на 238 млн місць.

У ряді країн – Німеччини, Великобританії, Данії і Норвегії для укриття населення широко

застосовуються підземні споруди багатоцільового призначення (склади, спортивні споруди, кафе, кінотеатри тощо), які у разі потреби можуть бути в найкоротші терміни переобладнані в укриття.

Захист населення у системі цивільного захисту Канади вирішується шляхом укриття населення у захисних спорудах за місцем проживання.

Захист населення у Німеччині вирішується шляхом створення системи суспільних і приватних захисних споруд, з урахуванням використання бомбосховищ періоду Другої світової війни, шахтних виробок, печер, а також підготовки планів евакуації. У Норвегії створена система громадських та приватних сховищ. Згідно з розпорядженням директорату цивільної готовності, відповідальність за будівництво громадських сховищ покладена на муніципалітети, які покривають одну третину їх вартості, а дві третини виділяються із державного бюджету.

Спорудження приватних сховищ покладається на власників житлових будинків, дитячих та інших громадських споруд, а в сільській місцевості – на власників ферм. У житлових будинках сховища споруджуються, якщо вони мають понад три поверхи і загальну площу під фундаментом 150 м².

Приватні сховища здатні розмістити понад 19 млн осіб. Таким чином Норвегія на сьогодні спроможна забезпечити укриття близько 62% міського та 7% сільського населення.

Швидкими темпами накопичується фонд захисних споруд у Швеції. На середину 80-х років він забезпечував укриття понад 80% населення.

У Швейцарії сховища можуть розмістити 6,2 млн осіб при загальній чисельності населення 6,4 млн. осіб. Загальна забезпеченість становить 95%.

У Великобританії, Італії, Греції меншої уваги надають спорудженню нових сховищ, а більш активно ведуться роботи з реконструкції та дообладнання сховищ періоду Другої світової війни.

У Франції та Бельгії будівництво нових укриттів і сховищ практично не ведеться. Обґрунтовується це тим, що в цих країнах більшість будівель – кам'яні з підвальними приміщеннями, які у разі необхідності після невеликого дообладнання можуть бути використані як протирадіаційні укриття.

Для цих же цілей передбачається використовувати тунелі, станції метро тощо.

Враховуючи вищенаведене, пропонується захисні споруди цивільного захисту класифікувати за видом захисту та видом призначення.

За видом захисту захисні споруди пропонується поділити на сховища, протирадіаційне укриття та укриття.

Сховища повинні забезпечувати захист осіб, що укриваються від негативного впливу небезпечних факторів та передбачати можливість безперервного перебування в них розрахункової кількості осіб, що укриваються, протягом двох діб. Усі сховища (крім сховищ, розміщених у межах проектної забудови АЕС і у метрополітенах) повинні забезпечувати захист осіб, що укриваються від впливу надмірного тиску у фронті повітряної ударної хвилі не менше $\Delta P_f = 100$ кПа (1 кгс/см^2), і мати мінімальний ступінь послаблення проникаючої радіації огорожувальними конструкціями (А), що дорівнює 1000. Системи життєзабезпечення сховищ повинні передбачати можливість безперервного перебування у них розрахункової кількості осіб, що укриваються протягом двох діб. Забезпечення сховищ повітрям, як правило, повинно здійснюватись за двома режимами: чистої вентиляції (1-й режим) і фільтровентиляції (2-й режим). У сховищах, розміщених у місцях можливої небезпечної загазованості повітря продуктами горіння, у зонах можливого хімічного забруднення, можливих сильних руйнувань навколо АЕС і можливого катастрофічного затоплення, слід передбачати режим повної або часткової ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря (3-й режим) [5].

До сховищ, як правило, відносяться спеціальні споруди, які відповідають вимогам [4]. Пропонується укриття населення за місцем роботи та місцем перебування.

Протирадіаційні укриття повинні забезпечувати захист осіб, що укриваються, від впливу іонізуючого випромінювання при радіоактивному забрудненні місцевості і розраховуватися на безперервне перебування у них розрахункової кількості осіб, що укриваються протягом двох діб.

При розміщенні ПРУ у зоні можливих слабких руйнувань, а також на об'єктах першої категорії цивільного захисту, розміщених поза зонами можливих сильних руйнувань, їх огорожувальні конструкції повинні бути розраховані на надмірний тиск у фронті повітряної ударної хвилі $\Delta P_f = 20$ кПа ($0,2 \text{ кгс/см}^2$).

Для розміщення ПРУ можуть використовуватись підвищені будинки та споруди, розташовані усередині забудови, а також прилеглі до кам'яних огорож (багатоповерхові житлові бу-

динки, споруди зі стінами завтовшки 2–2,5 цеглини) та приміщення з заглибленими будинками та спорудами незалежно від їх розташування (цокольні поверхи кам'яних будинків, підвали, льохи, споруди підземного простору міст), які відповідають вимогам [4]. Пропонується укриття населення за місцем роботи, місцем перебування населення, за місцем проживання, яке попадає у зону ураження [5].

Укриття знижують рівень впливу небезпечних факторів надзвичайних ситуацій військового, природного та техногенного характеру. До укриттів відносяться підвали, льохи, підпілля, внутрішні приміщення будинків, траншеї, яри та ін. Пропонується до укриття все населення, яке не укривається першими двома видами [11].

За видом призначення захисні споруди поділяються:

Прямого призначення – використовуються лише для захисту населення від негативного впливу небезпечних факторів. До них відносяться в основному сховища та ПРУ на території АЕС.

Подвійного призначення – використовуються за потребами населення та можуть бути переведені у захисні споруди протягом певного часу.

До захисних споруд **подвійного призначення** відносяться підвальні поверхи виробничих, допоміжних і адміністративно-побутових будинків і споруд; окремо розташовані заглиблені споруди виробничого, господарського і побутового призначення; пішохідні тунелі, вентиляційні галереї і тунелі, пустоти у великих фундаментах; інші підземні об'єкти (метро, тунелі, погребі тощо), які відповідають вимогам захисних споруд цивільного захисту.

Введення наведеної класифікації дозволить: по-перше, зберегти наявний фонд захисних споруд, який на теперішній час існує; по-друге, збільшити фонд захисних споруд за рахунок споруд подвійного призначення та укриттів, що надасть можливість збільшити кількість населення, яке захищається; по-третє встановити вимоги до споруд подвійного призначення та укриттів для використання їх як захисних споруд цивільного захисту.

Проаналізувавши досвід країн Європейського Союзу, США, Ізраїлю, Росії, аналізуючи вимоги нормативних документів України та вимоги сьогодення встановлено, що використання захисних споруд повинно бути економічно обґрунтованим, захисні споруди повинні бути призначені для захисту населення від небезпечних чинників техногенного і природного характеру, притаманні території, де вони розта-

шовані, від уражаючих факторів звичайних засобів ураження, а також максимально наближені до місця перебування (проживання, роботи) осіб, що повинні у них переховуватись

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2015 рік – УкрНДІЦЗ - К.: 2016 – 356 с.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 26 листопада 2008 року № 1473-р Про підготовку та проведення у 2009–2015 роках технічної інвентаризації захисних споруд цивільної оборони (цивільного захисту).
3. Кодекс цивільного захисту: чинне законодавство із змінами та допов. на 25 липня 2013 року: (Відповідає офіц. текстові) – К.: Алерта, 2013. – 102 с.
4. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Том 6 Захисні споруди цивільного захисту (цивільної оборони) *Посібник. За загальною редакцією В.В. Могильниченка.*
5. ДБН В 2.2.5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони.
6. Вимоги до цивільної оборони (специфікації для будівництва бомбосховищ) «Єдине положення», Ізраїль, 2010.
7. Журнал Зарубежное военное обозрение, 1976, № 7, С. 94-102
8. Журнал Зарубежное военное обозрение, 1990 № 7 С. 59-65
9. Шоботов В.М . Ш 78 Цивільна оборона: Навчальний посібник. — Київ: «Центр навчальної літератури», 2004. – 439 с.
10. Свод правил. Защитные сооружения гражданской обороны СП 88.13330.2014
11. ДБН В 1.2-4:2006 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони).

CONCEPTUAL APPROACHES TO PROTECT THE POPULATION IN THE PROTECTIVE STRUCTURES OF CIVIL PROTECTION

*O. Yevdin, V. Kovalenko, Cand. of Sc (Eng.), Sen. St. Sc., V. Mogylnychenko
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine*

KEYWORDS

protective structures of civil protection, shelter, antiradiation shelter, dual purpose structure.

ANNOTATION

It is described the conditions of protective structures of civil protection. It is conducted the analysis of the use of protective structures in Ukraine. It is described the current classification of protective structures and its shortcomings. It is analyzed the experience of usage of protective structures in countries of the European Union, the USA, Israel and Russia. It is suggested a new classification of protective structures.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

*А.Н. Евдин, В.В. Коваленко, канд. техн. наук, ст. наук. сотр., В.В. Могильниченко
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

защитные сооружения гражданской защиты, убежище, противорадиационное укрытие, сооружения двойного назначения.

АННОТАЦИЯ

Приведено состояние защитных сооружений гражданской защиты. Проведено анализ использования защитных сооружений в Украине. Приведено существующую классификацию защитных сооружений и ее недостатки. Проанализировано опыт использования защитных сооружений стран Европейского Союза, США, Израиля, России. Предложено новую классификацию защитных сооружений.

УДК 614.84; 351.1:378

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИХ ФАХІВЦІВ НАВЧАЛЬНИМИ ЗАКЛАДАМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ТА ПОГЛЯДИ НА РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ ДСНС УКРАЇНИ

*Б.М. Ковалишин, В.Ф. Коробкін, канд. техн. наук, доц., Г.Є. Хроменков, Л.Л. Запольський, канд. техн. наук, ст.наук.співр.
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

*Надійшла до редакції: 08.11.2016
Пройшла рецензування: 20.12.2016*

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

система підготовки кадрів, молодий фахівець, служба цивільного захисту, навчальний заклад, державне замовлення, освітньо-кваліфікаційний рівень, комплектування.

Підготовка фахівців сфери цивільного захисту є однією із найважливіших складових функціонування єдиної державної системи цивільного захисту, що направлена на забезпечення ефективного виконання завдань, пов'язаних із запобіганням і ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій та захистом населення. Високий рівень знань і вмінь фахівців єдиної державної системи цивільного захисту повинна забезпечити відповідна система підготовки кадрів, що має оптимальну мережу навчальних закладів з сучасною навчальною матеріально-технічною базою та висококваліфікованим викладацьким і науково-педагогічним складом.

Зважаючи на курс України на входження до єдиного європейського простору, перспективу реформування системи ДСНС України у цьому напрямку та необхідність визначення обґрунтованих обсягів державного замовлення на підготовку відповідних фахівців сфери цивільного захисту актуально постає питання трансформації існуючої системи підготовки кадрів. Для визначення шляхів реформування системи підготовки кадрів важливе значення має відокремлення проблем, які потребують розв'язання у цій сфері.

Варто відмітити, що на сьогодні значно змінилася структура вищої освіти, яка відображає тепер багаторівневий процес підготовки фахівців. Протягом 2015-2016 років внесено зміни у Закон України «Про вищу освіту» [1], постановою Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти» [2] підвищились ви-

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз функціонування системи підготовки кадрів для ДСНС України та відокремлено проблемні питання підготовки молодих фахівців у навчальних закладах цивільного захисту. Проведено дослідження системи комплектування підрозділів служби цивільного захисту. Наведено аналіз результатів анкетування керівників підрозділів служби цивільного захисту і молодих фахівців на предмет задоволення підготовкою у навчальних закладах. Визначено шляхи реформування системи підготовки кадрів ДСНС України.

моги до вищих навчальних закладів. Ці зміни викликали ряд проблем, пов'язаних із укомплектованістю закладів професійним кадровим складом, необхідністю перебудови навчально-методичної бази, розробкою нових форм і методів навчання, подоланням застійних, кризових явищ в освітній діяльності.

Питання реформування системи підготовки кадрів служби цивільного захисту, дослідження механізмів підготовки фахівців ДСНС України неодноразово розглядалось в працях Л. Жукова, А. Підгайного, В. Садкового, А. Роміна, С. Домбровської, Ю. Харламової. Разом з тим дотепер не сформовано цілісної системи поглядів на реформування системи підготовки кадрів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Метою статті є відокремлення проблемних питань підготовки молодих фахівців навчальними закладами цивільного захисту та визначення шляхів реформування та розвитку системи підготовки кадрів ДСНС України.

Об'єкт досліджень – функціонування системи підготовки кадрів ДСНС України.

Предмет досліджень – система ступеневої освіти у навчальних закладах цивільного захисту, організація підготовки кадрів служби цивільного захисту.

Сьогодні реалізацію підготовки кадрів для ДСНС України забезпечує галузева система освіти до якої входять 4 навчальні заклади служби цивільного захисту. Крім того, до системи навчальних закладів цивільного захисту входить Навчальний центр Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України (далі – Навчальний центр), який здій-

снює первинну професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації осіб рядового складу органів і підрозділів цивільного захисту за освітньо-кваліфікаційним рівнем "кваліфікований робітник" для комплектування відповідних посад в органах і підрозділах служби цивільного захисту, а також навчальні (центри) пункти при ГУ (У) ДСНС України в областях та м. Києві. Підготовка фахівців здійснюється за 7 галузями знань, 8 спеціальностями та 19 спеціалізаціями. Разом з тим, в умовах реформування системи ДСНС України, з метою підвищення ефективності реагування системи підготовки кадрів ДСНС України на зміни стану техногенної та природної безпеки в Україні, з урахуванням показників економічної доцільності підготовки фахівців різних галузей знань та спеціальностей, потребує визначення перелік галузей знань, спеціальностей для здійснення підготовки фахівців служби цивільного захисту за державним замовленням для комплектування посад органів та підрозділів ДСНС України.

Щороку підготовка фахівців навчальними закладами ДСНС України у сфері вищої освіти здійснюється відповідно до державного замовлення. Аналіз кількості молодих фахівців, що підготовлені навчальними закладами ДСНС України протягом останніх шести років свідчить про тенденцію зниження чисельності випуску бакалаврів та спеціалістів при постійній загальній чисельності особового складу ДСНС України.

Так випуск бакалаврів у 2010 році – 805 осіб, у 2016 році 458 осіб. Випуск спеціалістів у 2010 році – 530 осіб, у 2016 – 343 особи. Постійний характер протягом 2010-2016 років має підготовка магістрів, що залишається в межах від 85 осіб у 2010 році та 94 особи у 2016 році. Разом з тим за даними органів та підрозділів служби цивільного захисту у 2016 році потреба на підготовку магістрів склала 130 осіб, а бакалаврів 456 осіб. Це свідчить, що визначення щорічної потреби у фахівцях з різними освітньо-кваліфікаційними рівнями здійснюється на підставі тільки пропозицій, що надаються ГУ (У) ДСНС України в областях та м. Києві до ДСНС України. Обґрунтований прогноз щодо потреби у фахівцях територіальні підрозділи служби цивільного захисту не здійснюють.

Отже, сфера державного замовлення на підготовку фахівців з навчальними закладами цивільного захисту потребує реформування, впровадження нової системи фінансування на утримання штатних посад органів та підрозді-

лів служби цивільного захисту та вищих навчальних закладів ДСНС України, яка б відповідала найкращим європейським і світовим практикам. При розрахунку потреби у фахівцях територіальним підрозділам служби цивільного захисту необхідно скласти обґрунтований прогноз за методикою, що враховує дані щодо плинності кадрів, наявності штатних одиниць та їх зміна тощо.

Аналізуючи обсяги прийому на навчання навчальними закладами служби цивільного захисту у 2010-2015 роках, слід звернути увагу на наявність малочисельних обсягів прийому за державним замовленням. Так здійснювався прийом на навчання до Національного університету цивільного захисту України – підготовка бакалаврів за спеціальностями «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (набір від 3 до 8 осіб), «Психологія» (набір від 4 до 10 осіб), «Охорона праці» (набір від 2 до 5 осіб); Львівського державного університету безпеки життєдіяльності - підготовка бакалаврів «Психологія» (щорічний набір 5 осіб), «Охорона праці» (набір від 4 до 5 осіб), «Транспортні технології» (набір від 5 до 15 осіб); підготовка спеціалістів «Охорона праці» (набір від 2 до 6 осіб).

Практика малочисельного набору на навчання за спеціальностями «Психологія», «Охорона праці», «Екологія», «Транспортні технології» за держзамовленням серед навчальних закладів цивільного захисту дуже розповсюджена. Отже, потребує економічного обґрунтування та вирішення питання доцільності здійснення навчання малочисельних груп за держзамовленням за такими спеціальностями у навчальних закладах цивільного захисту.

Поряд з тим, протягом 2005-2015 років підрозділи служби цивільного захисту щорічно доукомплектовувались фахівцями, які здобули освіту в навчальних закладах Міністерства освіти і науки України та, Міністерства оборони України, Міністерства охорони здоров'я України та інших. Аналіз загальних даних комплектування підрозділів цивільного захисту у 2013-2015 роках свідчить наступне:

- фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст», які не мали спеціальності галузі знань «Цивільна безпека», було прийнято майже вдвічі більше ніж фахівців фахового спрямування;
- набір фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», які не мали спеціальності галузі знань «Цивільна безпека», зріс від 8% до 12,3% від загальної чисельності

випускників вищих навчальних закладів ДСНС України;

- набір фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст», які не мали спеціальності галузі знань «Цивільна безпека» склав до 36,5% від загальної чисельності випускників вищих навчальних закладів ДСНС.

Варто відмітити, що серед працівників непрофільного спрямування щорічно найбільше приймається на роботу до органів і підрозділів цивільного захисту фахівців за спеціальністю «Транспорт і транспортна інфраструктура», серед яких в середньому до 27 осіб кваліфікованих робітників, до 13 молодших спеціалістів, до 3 бакалаврів та 7 спеціалістів.

Аналіз практики призначення на посади випускників навчальних закладів ДСНС України (галузь знань «Цивільна безпека», спеціальності «Пожежна безпека» та «Цивільна безпека») виявив, що більшість випускників призначаються на посаду начальника караулу (щорічно до 37,9% від загальної кількості випускників). У 2014 році цей показник склав 58%, у 2015 році 60% від загальної кількості. Зазначимо, що протягом 2005-2015 років щорічно 46% фахівців, яких було призначено на посаду начальника караулу, мали освітньо-кваліфікаційний рівень «спеціаліст» або «магістр». У той же час вимоги кваліфікаційної характеристики професій працівника ДСНС України передбачають при призначенні на посаду начальника караулу наявність у кандидата лише базової вищої освіти за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» [3].

З іншого боку слід відмітити, що існують непоодинокі випадки призначення випускників вищих навчальних закладів ДСНС України на посади, які не відповідають здобутим ними спеціальностям та освітньо-кваліфікаційним рівням. Так розповсюджена практика призначення випускників освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» на інженерні посади у підрозділи служби цивільного захисту, а також випускників, які закінчили навчальні заклади ДСНС України за спеціальністю «Екологія» та «Психологія» на посади, що не відповідають напряду підготовки (начальник караулу, фахівець відділу роботи з персоналом тощо).

Поряд з комплектуванням первинних посад у підрозділах служби цивільного захисту за рахунок фахівців, які навчалися у навчальних закладах ДСНС України за держзамовленням, існує практика набору на первинні посади осіб, які навчалися у навчальних закладах ДСНС України на платній основі. Протягом

2005-2015 років набір таких осіб, прийнятих на службу та на роботу у підрозділи служби цивільного захисту, має тенденцію до збільшення. Якщо у 2007 році на первинні посади підрозділів служби цивільного захисту було прийнято таких фахівців зі спеціальності «Пожежна безпека» освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст - 2 особи, бакалавр - 3 особи, спеціаліст - 26 осіб, магістр - 2 особи, то у 2014 році молодший спеціаліст - 5 осіб, бакалавр - 25 осіб, спеціаліст - 36 осіб, магістр - 6 осіб, а в 2015 році молодший спеціаліст - 16 осіб, бакалавр - 35 осіб, спеціаліст - 36 осіб, магістр - 13 осіб. Така ситуація свідчить про існуючу можливість та практику комплектування підрозділів служби цивільного захисту за рахунок підготовки фахівців на платній основі.

Негативний вплив на комплектування первинних посад у підрозділах служби цивільного захисту мають випадки звільнення протягом 3-х років служби молодих фахівців, які закінчили навчальні заклади ДСНС України за держзамовленням. Протягом 2005-2015 років звільнялось до 45 осіб, а саме бакалаврів до 20 осіб, спеціалістів до 25 осіб. У 2015 році було звільнено 6 молодих фахівців-магістрів зі спеціальності «Пожежна безпека». Слід зазначити, що існуючий Порядок відшкодування особами витрат, пов'язаних з їх утриманням у вищих навчальних закладах МВС України [4] не поширюється на осіб, які навчаються у вищих навчальних закладах цивільного захисту, внаслідок чого курсанти (слухачі), які звільняються із служби у зв'язку із систематичним невиконанням умов контракту та у разі відмови від подальшого проходження служби на посадах начальницького складу служби цивільного захисту після закінчення навчання, витрати ДСНС України не відшкодовують. Тому потребує врегулювання на законодавчому рівні питання відшкодування курсантами (слухачами) витрат, пов'язаних з їх утриманням у вищих навчальних закладах цивільного захисту.

Важливу роль у підготовці особового складу підрозділів цивільного захисту до виконання дій за призначенням, поліпшення фізичного розвитку, зміцнення здоров'я і підвищення стійкості організму до дії несприятливих факторів під час виконання професійно-службових завдань відіграє практична підготовка працівників. На виконання вимог кваліфікаційних характеристик первинних посад підрозділів служби цивільного захисту та відповідно до вимог стандартів освіти у галузі знань «Цивільна безпека» стосовно освітньо-

кваліфікаційних характеристик «молодший бакалавр», «бакалавр», «магістр» випускник навчального закладу служби цивільного захисту повинен мати відповідні знання, вміння та навички. У навчальних закладах на підставі навчальних планів створена відповідна система практичного прищеплювання вмінь та навиків, яка охоплює практичні заняття з кожної дисципліни, навчальні практики та стажування. Разом з тим, дослідження результатів анкетування керівників структурних підрозділів служби цивільного захисту та молодих фахівців на предмет задоволення підготовкою у навчальних закладах ДСНС України свідчать про доцільність проведення негайних заходів щодо поліпшення практичної підготовки молодих фахівців. Аналіз результатів анкетування керівників структурних підрозділів служби цивільного захисту та молодих фахівців на предмет задоволення підготовкою у навчальних закладах ДСНС України свідчить, що серед опитаних 41% респондентів, не зустрілися з особливими труднощами на початку свого професійного шляху. Разом з тим, слід зазначити, що 9% молодих фахівців відмічають особистий слабкий рівень підготовки щодо ведення службової документації та оформлення документів (актів, протоколів тощо) 12,4% призначених на первинні посади визнають, що труднощі виникли через низький рівень знань нормативних документів та відсутністю практичних навиків у роботі.

Слід зазначити, що на думку молодих фахівців більшості всіх представників регіональних територіальних підрозділів ДСНС України при організації навчального процесу у навчальних закладах служби цивільного захисту дуже мало уваги приділяється практичній підготовці курсантів, прищеплюванню вмінь щодо дій при організації гасіння пожеж, практичному відпрацюванню вимог нормативних документів стосовно пожежної безпеки. Випускниками наголошено на недостатність або відсутність занять з ведення службової документації та оформлення документів. Близько 30% опитаних молодих фахівців відмічають особисту недостатню підготовку з долікарської допомоги потерпілим в умовах надзвичайних ситуацій 28% респондентів висловлюють думку щодо доцільності протягом навчання проведення занять щодо організації роботи з підлеглим особовим складом.

Треба відмітити, що більше 89% молодих фахівців вважають себе добре фізично підготовленими, а організацію фізичної підготовки та спеціальної фізичної підготовки у навчаль-

них закладах ДСНС України на належному рівні. У той же час, слабкими сторонами особистої підготовки вважають практичну підготовку з питань пожежної безпеки і наглядово-профілактичної діяльності, а також відсутність навиків долікарської допомоги потерпілим.

Слід зазначити, що значна кількість опитаних молодих фахівців висловили задоволення рівнем здобутої освіти у навчальному закладі ДСНС України, але слід відмітити групи респондентів, близько 90 осіб (9% опитаних молодих фахівців) територіальних підрозділів ДСНС України, які частково або повністю незадоволені якістю особистої фахової підготовки при призначенні на первинну посаду.

Майже 75% опитаних визначили гостру доцільність поліпшення практичної підготовки випускників навчальних закладів ДСНС України та надали відповідні пропозиції, серед яких слід виділити такі напрями:

- підвищення рівня практичної підготовки випускників, прищеплювання вмінь та навиків з організації гасіння пожеж, збільшення часу практичних занять, навчальних практик, стажування в підрозділах служби цивільного захисту, впровадження часу на заняттях щодо ведення службової документації на посадах начальника караулу, заступника начальника підрозділу та складання актів перевірок, видачі приписів, постанов, розпоряджень про усунення порушень вимог законодавства тощо;

- збільшення часу на вивчення керівних документів служби цивільного захисту та відпрацювання практичного впровадження вимог цих документів;

- поліпшення соціально-побутових умов служби молодих фахівців та збільшення грошового забезпечення.

Значна більшість опитаних керівників надали добру та позитивну оцінку ділових та особистих якостей молодих фахівців. На низький рівень фізичної підготовки молодих фахівців вказали менш 1% опитаних керівників структурних підрозділів. Слід зазначити, що близько 20% опитаних керівників висловили незадоволення стосовно низького рівня самостійності молодих фахівців у виконанні службових обов'язків та неспроможності планувати і проводити окремі заходи. Також, за думкою керівників структурних підрозділів найбільше труднощів зазнають молоді фахівці при призначенні на первинні посади, виконання обов'язків яких потребує самостійного прийняття рішень.

Стосовно напрямів підготовки фахівців, які потребують збільшення, за думкою 52% опи-

таних керівників підрозділів, до таких слід віднести підготовку фахівців оперативно-рятувальних служб з поглибленою долікарською підготовкою та фахівців піротехнічної служби.

147 керівників підрозділів служби цивільного захисту (30,2% опитаних) висловили незадоволення (повністю або частково) підготовкою молодих фахівців щодо виконання ними обов'язків на первинних посадах. При цьому звернули увагу на низький рівень практичної підготовки випускників навчальних закладів ДСНС України, стосовно знань пожежної тактики, дій щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (організації аварійно-рятувальних робіт не пов'язаних з пожежами), проведення заходів наглядово-профілактичної діяльності, долікарської підготовки, організації та проведення робіт у загазованих і задимлених середовищах, організації роботи з підлеглими.

Для подальшого забезпечення діяльності служби цивільного захисту 52% опитаних керівників підрозділів вважають за доцільне впровадження нових напрямів підготовки, а також удосконалення існуючих, а саме:

- запровадження повноцінної долікарської підготовки рятувальників з отриманням статусу «рятувальник-парамедик»;
- підготовка фахівців з інформаційного забезпечення при ліквідації надзвичайних ситуацій;
- удосконалення підготовки фахівців піротехнічної служби, фахівців для проведення аварійно-рятувальних робіт в гірських умовах, в умовах висотних робіт, водолазів;
- удосконалення підготовки фахівців з наглядово-профілактичної діяльності, особливо в частині правової підготовки фахівців, складання актів перевірок, видачі приписів, постанов, розпоряджень про усунення порушень вимог законодавства у сфері цивільного захисту, пожежної та техногенної безпеки;
- визначити механізм реагування системи підготовки кадрів ДСНС України на зміни стану техногенної та природної безпеки в Україні.

Зниження рівня практичної підготовки молодих фахівців свідчить про існуючу неефективну систему контролю якості навчання, а саме, зниження рівня як внутрішнього контролю у навчальних закладах служби цивільного захисту, так і зовнішнього (моніторинг якості занять, особливо практичних, на предмет прищеплювання вмій та навиків, участь у державній атестації випускників) з боку ДСНС Укра-

їни, як замовника фахівців, що готують навчальні заклади служби цивільного захисту. Слід зазначити, що до тепер не існує механізму дотримання принципу відповідальності закладів освіти служби цивільного захисту України перед ДСНС України за результати освітньої діяльності.

Не розроблений з часу прийняття Кодексу цивільного захисту України порядок підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту, який, відповідно до частини третьої статті 90 цього Кодексу, повинен визначитися центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки. На сьогодні такий порядок визначений Настановою з організації професійної підготовки та післядипломної освіти осіб рядового і начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту, затвердженою наказом МНС України від 01.07.2009 № 444 [5], що не відповідає вимогам Кодексу цивільного захисту України [6]. Отже, існуюча нормативно-правова база підготовки кадрів у сфері цивільного захисту має бути переглянута та приведена у відповідність із вимогами діючих законодавчих актів.

Успішна реалізація поставлених завдань, які стоять перед навчальними закладами цивільного захисту багато у чому залежить від їх оптимальної структури. Організаційна структура навчальних закладів цивільного захисту не повинна бути постійною, вона повинна змінюватися та удосконалюватися, бути складовою частиною механізму реагування системи підготовки кадрів ДСНС України на зміни стану техногенної та природної безпеки в Україні [7]. Тому актуальним на теперішній час є питання щодо визначення оновленої структури системи підготовки кадрів ДСНС України та обґрунтування основних положень ступеневої освіти фахівців сфери цивільного захисту на відповідність європейським підходам до підготовки фахівців сфери цивільного захисту та сучасним вимогам та з урахуванням показників економічної доцільності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. - режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
2. Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності закладів освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 // Офіційний вісник України. – 2016. – № 7. – Ст. 345. [Електронний ресурс]. - режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1187-2015-%D0%BF>.
3. Про затвердження Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників МНС України : Наказ МНС України від 01.12.2009 № 808. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.medsprava.com.ua/regulations/2341/8217/8218/464797/>.
4. Порядок відшкодування особами витрат, пов'язаних з їх утриманням у вищих навчальних закладах Міністерства внутрішніх справ : Постанова Кабінету Міністрів України від 01.03.2007 № 313. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/313-2007-%D0%BF/>.
5. Наказ МНС України від 01.07.2009 № 444 «Про затвердження Настанови з організації професійної підготовки та післядипломної освіти осіб рядового і начальницького складу органів і підрозділів цивільного захисту».
6. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI// Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. – 2012 Режим доступу до сайту: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17-> Заголовок з екрану.
7. Ромін А. Державна стратегія удосконалення управління вищими навчальними закладами Державної служби надзвичайних ситуацій України / Ефективність державного управління [зб. наук.пр.].— Львів: ЛРІДУНАДУ. – 2014. – Вип. 39.

SOME ISSUES CONCERNING TEACHING FOR JUNIOR SPECIALISTS BY INSTITUTIONS OF CIVIL PROTECTION AND OPINIONS ON REFORMATION OF STUFF STUDY SYSTEM OF THE STATE EMERGENCY SERVICE OF UKRAINE (SESU)

B. Kovalyshyn, V. Korobkin, Cand. of Sc. (Eng.), assoc. prof., H. Khromenkov,

L. Zapolskiy, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc.

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

stuff study system, junior specialists, civil protection service, institution, state order, education and qualification level, deployment.

ANNOTATION

The analysis of functioning of SESU stuff study system has been performed and the issues of junior specialists in institutions of civil protection have been identified. The research of SESU department deployment system has been performed. The results of questionnaires of head of SESU departments and junior specialists concerning stuff study satisfaction have been analyzed. The ways of stuff study system reforming have been identified.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ УЧЕБНЫМИ ЗАВЕДЕНИЯМИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ И ВЗГЛЯДЫ НА РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДСЧС УКРАИНЫ

Б.М.Ковалишин, В.Ф.Коробкин, канд. техн. наук, доц., Г. Е Хроменков, Л.Л. Запольский, канд. техн. наук, ст.научн.сотр.

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

система подготовки кадров, молодой специалист, служба гражданской защиты, учебное заведение, государственный заказ, образовательно-квалификационный уровень, комплектование.

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ функционирования системы подготовки кадров для ГСЧС Украины и отдельных проблемных вопросы подготовки молодых специалистов в учебных заведениях гражданской защиты. Проведено исследование системы комплектования подразделений службы гражданской защиты. Приведен анализ результатов анкетирования руководителей подразделений службы гражданской защиты и молодых специалистов на предмет уровня подготовки в учебных заведениях ГСЧС Украины. Определены пути реформирования системы подготовки кадров ГСЧС Украины.

УДК 614.895.5:621.5

ТЕПЛОЗАХИСНИЙ КОСТЮМ РЯТУВАЛЬНИКА З СИСТЕМОЮ ВОДЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

В.К. Костенко, д.т.н., проф., О.Л. Зав'ялова, канд. техн. наук, доц., Т.В. Костенко, канд. техн. наук

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

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 10.10.2016

Пройшла рецензування: 19.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

теплозахисний костюм, система водяного охолодження, рятувальник, знімання тепла.

АНОТАЦІЯ

Запропоновано конструкцію теплозахисного костюма з проточною схемою руху холодоагенту для захисту рятувальників від впливу інтенсивного теплового випромінювання, високих температур навколишнього середовища в ході гасіння пожеж і ліквідації аварійних ситуацій. Використання теплозахисного пристрою забезпечує збереження цілісності зовнішнього шару костюма при тривалому впливі високих температур з одночасним забезпеченням в підкостюмному просторі комфортних умов роботи рятувальника.

Оперативні співробітники ДСНС України, в ході ліквідації пожеж та надзвичайних ситуацій, піддаються впливу небезпечних і шкідливих факторів. Найбільш вірогідним з них є: полум'я, іскри, підвищена температура навколишнього середовища [1,2]. Результати розслідування нещасних випадків показують, що близько 29% рятувальників при ліквідації аварій і пожеж отримували травми в результаті впливу відкритого полум'я або інтенсивного теплового потоку. Прикладом такого розвитку подій є пожежа, що виникла 8 червня 2015 року на території нафтобази ТОВ «БРСМ-нафта» в смт. Глеваха Васильківського району Київської області. В результаті впливу теплового випромінювання та конвективних потоків від палаючого палива в ході гасіння пожежі постраждало 20 осіб, з них 6 - зі смертельним результатом.

Спеціальний захисний одяг рятувальників від підвищеного теплового впливу, що використовується в даний час підрозділами служби надзвичайних ситуацій України, заснований на пасивному способі захисту. Він передбачає застосування декількох шарів матеріалів, які мають різні фізико-хімічні характеристики, для зниження кількості тепла, що проникає ззовні в підкостюмний простір. При цьому виробники встановлювали все більш високі температурні межі, від яких захисний одяг має захищати рятувальників, проте ресурс захисного часу збільшувався ненабагато. На практиці, навіть при показових виступах випробувачі, що одягнені в ці засоби захисту, отримували термічні опіки. Відсутність на оснащенні підрозділів ефективних протитеплових засобів нерідко призводить до перегрівання організмів рятувальників, погі-

ршення здоров'я, значних матеріальних витрат на лікування, виплат за професійними травмами. Недостатньо уваги приділялося розробці та оснащенню особового складу пожежно-рятувальних підрозділів засобами індивідуального протитеплового захисту з активним зніманням тепла, що забезпечує значне збільшення захисних характеристик.

Тому дослідження можливостей створення таких засобів є актуальним завданням, рішення якого забезпечить підвищення ефективності роботи і безпеки рятувальників при гасінні пожеж.

Результати аналізу останніх досліджень і публікацій. В даний час для ведення аварійно-рятувальних робіт в умовах підвищених температур підрозділами гірничорятувальної служби України застосовується типоряд протитеплового одягу (куртки, костюми) з активним зніманням тепла, тобто, з локально розташованими в підкостюмному просторі водольодяними охолоджуючими елементами, знімання в яких відбувається за рахунок конвекції і випромінювання [3,4]. Для їх заморожування, зберігання і доставки до місця ведення робіт застосовують морозильні установки, в тому числі пересувні азотні, а також переносні і пересувні теплоізолюючі контейнери [5].

Наприклад, теплозахисний комплект [6], складається з теплозахисної об'ємної куртки, що виконує функцію теплоізолюючого шару, і жилету (шар, що знімає тепло), зовні якого настрочені матерчаті кишені для охолоджуючих елементів, а всередині - м'які прокладки з пінополіуретану. В умовах дії високих температур верхня половина тіла і голова людини за допо-

могою куртки і шолому буде ізольовано від навколишнього середовища, тепло з поверхні тіла знімається за рахунок розморожування охолоджуючих елементів (ОЕ).

Однак при тривалому впливі теплових навантажень костюм не зберігає захисні функції, а саме, достатню тривалість одночасного забезпечення комфортної для людського організму температури в підкостюмному просторі і запобігання нагріву зовнішнього шару куртки вище температури термодеструкції матеріалу, з якого він виготовлений. Причиною цього є обмежений ресурс холоду в комплекті охолоджуючих елементів. Збільшення кількості або розмірів ОЕ призводить до збільшення маси теплозахисного комплексу, що не відповідає фізичним можливостям рятувальника.

Розроблені протитеплові костюми з подібним охолодженням рятувальників для гасіння пожеж з високим тепловим випромінюванням [7] не знайшли широкого застосування в зв'язку з великими матеріальними витратами на заморожування і зберігання великої кількості ОЕ.

Запропоновано також теплозахисний костюм [8], який містить комбінезон, що виконаний із зовнішньою оболонкою з вогнестійкого тепловідбиваючого матеріалу, внутрішньою оболонкою з гігієнічного матеріалу, через який проникає повітря, і проміжною теплоізолюючою оболонкою, яка встановлена з проміжком з боку зовнішньої оболонки і утворена декількома шарами термостійкого нетканого матеріалу, між якими знаходяться наповнені повітрям прокладки у вигляді плоских шайб з еластичного пористого матеріалу. При впливі теплового випромінювання в умовах високих температур зовнішня відбиваюча поверхня, забезпечує скорочення зовнішнього прямого теплового навантаження на костюм. Зниження температури в підкостюмному просторі здійснюється за рахунок низької теплопровідності шарів захисного одягу.

При тривалому впливі високих температур в цьому костюмі також не вдається реалізувати необхідну тривалість одночасного забезпечення комфортної для людського організму температури в підкостюмному просторі і нагрівання зовнішнього шару не вище температури термодеструкції матеріалу, з якого він виготовлений. Це пояснюється тим, що наповнені повітрям

прокладки у вигляді плоских шайб з еластичного пористого матеріалу виконують тільки теплоізолюючі функції і не відводять зайве тепло з підкостюмного простору.

Тому авторами було висунуто ідею розробити для костюм з кондуктивним зніманням тепла проточною водою, яка широко використовується рятувальниками для гасіння пожеж.

Постановка завдання досліджень. Метою роботи є створення теплозахисного костюма з системою проточного водяного охолодження, в якому досягається збереження цілісності оболонки пристрою, при тривалому впливі високих температур, з одночасним забезпеченням в підкостюмному просторі комфортних умов роботи рятувальників.

Результати досліджень. Поставлена задача вирішується за рахунок того, що теплозахисний костюм, у якому комбінезон (рис. 1) із зовнішньою оболонкою з вогнестійкого тепловідбивного матеріалу, внутрішньою оболонкою з гігієнічного матеріалу, що пропускає повітря, і проміжною оболонкою, оснащують системою відводу тепла, яка виконана у вигляді трубок з холодоагентом, в якості якого використовується вода або піноутворюючий склад для пожежогасіння з температурою 10 ... 25 °С [9].

Теплозахисний костюм містить комбінезон 1 з оболонкою, що виконана з декількох шарів. Зовнішній шар оболонки 2 виконаний з вогнестійкого тепловідбиваючого матеріалу - металізованої тканини з відбиваючою поверхнею 3. Внутрішній шар оболонки 4 виконаний з гігієнічного повітряпроникного матеріалу - гігроскопічного полотна типу сатину, що пропускає воду. Проміжний шар оболонки 5 з термостійкого нетканого матеріалу встановлено з проміжком 6 з боку зовнішньої оболонки 2. Між проміжним 5 і внутрішнім 4 шарами оболонки розташовані трубки 7 з холодоагентом, що приєднані до гнучкого шлангу 8, підключеному за допомогою швидкороз'ємного з'єднання системи NiTO 1/2 "9 до вставки 10, встановленої між рукавною лінією 11 і пожежним стволом 12. до гнучкого шлангу 8 підключено пристрій для регулювання подачі холодоагенту - кран-регулятор 13. У нижній частині костюма знаходяться відкриті кінці трубок 14.

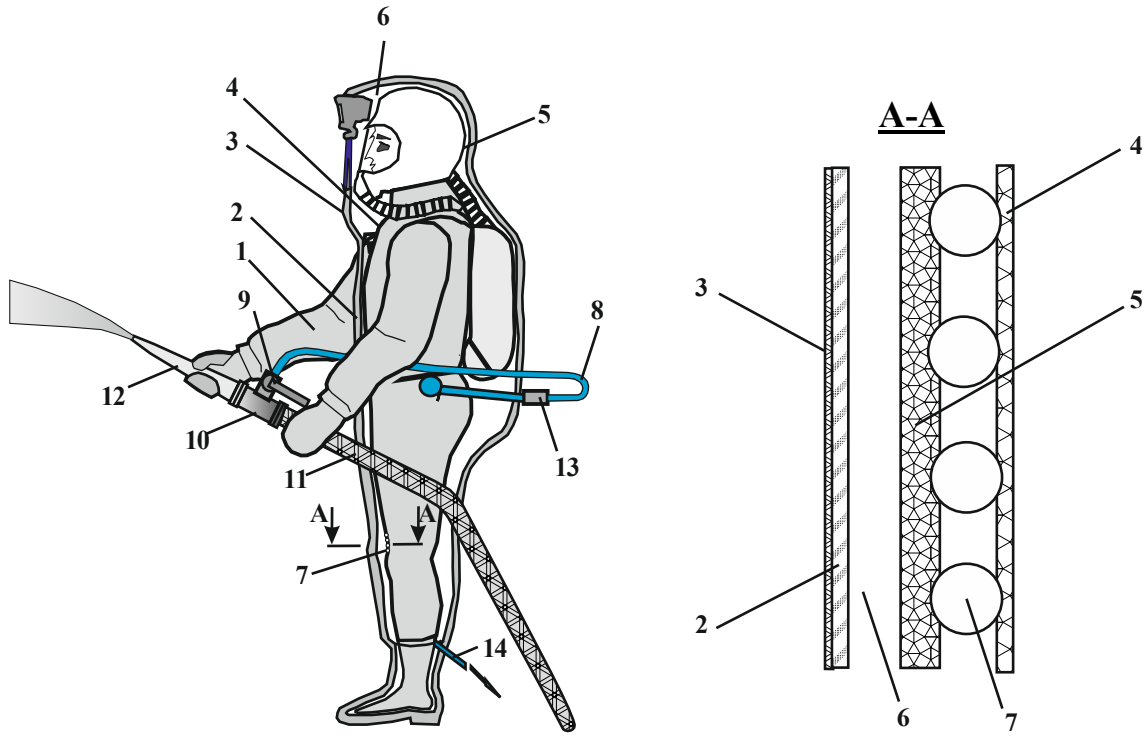


Рисунок 1 – Теплозахисний костюм з проточною системою водяного охолодження
 1 - комбінезон; 2 - зовнішній шар оболонки; 3 - металізована тканина з відбиваючою поверхнею;
 4 - внутрішній шар оболонки; 5 - проміжний шар оболонки; 6 - проміжок між шарами;
 7 - трубки з холодоагентом; 8 - гнучкий шланг; 9 - швидкокороз'ємне з'єднання; 10 - вставка;
 11 - рукавна лінія; 12 - пожежний ствол; 13 - кран-регулятор; 14 - відкриті кінці трубок.

Теплозахисний костюм експлуатується в такий спосіб. Рятувальник надягає комбінезон 1 безпосередньо перед проведенням рятувальної роботи. Перед заходом в зону підвищеного теплового випромінювання і температур, він підключає гнучкий шланг 8 за допомогою швидкокороз'ємного з'єднання 9 до вставки 10, віддає команду на подачу води в рукавну лінію 11 і з виходом на бойову позицію відкриває кран-регулятор 13, заповнює трубки водою з рукавної лінії 11. Потім в залежності від виконуваних робіт подає воду за допомогою пожежного ствола 12 на гасіння пожежі, захист технологічного обладнання або виконує його відключення. Зовнішня відбиваюча поверхня 3 зовнішнього шару оболонки 2 забезпечує зниження зовнішньої прямої теплового навантаження на костюм. Проміжок 6 з боку зовнішньої оболонки 2 зменшує кількість тепла, що проникає через проміжний шар оболонки 5 в підкостюмний простір, знижує теплове навантаження на рятувальника. Зниження температури зовнішнього шару костюма і всередині костюма досягається за рахунок виносу тепла холодоагентом, що

проходить по трубках 7, які розташовані між внутрішнім 4 і проміжним 5 шарами оболонки. Система відведення тепла видаляє з підкостюмного простору тепло, яке надходить в костюм з навколишнього середовища і вироблене організмом протягом усього проміжку часу роботи рятувальника. Нагрітий холодоагент видаляється самопливом з відкритих кінців трубок 14 в нижній частині костюма.

Були проведені попередні полігонні випробування теплозахисного костюма. Максимальне теплове випромінювання при горінні штабелю деревини висотою 3 м і шириною 1,5 м дорівнювало 18 кВт/м², що відповідає температурі поверхні оболонки костюму 400°C при розрахунковій відстані від високотемпературного джерела до випробувача 1,5 м. Час впливу теплового навантаження обмежувалося 30 хв. У якості зовнішньої тепловідбивної оболонки застосовували костюм ТК-800, що є на оснащенні ДСНС. Маса зовнішньої оболонки – 6,5 кг.

В ході експерименту використовувалися поліхлорвінілові трубки діаметром 2 мм, відстань між ними була 100 мм. Температура води на вході становила 25 °С. Витрата води в системі охолодження дорівнювала 0,22 м³/год. Температура повітря оточуючого середовища складала 35 °С, від рукавної лінії пожежного автомобіля подача води до внутрішньої оболонки костюма здійснювалась під тиском 0,2 МПа.

В якості критерію теплозахисної здатності оболонки костюма було обрано температуру підкостюмного простору. Якщо ця температура не перевищує 40 °С, то костюм виконує свої функції. При цьому важливим було забезпечити найбільш низьку температуру внутрішньої поверхні костюма. Температуру підкостюмного простору вимірювали за допомогою електротермометру медичного ТПЕМ-1 (з датчиками). Цілісність зовнішньої оболонки визначалася візуально. В ході експерименту спостерігали початок термодеструкції матеріалу костюму, тому відстань від рятувальника до вогнища збільшили.

Зміну температури, що впливає на зовнішню оболонку костюма, визначали приблизенням або віддаленням випробувача від палаючого штабелю за показниками пірометра. Допустима, з точки зору цілісності, температура 200 °С встановлювалася на зовнішній оболонці костюму на відстані 2,3 м від фронту полум'я до випробувача. Фізичне навантаження імітували переміщенням випробувача із пожежним стволом вздовж фронту вогнища пожежі.

Випробувач підходив до фронту вогнища пожежі і, імітуючи гасіння вогнища, переміщувався вздовж фронту горіння на відстані близько 2 м (рис. 2). При цьому температура на зовнішній поверхні костюма добігала в середньому 200 °С, яку кожні 2хв вимірювали пірометром.

Похибка результатів теоретичних досліджень з визначення теплового променистого потоку (температури на зовнішній поверхні костюму), що впливає на випробувача, та експериментальних даних не перевищувала 15%.

Результати експерименту показали, що ефект охолодження підкостюмного простору зберігається при розташуванні трубок діаметром не менше 2 мм на відстані не більше 100 мм один від одного і температурі холодоагенту 25 °С. Цілісність зовнішньої оболонки при таких параметрах зберігалася.

Нагрівання підкостюмного простору до 40 °С спостерігали після 23 хв перебування випробувача перед джерелом горіння на відстані 2...2,3 м. Цей показник значно перевищує ана-

логічні характеристики існуючих на оснащенні ДСНС засобів захисту рятувальників від дії тепла.



Рисунок 2 – Розміщення випробувача перед вогнищем горіння

Під час експерименту було визначено, що використання холодоагенту з температурою менше 10 °С призводить до переохолодження рятувальника в результаті створення нижньої межі допустимої величини температури, яка становить 13 °С при важкій роботі. Використання в якості холодоагенту води з температурою понад 25 °С, не гарантує істотного охолоджуючого ефекту в підкостюмному просторі протягом тривалого періоду.

Висновки. Запропоновано модель теплозахисного костюму з системою водяного охолодження, яка містить комбінезон із зовнішньою оболонкою з вогнестійкого тепловідбивного матеріалу, внутрішньою оболонкою з гігієнічного повітропроникного матеріалу і проміжної оболонкою, забезпеченою системою відводу тепла, яка виконана у вигляді трубок з холодоагентом з температурою 10 ... 25 °С, в якості якого використовується вода або розчин піноутворювача.

Попередні експерименти підтвердили правильність ідеї з використанням проточної схеми охолодження підкостюмного простору для забезпечення захисту організму рятувальника від теплового впливу пожежі. При нагріванні зовнішньої оболонки костюму до 200 °С на тілі випробувача температура була нижчою 40 °С на протязі 23 хв.

Використання теплозахисного костюму забезпечує збереження цілісності зовнішнього шару виробу при тривалому впливі високих температур, з одночасним забезпеченням в підкостюмному просторі комфортних умов для організму рятувальника.

Подальші роботи в напрямку розробки сучасних засобів протитеплового захисту пожеж-

ників-рятувальників автори планують спрямувати на забезпечення захисту цілісності зовнішньої оболонки костюму при нагріві до або більше температури термодеструкції матеріалу з якого вона виготовлена.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Иваников В. П. Справочник РТП / В. П. Иваников, Ключ. – М.: Стройиздат, 1987. – 287 с.
2. Астапенко В.М., Кошмаров Ю.А. Термогазодинамика пожаров в помещениях. – М.: Стройиздат, 1988.– 448с.
3. Многократное применение охлаждающих элементов противотепловой одежды / [Положий В.О., Марийчук И.Ф., Попазова О.В., Гаврилко А.А.] // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. НИИГД «Респиратор».– Донецк, 2012.– Вып. 49.– С. 165-172.
4. Клименко Ю.В. Теоретические основы тепловых расчетов противотепловой одежды для горноспасателей // Науковий вісник НГА України.– Дніпропетровськ, 2001.– № 3.– С. 70-73.
5. Воронов П.С. Обоснование параметров и создание комплекса противотепловой защиты горноспасателей с использованием сжатого воздуха: дис...канд. техн. наук: 05.26.01 «Охрана труда» / МакНИИ.– Макеевка, 2008.– 176 с.
6. Патент на изобретение № 2076619, кл. А41D13/00, А62В17/00. опубл. 10.04.1997
7. Гаврилко О.А. Математичне моделювання нестационарного переносу тепла в захисному одязі пожежних і гірничорятувальників з водольодяною системою охолодження / Гаврилко О.А. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць, ЛПБ: УкрНДІПБ МНС України. – Львів. 2002. – С. 76-82.
8. Патент на изобретение № 1793582 , кл. А62В17/00. Теплозащитный костюм / Л.М. Гутман, Т.А. Жигирева, М.И. Харченко, В.И. Остапенко; заявитель и собственник Институт биофизики Минздрава СССР. - № 4857412/23; заявл. 18.06.1990; опубл. 10.11.1996.
9. Патент на корисну модель № 109668 Україна, МПК А62В17/00, А41D13/00. Теплозахисний костюм / В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, Г.В. Зав'ялов, Т.В.Костенко, В.М. Покалюк; заявник і власник В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова. – № u2016 03119; заявл. 25.03.2016; опубл. 25.08.2016, Бюл. №16.

RESCUER'S HEAT PROTECTION SUIT WITH WATER COOLING SYSTEM

V. Kostenko, Doc. of Sc. (Eng.), Prof., O. Zavalova, Cand. of Sc. (Eng.), Doc.,

T. Kostenko, Cand. of Sc. (Eng.)

Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense of Ukraine

KEYWORDS

heat protecting suit, cooling water system, rescuer, heat removal.

ANNOTATION

It is proposed heat suit construction with the flow circuit of the refrigerant movement to protect rescuers from influence of heat radiation, high ambient temperatures during the fire-fighting and liquidation of emergencies. Using heat device maintains the integrity of the outer layer of the suit at long influence of high temperatures while providing comfort rescuer work in the inside suit.

ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ КОСТЮМ СПАСАТЕЛЯ З СИСТЕМОЙ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В.К. Костенко, д.т.н., проф., О.Л. Завьялова, канд.техн.наук, доц., Т.В. Костенко, канд.техн.наук

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

теплозащитный костюм, система водяного охлаждения, спасатель, отвод тепла.

АННОТАЦИЯ

Предложена конструкция теплозащитного костюма с проточной схемой движения хладагента для защиты спасателей от воздействия теплового излучения, высоких температур окружающей среды в ходе тушения пожаров и ликвидации аварийных ситуаций. Использование теплозащитного устройства обеспечивает сохранение целостности верхнего слоя костюма при длительном воздействии высоких температур с одновременным обеспечением в подкостюмном пространстве комфортных условий работы спасателя.

УДК 614.841

К ВОПРОСУ НЕОБХОДИМОСТИ ОБОСНОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ТУРБИННОГО МАСЛА

С.Ю. Огурцов*, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., С.В. Семичаевский
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Поступила в редакцию: 14.11.2016
Прошла рецензирование: 13.12.2016

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

валидация, горение турбинного масла, машинные залы, моделирование пожара, показатели пожарной опасности.

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ источников научно-технической информации касательно особенностей горения турбинного масла марки ТП-22 используемого в системах смазки и уплотнения турбогенераторов. Проанализированы параметры, которые могут быть использованы для проведения моделирования процессов горения турбинного масла. Обоснована необходимость экспериментального уточнения удельной массовой скорости выгорания турбинного масла в зависимости от его начальной температуры, температуры в процессе горения, толщины и площади разлива для очагов, приближенных к реальным. Обоснована необходимость уточнения величины нижней теплоты сгорания турбинного масла, в том числе в зависимости от его срока эксплуатации в системе смазки и уплотнения.

Опыт эксплуатации энергетических предприятий за последние десятилетия показывает, что на электростанциях, в том числе и на атомных, происходят крупные аварии с катастрофическими последствиями, в частности пожарами, значительными повреждениями и разрушением технологического оборудования и строительных конструкций.

Всего в машинных залах АЭС и ТЭС в Украине и за рубежом в период с 1965 по 2013 год зафиксировано 105 аварийных ситуаций. Из них пожаров - 31, взрывов - 2, взрывов с пожарами - 2, остальные 70 - это локальные загорания [1].

Такие серьезные аварии имели место на электростанциях [2]:

- Экибастузской ГРЭС (Казахстан);
- энергоблоке № 2 Чернобыльской АЭС (Украина);
- Конаковской и Новочеркасской ГРЭС (Россия);
- Улан-Уденской ТЭЦ-1 (Россия);
- Сырдарьинской ГРЭС (Узбекистан);
- АЭС Palisades (США);
- АЭС Maanshan (Тайвань);
- АЭС Vandellos (Испания);
- АЭС Narora (Индия).

В ходе резонансного пожара с горением турбинного масла, произошедшего 29 марта 2013 года в машинном зале котлотурбинного цеха №1 Углегорской ТЭС, была уничтожена кровля машзала на площади 10880 м², а также технологическое оборудование цеха. В результате пожара пострадало 11 и 1 человек погиб.

Таким образом, вопрос обеспечения пожарной безопасности машинных залов энергетических предприятий является актуальным. Обоснование параметров систем противопожарной защиты требует применения современных подходов, какими являются средства математического моделирования, в частности средства вычислительной гидродинамики (так называемый «CFD – анализ»). Проведение моделирования работы систем противопожарной защиты в условиях различных вариантов аварий, а, следовательно, и различных вариантов развития пожара, позволит выявить неэффективные элементы таких систем и сформулировать предложения по повышению их эффективности.

Для проведения математического моделирования возникновения и развития пожара в машинных залах энергетических предприятий необходимо множество исходных параметров, таких как теплофизические свойства ограждающих конструкций, параметры работы систем противопожарной защиты, свойства пожарной нагрузки и т.д., которые будут заложены в расчетную модель. В рамках этой работы авторами проведен анализ источников научно-технической информации касательно особенностей горения турбинного масла, используемого в системах смазки и уплотнения турбогенераторов, а также пожароопасных свойств и параметров горения турбинного масла марки ТП-22, которые после экспериментального уточнения могут быть использованы для валидации моделей горения такого типа горючей нагрузки в

*E-mail: u_secretar@ukr.net

программном обеспечении «Fire Dynamic Simulator» (FDS).

В системах смазки и уплотнения турбогенераторов в машинных залах АЭС (ТЭС) Украины и стран СНГ используется нефтяное турбинное масло марки ТП-22 с композицией присадок, являющееся согласно с [3, 4] горючей средневоспламеняемой жидкостью.

Для проведения моделирования горения турбинного масла необходимы следующие параметры пожароопасности турбинного масла:

- низшая теплота сгорания;
- удельная массовая скорость выгорания;
- дымообразующая способность и данные по образованию сажи;
- данные по выделению токсических продуктов сгорания;

В FDS для создания источника горения необходимо задать реакцию горения в газовой фазе, которая должна учитывать химический состав топлива. Поэтому для обоснования входных параметров реакции горения турбинного масла необходим показатель, характеризующий условное количество атомов углерода, водорода и кислорода (химическая брутто-формула турбинного масла).

С целью обоснования возможных сценариев пожаров, времени и места воспламенения,

необходимы такие показатели пожаровзрывоопасности турбинного масла, как температура вспышки, температура его воспламенения и самовоспламенения.

В таблице 1 приведены данные о пожароопасных свойствах и параметрах горения турбинного масла, составленные на основании данных источников научно-технической информации.

Можно заметить, что за исключением данных о пожароопасных свойствах турбинного масла, что могут быть получены согласно стандартизованных методик испытаний [4], данные [5] на настоящий момент являются наиболее полным набором исходных данных для проведения моделирования. Брутто-формула турбинного масла, указанная в справочных данных [6] вероятно получена расчетным путем согласно формул, приведенных в [7].

Кроме того, различие значений удельной массовой скорости выгорания масла в работах [5], [8] и [9] могут быть объяснены как различными методами определения этого параметра, так и различной температурой жидкости в момент горения. Чем выше температура, тем меньше теплоты требуется на испарения жидкости и тем интенсивнее оно протекает [10].

Уточнение удельной массовой скорости выгорания турбинного масла в зависимости как от его начальной температуры, так и температуры в процессе горения требует соответствующих экспериментальных исследований на очагах, приближенных к реальным.

Также приведенные данные не содержат зависимостей, что характеризуют изменение массовой удельной скорости выгорания от площади и толщины разлива турбинного масла.

Известно, что при горении жидкостей в горелках разных диаметров [14] имеют место три динамических режима с характерными для каждого из них условиями массопереноса вещества и теплообменом с окружающей средой, жидкостью и стенками емкости (резервуара).

Основными факторами, оказывающими влияние на скорость выгорания жидкости, являются материал и толщина стенки горелки, высота свободного борта, скорость обдува и содержание кислорода в окружающей газовой среде.

Теплообмен между стенкой и жидкостью имеет значение при горении топлива в узких горелках [14], какие были использованы в работе [9]. В этом случае на скорость выгорания значительное влияние оказывают свойства материала, из которого изготовлена горелка. Эксперименты, проведенные в [15], показали, что скорость выгорания уменьшается с увеличением теплопроводности материала стенки. Это объясняется ростом тепловых потерь от стенки в окружающую среду. В то же время, при горении жидкостей в горелках большого диаметра влияние этих параметров на скорость выгорания незначительно [16].

Интерес также представляет зависимость скорости выгорания от уровня заливки жидкости. В узких горелках с увеличением этого уровня снижается градиент концентрации горючих паров и уменьшается их приток в зону горения. При этом понижается температура на поверхности жидкости и интенсивность процесса горения. С увеличением диаметра влияние уровня заливки жидкости существенно снижается [14].

Влияние вынужденной конвекции на скорость выгорания жидкостей в резервуарах изучалось в работах [15-18]. Скорость выгорания растет с увеличением скорости воздушного потока, что может свидетельствовать о влиянии воздухообмена в зоне пожара (работы систем дымо- теплоудаления) на параметры горения. Эти процессы также должны быть учтены при проведении моделирования процессов горения турбинного масла в машинном зале энергетического предприятия.

Таблица 1– Пожароопасные свойства и параметры горения турбинного масла марки ТП-22

Наименование параметра	Значение							
	ГОСТ 9972-74 [3]	Отчеты ОАО «ВНИИ АЭС» [1] и КИЭП [2]	Отчет ВНИИПО [8]	Деревинский Д.Н. [11]	Кошмаров Ю.А. [5], Абашкин А.А и др. [12]	Карькин И.Н. [6]	Цапко Ю.В., Антонов А.В., Орел В.П. [9]	Vidmar P, Petelin S.[13]
Температура вспышки, °С	>186	180						
Температура воспламенения, °С		201-220						
Температура самовоспламенения, °С		300-350		372*				
Мощность тепловыделения, кДж/м ²						1257		2900**
Низшая теплота сгорания Н _г кДж/м ²			43,000		41,900			
Удельная массовая скорость выгорания ψ, кг/м ² ·с			0,025		0,030		0,071	
Дымообразующая способность D _m , Нп·м ² /кг;					243			
Потребление кислорода L _{o2} кг/кг;					0,282			
Выделение углекислого газа L _{co2} кг/кг;					0,700			
Выделение угарного газа L _{co} кг/кг;					0,122	0,122		
Образование сажи Y _s кг/кг;						0,028		
Брутто формула						C _{6,9} H _{14,6} O _{12,9}		

Примечание:

*-возможно снижение до 308 °С в процессе эксплуатации;

**- марка турбинного масла может отличаться

Эксперименты по изучению связи между скоростью выгорания и содержанием кислорода в окружающей среде описываются в работе [15]. В атмосфере, содержащей 15% об. кислорода и менее органические жидкости не горят. Повышение концентрации окислителя приводит к росту температуры пламени и усилению

нагрева поверхности жидкости и росту скорости выгорания.

На основании проведенного анализа исходных данных, необходимых для математического моделирования процессов горения турбинного масла марки ТП-22, были сформулированы следующие выводы:

1. Необходимо экспериментально определить зависимость удельной массовой скорости выгорания турбинного масла марки ТП-22 от его начальной температуры, температуры в процессе горения, толщины и площади разлива, в том числе для очагов, приближенных к реальным.

2. Требуется экспериментального подтверждения низшая теплота сгорания турбинного масла, в том числе в зависимости от его срока службы, в системе смазки и уплотнения турбогенераторов машинных залов.

3. При разработке методики экспериментальных исследований и создании экспериментального оборудования необходимо учитывать факторы, влияющие на определяемую экспериментально удельную массовую скорость выгорания турбинного масла.

4. На основании полученных уточненных данных в дальнейшем необходимо провести валидацию модели горения содержащую уточненные данные с определением погрешности расчетов, что в дальнейшем будет учитываться при проведении моделирования более сложных сценариев возникновения и развития пожаров, сопровождающихся горением турбинного масла в машинных залах энергетических предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сравнительный анализ аварийных ситуаций, пожаров и взрывов в машзалах АЭС, электростанциях РАО ЕЭС при нарушениях в работе турбогенераторов с проливом масла и утечкой водорода: Технический отчет / ОАО «ВНИИАЭС». – М., 2008. – 88 с.
- Хмельницкая АЭС. Энергоблок № 2. Модернизация. Главный корпус. Турбинное отделение. Мероприятие 29112. Разработать и реализовать систему по сигналу «пожар» сброса водорода из корпуса генератора за пределы машзала. Этап 1. Технические предложения /КИЭП - 2007.
- ГОСТ 9972-74 Масла нефтяные турбинные с присадками. Технические условия.
- ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
- Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с. ISBN – 59229-0011-0.
- Карькин И.Н. Работа в программном комплексе FireCat. Библиотека реакций и поверхностей горения в PyroSim. Редакция 3, 2014. – 27 с.
- СИТИС 6011-P2. Данные для расчета температуры среды при ПРВ. – СИТИС, 2007.
- Разработка предложения по защите несущих конструкций машзалов АЭС от воздействия опасных факторов пожара (отчет)/ВНИИПО, М.1993-184 С.
- Цапко Ю.В., Антонов А.В., Орел В.П. Оцінка ефективності застосування діоксиду вуглецю в системах протипожежного захисту газоперекачувальних агрегатів // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: УкрНДІПБ, 2002. –№ 2 (6). – С. 102-108.
- Худяков Г.Н. Выгорание жидкостей со свободной поверхности. – В кн.: Известия АН СССР, ОНТ, 10. – М., 1945, с. 11-15.
- Деревинський Д.М. Обґрунтування умов застосування вогнегасних речовин в системах протипожежного захисту газокompресорних станцій: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 21.06.02 / УкрНДІПБ МНС України. – К., 2005. – 24 с.
- А.А. Абашкин, А.В. Карпов, Д.В. Ушаков, М.В. Фоми́н, А.Н. Гилетич, П.М. Комков. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» - М.: ВНИИПО, 2012. – 83 с.
- Vidmar P, Petelin S. Analysis of the effect of an external fire on the safety operation of a power plant. Fire Saf J. 2006;41(6):486–90.
14. В.И. Горшков. Тушение пламени горючих жидкостей. – М.: Пожнаука, 2007. –267 с. ISBN – 5-903049-08-7.
- Блинов В.И., Худяков Г.Н. Диффузионное горение жидкостей. – М.: Изд-во АН СССР, 1961, 208 с.
- Павлов П.П., Хованова А.М. О горении нефти и нефтепродуктов со свободной поверхности. – Баку: ЦНИПО, 1955, 79 с.
- Bakhman N.N., Kondikov B.N., Aldabaev L.I. Buning of liquid fuels; effect of burner on burning rate an measurement of quenching diameter. Fuel. London. 1976, v. 55, p. 243-249.
- Блинов В.И., Худяков Г.Н. О влиянии ветра на скорость сгорания нефтепродуктов в резервуарах. Инф. Письмо № 8 АН СССР, энергетический институт им. Г.М. Кржижановского. – М.: 1958, - 12 с.

TO THE ISSUE ABOUT THE NECESSITY OF REASONING INITIAL DATA FOR MODELING THE TURBINE OIL COMBUSTION PROCESS

*S. Ogurtsov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., S. Semichaevskiy
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine*

KEYWORDS

validation, turbine oil burning, turbine halls, fire modeling, fire danger indices.

ANNOTATION

It is performed the analysis of sources of scientific and technical information concerning the characteristics of the combustion turbine oil TP-22 brand used in lubrication systems and seals of turbine generators. It is analyzed parameters that can be used for modeling the combustion turbine oil processes. It is reasoned the necessity of verifying the specific experimental mass burn rate of turbine oils, depending on its initial temperature, the temperature in the combustion process, the thickness and spill area for fire, closed to real. It is identified the necessity for verifying the lower calorific value of turbine oil burning, including depending on the lifetime of the system lubrication and sealing

ДО ПИТАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ ТУРБІННОГО МАСЛА

*С.Ю. Огурцов, канд. техн. наук, ст. наук. співр., С.В. Семичаєвський
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна*

КЛЮЧОВІ СЛОВА

валідація, горіння турбінного масла, машинні зали, моделювання пожежі, показники пожежної небезпеки.

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз джерел науково-технічної інформації стосовно особливостей горіння турбінного масла марки ТП-22, що використовується в системах змазування та ущільнення турбогенераторів. Проаналізовано параметри, які можуть бути використані для проведення моделювання процесів горіння турбінного масла. Обґрунтована необхідність експериментального уточнення питомої масової швидкості вигорання турбінного масла в залежності від його початкової температури, температури в процесі горіння, товщини і площі розливу для осередків пожежі, наближених до реальних. Визначена необхідність уточнення величини нижчої теплоти згорання турбінного масла, в тому числі в залежності від строку його експлуатації в системі змазування та ущільнення.

УДК 614.842

ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУР СПАЛАХУ ТА ЗАЙМАННЯ ГОРЮЧИХ РІДИН

*В. В. Федоровський, Р.Б. Веселівський, канд. техн. наук.
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 10.11.2016
Пройшла рецензування: 20.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

температура спалаху, температура займання, тигель, метод визначення, експериментальні дослідження.

АНОТАЦІЯ

Проведено порівняльний аналіз існуючих методів визначення температури спалаху та займання горючих рідин. Виявлено чинники, що можуть впливати на результати випробувань з визначення цих характеристик. Представлено зарубіжні та вітчизняні експериментальні та теоретичні підходи щодо визначення температур спалаху та займання горючих рідин. Проведено експериментальні дослідження з визначення температур спалаху та займання олії ріпаку, сої та соняшнику.

Рідини та речовини, що є горючим, характеризуються температурами спалаху та займання.

Температура спалаху – це найменша температура конденсованої речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пари, що здатні спалахнути у повітрі від джерела запалювання; стійке горіння при цьому не виникає. Але підвищуючи температуру рідини далі до певного значення, пари спалахують і не гаснуть, що свідчить про досягнення температури займання цієї рідини.

Показники температури спалаху та займання для значної кількості горючих рідин висвітлені у ряді нормативних документів та довідкових літературних джерелах, що стосуються вибухопожежонебезпеки [1-5] тощо.

Відповідно до міжнародних стандартів [6-8] температури спалаху та займання, що є предметом досліджень цієї роботи, не є сталими показниками фізико-хімічних властивостей речовин та матеріалів, оскільки напряму залежить від апаратури та методів її визначення. Окрім того, на кінцевий результат може суттєво впливати значення атмосферного тиску.

У світі існують та застосовуються різні методи та методики, що дозволяють визначати температури спалаху та займання рідин. Враховуючи фізику процесу виникнення спалаху та займання речовин, саме температура спалаху відображає здатність речовин і матеріалів до підтримання горіння. Так, в світі існує ряд нормативних документів та стандартів, що стосуються класифікації займистих, горючих та інших речовин [9-11].

Також існує європейська класифікація (Classification, Labelling and Packaging), де займисті рідини розділяють на категорії. Відповідно до цих документів саме поняття температури спалаху дещо відрізняється. Зокрема в [12-13] зазначено, що температура спалаху рідини це температура рідини, при якій утворюються горючі пари, здатні спалахувати від джерела запалювання. У [6-8] зазначено, що ця температура визначається у спеціальних умовах чи на спеціальному обладнанні, а у [19], вказано, що температура спалаху та температура займання є відмінними між собою. Слід зазначити, що у діючому в Україні нормативному документі [19], поняття температури спалаху найбільш влучно відображає фізичну суть цього явища. Крім того, у світі існують методи та підходи, що дають змогу визначати даний параметр враховуючи зв'язок температури спалаху з теплою згорання та нижньою температурною межею займання [15-17].

Основними підходами для визначення температури спалаху та займання рідин є випробування у закритому та відкритому тиглі. Підхід з відкритим тиглем реалізований у методах Тага, Кливленда, Бренкена, підхід з закритим тиглем – у методах Абеля, Пенски-Мартенса, Абеля-Пенского, Сетафлеш тощо. Також існує модифікація підходу закритого тигля, це є рівноважний метод, в якому використовується апаратура методів Абеля, Пенски-Мартенса і Тага.

Характеристики існуючих у світі методів визначення температури спалаху та займання рідин представлено у таблиці 1 [18].

Таблиця 1 - Характеристики існуючих методів визначення температури спалаху та займання рідин

Метод випробування	Тигель	Швидкість нагрівання, °C/хв	Крок перевірки	Робочий діапазон, $t_{спал.}$ °C	Стандарт
Пенски-Мартенса (А)	Закритий	5...6	1...2	< 370	ASTM D 93; BS EN ISO 2719; BS 2000-34
Пенски-Мартенса (Б)	Закритий	1...1,5	2	< 93	
Тага	Закритий	1...3	0,5...1	0...110; кімнатна т-ра...300	ASTM D 56; ГОСТ Р 53717
Сетафлеш	Закритий	-	0,5	-30...70	ASTM D 3278; ASTM D 3828
Абеля	Закритий	1	0,5	-15...360	BS EN ISO 13736; ISO 13736
Закритий тигель	Закритий	5...6; 0,3 (для лаків). Різниця температур зразка і бані ≤ 2 °C	1...2; 0,5 (для лаків)	-15...360	ГОСТ 12.1.044-89*
Рівноважний	Закритий	Різниця температур зразка і бані ≤ 2 °C 0,3 -0,1	0,5	0...110 -18...165 -30...110	ASTM D 3924; ASTM D 3941 BS EN ISO 1523; ISO 1516
Прискорений рівноважний	Закритий	Різниця температур зразка і бані ≤ 2 °C	0,5...1	-30...300	BS EN ISO 3679; BS 2000-523; ISO 3679
Клівленда	Відкритий	5-6	2	>79	ASTM D 95; ISO 2592; ГОСТ 4333-87
Бренкена	Відкритий	4	2	-	ГОСТ 4333-87
Тага	Відкритий	1	1	-18...165	ASTM D 1310
Відкритий тигель	Відкритий	5...6; 0,3 (для лаків і в'язких рідин)	1-2	-15...360	ГОСТ 12.1.044-89*

Аналізуючи методи, які представлені у таблиці 1, слід зазначити, що у всіх представлених методах визначення температур спалаху та займання рідин проводиться в закритому та відкритому тиглі, шляхом піднесення джерела запалювання до поверхні досліджуваної рідини. Відмінними є робочі діапазони температур методів, що коливаються від мінус 30 °C до плюс 370 °C, але при цьому не спостерігається якась закономірність діапазонів температур в залежності від того, як метод реалізований, у відкритому чи закритому тиглі. Також, враховуючи те, що температура спалаху деяких речовин визначається при температурі нижче 20 °C, важливим є факт застосування засобів для охолодження рідини. Також, загальним недоліком представлених методів є те, що у більшості з них не враховується значення атмосферного тиску на момент проведення експерименту, а в деяких це відбувається

опосередковано.

Поряд з експериментальними методами існують і розрахункові методи визначення температури спалаху горючих рідин. Одним із таких методів є метод визначення температури спалаху через тиск насиченого пару рідини [20]. Суть цього методу полягає у припущенні, що спалах виникає за температури, при якій тиск насичених парів рідини відповідає тиску насичених парів при нижній концентраційній межі займання. Даний підхід припускає, що температура спалаху і нижня концентраційна межа займання приблизно однакові.

Також у роботі [21] представлено один із методів прогнозування температури спалаху. Суть прогнозування базується на основі фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостей горючих рідин, індикаторних змінних та топологічних індексах.

У працях [22, 23] наведено порівняльні методи

визначення температури спалаху та займання горючих рідин.

Враховуючи вищезазначене, очевидним є факт, що при застосуванні різних підходів щодо визначення температур спалаху та займання рідин можуть бути отримані суттєво різні результати для однакових речовин. Чинниками, що впливатимуть на результат є швидкість нагрівання випробуваної речовини, конструктивні особливості приладів, що забезпечують умови охолодження, а також урахування поправки на атмосферний тиск.

Важливим завданням на сьогодні є уніфікація методів визначення пожежонебезпечних характеристик рідин як у національних так і

міжнародних стандартах.

З метою порівняння даних довідкових джерел та даних отриманих експериментальним шляхом, авторами проведено ряд експериментальних досліджень з визначення температур спалаху та займання деяких видів рослинних олій із застосуванням стандартизованого в Україні обладнання. А саме, проведено дослідження температур спалаху та займання зразків олії ріпаку, сої та соняшника згідно з [19] на установці ТВ-2, загальний вигляд якої представлений на рисунку 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд установки ТВ-2

Основні складові елементи установки: нагрівна ванна, металевий чи фарфоровий тигель, тримач та штатив, газовий пальник, термометр, азбестова прокладка

Крім того, під час проведення досліджень використовували термометр типу ТН-2 (клас точн. 1) з відповідним діапазоном вимірювання та секундомір (клас точн. 2).

Суть методу визначення температур спалаху та займання полягає в проведенні випробувань в умовах, коли над поверхнею речовини утворюються пари, що здатні спалахувати або горіти в повітрі від джерела запалювання. Швидкість нагріву речовини складає 5-6 °С/хв. У процесі нагрівання рідини полум'я газового пальника рівномірно проводять від одного боку тигля до іншого в горизонтальній площині, не вище ніж на 2 мм від верхнього краю тигля, і тільки в одному напрямку, та фіксують наявність або відсутність чи то спалаху, чи то займання рідини.

За температуру спалаху чи температуру займання ($T_{спал.}$, $T_{займ.}$) приймають середнє арифметичне значення температур, що отримані на трьох зразках однієї рідини з поправкою на атмосферний тиск (Δt), що визначається за формулою:

$$\Delta t = 0,27 \times (101,3 - P_a) \quad (1)$$

де, P_a – атмосферний тиск, кПа.

Результати експериментальних досліджень температури спалаху та займання олії ріпаку, сої та соняшнику представлено у таблицях 2 та 3.

Таблиця 2- Результати експериментальних досліджень температури спалаху

Назва рідини	T _{спал.} , °C	Результат випробування
Олія ріпаку	328	спалах при температурах: 327 °C, 328 °C, 327 °C
Олія сої	332	спалах при температурах: 331 °C, 331 °C, 332 °C
Олія соняшнику	331	спалах при температурах: 331 °C, 332 °C, 330 °C

Таблиця 3- Результати експериментальних досліджень температури займання

Назва рідини	T _{займ.} , °C	Результат випробування
Олія ріпаку	358	займання при температурах: 356 °C, 357 °C, 358 °C
Олія сої	360	займання при температурах: 359 °C, 359 °C, 359 °C
Олія соняшнику	365	займання при температурах: 364 °C, 365 °C, 365 °C

Слід зауважити, що у довіднику [24], наведені температури спалаху олії соняшнику та сої суттєво відрізняються від отриманих експериментально. Зокрема, для олії соняшнику в довіднику вона складає 204-229 °C, а експериментально визначена – 331 °C; для олії сої в довіднику – 120-240 °C, а експериментально визначена – 331 °C. Такі результати вказують або на невідповідність підходів щодо визначення температур спалаху та займання, або на суттєво відмінний хімічний склад речовин, які досліджувались та порівнювались.

Висновки:

1. Встановлено, що у світовій практиці для експериментального визначення температур спалаху та займання рідин переважно застосовується закритий та відкритий тигель.

2. Визначено чинники, що можуть суттєво впливати на результат випробувань, зокрема це швидкість нагрівання рідини, особливості конструктивного виконання випробувальних приладів, атмосферний тиск тощо), та необхідність уніфікації методів визначення пожежонебезпечних характеристик рідин як у національних так і міжнародних стандартах.

3. Експериментально визначено температури спалаху та займання трьох видів рослинних олій та показано їх суттєву відмінність від довідкових джерел.

4. Актуальним є питання проведення подальших експериментальних досліджень з визначення температур спалаху та займання еталонної рідини із застосуванням різних підходів та методів, наведених у таблиці 1.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. НАПБ В.01.057-2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України та МНС України від 04.12.2006 № 730/770, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05.04.2007 за № 313/13580.
2. НПАОП 15.4-1.06-97 Правила безпеки для олійно-жирового виробництва. – Київ : УкрНДІхарчпром, 1997. – 313 с.
3. НАПБ 07.026-2010 Рекомендації щодо забезпечення пожежної безпеки при транспортуванні та зберіганні насіння олійних культур. – Київ : УкрНДІПБ МНС України, 2010. – 63 с.
4. ДСТУ 3855-99. Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення.
5. НАПБ В.07.013-86/810 (НАОП 8.1.00-2.05-86 (ОСТ 8.12.06-86)) Процессы производственные на предприятиях с хранением и переработкой зерна. Взрывоопасность. Номенклатура показателей пожаровзрывоопасности производственной пыли и пылевоздушной смеси.
6. ISO 3679:2004 (E). Determination of Flash Point-Rapid Equilibrium Closed Cup Method.-Geneva : ISO Copyright Office, 2004.– 18 p.
7. ISO 13736:2008 (E). Determination of Flash Point – Abel Closed Cup Method. – Geneva : ISO Copyright Office, 2008. – 22 p.
8. British Standard. BS EN ISO 13736:2008. Determination of Flash Point–Abel Closed Cup Method (ISO 13736:2008). – London : BSI, 2009. – 22 p.
9. 2006 International Fire Code.
10. 2009 International Fire Code.
11. 2012 International Fire Code.
12. Safe Working with Industrial Solvents. Flammability: A Safety Guide for Users Best Practice Guidelines - 4. - Brussels : ESIG, 2003. - 21 p.
13. JKKP: GP (I) 4 97. Guidelines for the Classification of Hazardous Chemicals. - Putrajaya : Department of Occupational Safety and Health, 1997. - 39 p.

14. Davletshina T. A. *Industrial Fire Safety Guidebook*. - Westwood : Noyes Publication, 1998. - 531 p.
15. Баратов А. Н., Иванов Е. Н., Корольченко А.Я. *Пожарная безопасность. Взрывобезопасность*. - М. : Химия, 1987. - 272 с.
16. Монахов В. Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и Жидкости. - М. : ВНИИПО, 2007. - 248 с.
17. Тарасов А. В., Степанова И. В. Процессы горения и показатели пожарной опасности 6 учебное пособие. - СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2009. - С. 15-16.
18. Алексеев С. Г. Температура вспышки. Часть 1. История вопроса, дефиниции, методы экспериментального определения / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов* : научн. техн. журнал – Москва, 2012. – №5. – С. 35-41.
19. ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”.
20. Алексеев С. Г. Температура вспышки. Часть 2. Расчет через давление насыщенного пара / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов* : научн. техн. журнал – Москва, 2012. – №10. – С. 21-35.
21. Температура вспышки. Часть 4. Дескрипторный метод расчета / С. Г. Алексеев, К. С. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов* : научн. техн. журнал – Москва, 2014. – №5. – С. 18-37.
22. Korol'chenko Ya. A., Bobkov A. S., Zhuravlev V. S., Lantukhova L. V. Calculating the flash point of inflammable liquids *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. — 1969. — Vol. 5, No. 8. — P. 556–558.
23. Шебеко Ю. Н., Иванов А. В., Корольченко А. Я., Алехина Э. Н., Бармакова А. А., Терешина Н. А. Инструкция по расчету температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей «4р-82. - М. : ВНИИПО, 1983. - 36 с.
24. *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд. в 2 книгах* / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др.]. - М.: Химия, 1990. - 496 с.

APPROACHES TO DEFINITION OF FLASHPOINT AND IGNITION OF COMBUSTIBLE LIQUIDS

*V. Fedorovskyi, R. Veselivskyi, Cand. of Sc (Eng.),
Lviv State University of Life Safety*

KEYWORDS

flashpoint, temperature ignition, crucible, determining method, experimental study.

ANNOTATION

It is performed the comparative analysis of existing methods for the determining of flashpoint and ignition of flammable liquids. It is established the factors that could affect the results of tests to determine these characteristics. It is resented foreign and domestic experimental and theoretical approaches for determination of flashpoint and the ignition of combustible liquids. It is conducted experimental studies to determine the flashpoint and ignition of oil rape, soy and sunflower.

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУР ВСПЫШКИ И ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

В. В. Федоровский, Р.Б. Веселовский, канд. техн. наук.

Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

температура вспышки, температура воспламенения, тигель, метод определения, экспериментальные исследования.

АННОТАЦИЯ

Проведен сравнительный анализ существующих методов определения температуры вспышки и воспламенения горючих жидкостей. Выявлены факторы, которые могут влиять на результаты испытаний по определению этих характеристик. Представлены зарубежные и отечественные экспериментальные и теоретические подходы к определению температур вспышки и воспламенения горючих жидкостей. Проведены экспериментальные исследования по определению температур вспышки и воспламенения масла рапса, сои и подсолнечника.

УДК 614.842/.847

ЗАГОРОДЖУВАЛЬНІ СМУГИ ЯК СПОСІБ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

*Р.В. Ліхньовський**, канд.хім.наук, *М.В. Білошицький*, канд.хім.наук, ст.наук. співр., *В.О. Боровиков*, канд.техн.наук, ст.наук. співр., *С.В. Жартовський*, канд.техн.наук, ст.наук. співр., *М.І. Копильний*, *О.В. Корнієнко*
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 21.10.2016
Пройшла рецензування: 01.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

пожежі у природних екосистемах, локалізація пожеж, загороджувальні смуги, засоби з вогнезахисними властивостями.

АНОТАЦІЯ

Змодельована низова пожежа слабкої інтенсивності. Створено захисну смугу для локалізації пожежі. Застосовано водорозчинний засіб з вогнезахисними властивостями. Показано ефективність випробовуваного засобу у локалізації пожежі.

Пожежі у природних екосистемах привносять свою частку у загальну статистику пожеж, що стаються у країні та мають тенденцію до щорічного зростання. До пожеж у природних екосистемах відносяться лісові, торф'яні, на відкритих територіях (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях.

Згідно зі статистичними даними Центру Пожежної Статистики Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб (СТІФ) [1], який аналізує стан з пожежами у 23 країнах світу, щороку приблизно 17% усіх пожеж у цих країнах виникає у природних екосистемах.

Стосовно України, то слід зазначити, що у 2015 році кількість пожеж у природних екосистемах у порівнянні з 2014 роком збільшилася у 2 рази (з 12,8 тис. у 2014 році до 25,1 тис. у 2015), а їх площа на 13,8% (з 26,7 тис. га у 2014 році до 31 тис. га. у 2015) [2].

Внаслідок таких пожеж вогнем знищується унікальна флора і фауна біосферних заповідників та національних парків, господарські споруди та дачні будинки, тим самим заподіюється шкода екосистемі та завдаються матеріальні збитки державі й населенню.

Світовий досвід боротьби з пожежами у природних екосистемах вказує на застосування вогнеборцями загороджувальних смуг, що створюються розпиленням водних розчинів хімічних речовин з вогнезахисними властивостями. За межі таких смуг вогонь не поширюється. В Україні наразі такий спосіб локалізації пожеж не застосовується. Натомість

Правилами пожежної безпеки у лісах України [3] передбачено прокладання мінералізованих смуг із застосуванням спецтехніки для видалення наземних горючих матеріалів. Такий спосіб призначений для локалізації пожеж на об'єктах інфраструктури. Створення загороджувальних смуг з розчинів хімічних речовин може застосовуватися у місцях, де прокладання мінералізованих смуг неможливе через важкодоступність пожежі. Тобто пропонується спосіб у статті є мобільнішим у застосуванні.

Стосовно ж розчинів антипіренів, то слід зазначити, що в період існування СРСР, вони вироблялися Державною установою «НІОХІМ» (м. Харків). Найбільше застосування, в той період, знайшли засоби ОС-5, ОС-5У, ОС-А1. Переважно вони застосовувалися під час гасіння лісових пожеж, водні розчини яких наносилися на лісову підстилку, утворюючи вогнезахисну загороджувальну смугу, яка перешкождала поширенню полум'я.

На теперішній час тактика застосування речовин з вогнезахисними властивостями майже не змінилася, а такі засоби, як ОС-5 та ОС-5У і досі використовуються та вважаються одними з найефективніших [4].

Так, наприклад, у Російській Федерації відповідно до п. 60 та п. 61 «Правил гасіння лісних пожеж» [5] загороджувальні смуги прокладаються шириною у 1,4 м при слабких середніх низових лісових пожежах (швидкість поширення полум'я менше 1 м/хв) та шириною до 9 м при сильних лісових пожежах (швидкість поширення полум'я більше 3 м/хв).

*E-mail: chemist_1@i.ua

Кінці загороджувальних смуг повинні бути дотичними до природних або штучних протипожежних бар'єрів. Для створення загороджувальних смуг тривалістю не більше однієї години, можливо застосувати воду зі змочувальниками, а для забезпечення більш довготривалої дії – використовуються хімічні речовини з вогнезахисними властивостями [6].

Загороджувальні смуги, створені із хімічних речовин, називають ще опорними хімічними

смугами. Ширина таких смуг – у межах від 0,3 м до 9 м та залежить від інтенсивності і виду лісової пожежі. Для створення опорних хімічних смуг у Російській Федерації використовують такі засоби довготривалої дії з вогнезахисними властивостями, як ОС-5, ОС-5У, ОС-А1, ОС-А2М тощо [7]. Дані по окремих засобах наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Засоби ОС-5 та ОС-А1 з вогнезахисними властивостями, що застосовуються для прокладання захисних смуг

Торгова назва засобу	Повна назва засобу з вогнезахисними властивостями	Концентрація робочого розчину
ОС-5 (порошок помаранче-вого або червоного кольору) ТУ 6-18-61-88	водний розчин діамонійфосфату та карбаміду	10–15%
ОС-А1 (порошок) ТУ 6-46-014-92	водний розчин діамонійфосфату і карбаміду з добавками	10–15%

Засіб ОС-5 виготовляється у вигляді легкорозчинного у воді порошку та містить 62–75% діамонійфосфату, 23–25% карбаміду, 2–3% сульфанолю та 0,5–1,5% кислотного барвника. Оптимальна концентрація засобу в розчині – 13%. Розчин має як вогнегасні, так і вогнезахисні властивості, добре гасить полум'я не тільки в полуменевій фазі горіння, але й у фазі тління. Оброблені цим розчином горючі рослинні матеріали не горять протягом декількох діб та набувають антипіренних властивостей. Дозування розчину на опорних хімічних полосах здійснюється у залежності від товщини наземних горючих матеріалів, – від 0,5 до 1,5 літра на квадратний метр. Засіб ОС-5 доставляють до місця приготування в заводській упаковці. Після приготування, робочий розчин транспортується до місця пожежі в цистернах, баках, м'яких ємностях і т.п. Робочий розчин наноситься на горючу підстилку за допомогою переносних ранцевих розпилювачів, мотопомп та пожежних автоцистерн з пожежними рукавами та стволами.

До сучасних засобів з вогнезахисними властивостями відноситься сповільнювач полум'я FR CROS 134T виробництва компанії «Budenheim» (Німеччина) [8] та хімічний склад «Метафосил», розроблений НДІ фізико-хімічних проблем спільно з Інститутом лісу НАН Республіки Білорусь [9]. «Метафосил» з 1996 року серійно випускається Гомельським хімічним заводом згідно з технічними умовами [10]. Вогнезахисний хімічний склад

«Метафосил» призначений для прокладання профілактичних протипожежних довгострокових загороджувальних смуг та гасіння лісових пожеж, у тому числі, у забруднених радіонуклідами зонах. За результатами проведених натурних випробувань було встановлено, що загороджувальні смуги, створені за допомогою 10% водного робочого розчину засобу при нанесенні його на горючий матеріал з витратою 1,0–2,5 кг/м², здатні зберігати вогнезахисні властивості до 45 діб. Засіб не корозійно активний, не токсичний, екологічно, пожежотта вибухобезпечний. «Метафосил» рекомендований до мінімального переліку засобів пожежогасіння, які повинні мати пожежно-хімічні станції.

Сповільнювач полум'я FR CROS 134T успішно пройшов випробування у лісництвах Ханті-Мансійськоого автономного округу – Югри у 2015 році. Під час оброблення сухої трав'яної рослинності, у залежності від її висоти та швидкості вітру, прокладалися смуги шириною від 0,3 м до 1,4 м. За результатами випробування засіб рекомендовано у Російській Федерації для боротьби з пожежами у природних екосистемах. Згідно з даними компанії «Budenheim», для оброблення рослинності площею у 3000 м² необхідно приготувати робочий розчин, що складається з 600 л ретранду та 2400 л води.

Для прокладання загороджувальних смуг у важкодоступних місцях використовуються спеціальні засоби ОС-А1 ОС-А2 та ОСБ-1,

розроблені Ленінградським (С-Петербурзький) науково-дослідним інститутом лісового господарства [11].

Засоби ОС-А1, ОС-А2 та ОСБ-1 призначені для гасіння пожеж у природних екосистемах з повітря та в наземних умовах із застосуванням спеціальних транспортних засобів та техніки.

Засіб ОС-А1 представляє собою сипучий матеріал з розміром частинок до 0,65 мм, який добре розчиняється у воді. До готового розчину додають загущувач та барвник, які підвищують в'язкість засобу, що сприяє покращенню покриття розчином поверхні та визначенню меж прокладеної смуги.

Докладнішою інформації щодо інших засобів, що використовуються для прокладання загороджувальних смуг під час гасіння лісових пожеж, а також порядку проведення відповідних робіт у доступних літературних джерелах і нормативних документах не знайдено. Варто зазначити, що навіть у США, які часто потерпають від лісових пожеж, нормативні документи щодо протипожежного захисту і пожежогасіння у лісових зонах і сільських місцевостях (наприклад, [12-18]) містять здебільшого загальні положення, покладаючи відповідальність за прийняття технічних рішень на фахівців.

Відтак, наразі існує потреба у вивченні можливості та ефективності використання вогнезахисних композицій, що виробляються (можуть вироблятися) в Україні у боротьбі з лісовими пожежами шляхом прокладання загороджувальних смуг з розробленням у перспективі нормативних документів щодо їх застосування.

Метою цієї роботи було експериментальне визначення ефективності описаного вище способу боротьби з пожежами шляхом створення загороджувальної смуги для локалізації пожежі у разі використання розробленого в УкрНДІЦЗ вогнезахисного засобу [19].

Ширина загороджувальних смуг залежить від виду та інтенсивності пожежі, які визначають за критеріями і характеристиками, наведеними у додатку 6 НАПБ А.01.002-2004 Правила пожежної безпеки у лісах України.

Так, наприклад, під час гасіння низових пожеж слабкої інтенсивності (швидкість поширення полум'я менше 1 м/хв) загороджувальні смуги прокладалися шириною від 0,3 м до 0,5 м. При гасінні низових пожеж середньої інтенсивності – шириною до 1,4 м, а при пожежах сильної інтенсивності – до 9 м.

Аналізуючи літературні джерела, дані з вищенаведеної таблиці 2, була змодельована лісова підстилка, вибрано ширину загороджувальної смуги та проведені попередні дослідження можливості застосування речовин з вогнезахисними властивостями.

Дослідження проводилися за температури повітря – 27° С, відносної вологості повітря – 40%, атмосферного тиску – 751 мм рт. ст. та швидкості руху повітря – 1,0 м/с. Для досліджень було використане залізне деко діаметром 2 м, заповнене лісовою підстилкою товщиною 3 см, що складалася з листя берези та соснових гілок у співвідношенні 1:3 (рисунок 1).

Загальна маса лісової підстилки становила 20 кг. На попередньо висушену при 40° С лісову підстилку за допомогою розпилювача було нанесено робочий розчин речовини з вогнезахисними властивостями на основі фосфоровмісних сполук з червоним барвником. Ширина загороджувальної смуги становила 50 см. Робочий розчин наносився з витратою – 500 г/м².



Рисунок 1 – Імітація низової лісової пожежі слабкої інтенсивності і загороджувальної смуги

Підпал лісової підстилки здійснювався з підвітряного боку через 4 години після нанесення робочого розчину, після чого візуально фіксувалося проходження полум'я через загороджувальну смугу (рисунок 2). Було проведено три паралельні досліді з імітації лісової низової пожежі з однаковою витратою водного розчину вогнезахисного засобу для її локалізації.



Рисунок 2 – Зупинення поширення полум'я лісовою підстилкою на межі загороджувальної смуги

За результатами проведених досліджень встановлено, що загороджувальна смуга шириною 0,5 м, створена з робочого розчину засобу з вогнезахисними властивостями на основі фосфоровмісних сполук з витратою у 500 г/м², здатна перешкоджати поширенню полум'я лісовою підстилкою, що є свідченням ефективності її застосування під час боротьби принаймні з низовими лісовими пожежами.

В подальшому передбачається провести дослідження з визначення впливу якісного складу матеріалів лісової підстилки і питомої витрати засобу на ефективність його вогнезахисної дії під час прокладання загороджувальних смуг з наступними натурними випробуваннями, визначенням порівняльної ефективності засобу з іншими вогнезахисними речовинами, що використовуються у прокладанні загороджувальних смуг і розробленням нормативних документів щодо його застосування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. World Fire Statistics. CTIF Report (Світова пожежна статистика. Звіт Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб), 2015. – 63 р.
2. Наказ ДСНС України від 7 квітня 2016 року N 168 «Про організацію заходів з протидії пожегам у природних екосистемах у 2016 році – 6 с.
3. НАПБ А.01.002-2004 Правила пожежної безпеки у лісах України – Введ. 2005-07-24. – К: Офіційний вісник України від 06.08.2007, 2005.

4. Н.Д. Гудец, Н.В. Михайлова. Результаты изучения свойств современных огнетушащих составов для борьбы с лесными пожарами: Тезисы докладов V Международной научно-практической конференции, 31 мая – 2 июня 2016 г., Санкт-Петербург, ФБУ «СПбНИИЛХ». СПб: СПбНИИЛХ, 2016. – 161 с.
5. Правила тушения лесных пожаров Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) от 8.07.2014 г. N 313
6. г. Москва "Об утверждении Правил тушения лесных пожаров".
7. Способы и средства тушения лесных пожаров водой [Электронный ресурс]/ Федеральное агентство лесного хозяйства – Режим доступа: <http://www.aviales.ru/default.aspx?textpage=120>
8. Полевой справочник лесного пожарного [Электронный ресурс] / Федеральное агентство лесного хозяйства – Режим доступа: <http://www.forestforum.ru/info/fireman.pdf>.
9. Каталог продукції компанії ТОВ «Лесхознаб» [Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://lessnab.com>
10. Пат. 13269 Республика Беларусь, Композиция для приготовления огнезащитного состава для превентивной обработки лесных горючих материалов и предотвращения лесных пожаров / Богданова В.В., Кобец О.И., Лахвич В.В., заявитель патентообладатель Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», № 20081158, опубл. 30.04.2010.
11. ТУ РБ 05568284.004-96 Состав огнезащитный химический «Метафосил» / Разработчики: Институт леса НАН Беларуси, НИИ ПФП и НИИ ФХП БГУ, 1996.- 35 с.
12. Иванов В.А., Иванова Г.А., Москальченко С.А. Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона» - 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск, 2011. – 130 с.
13. NFPA 1051 Standard for Wildland Fire Fighter Professional Qualifications.
14. NFPA 1141 Standard for Fire Protection Infrastructure for Land Development in Wildland, Rural, and Suburban Areas.
15. NFPA 1143 Standard for Wildland Fire Management.
16. NFPA 1144 Standard for Reducing Structure Ignition Hazards from Wildland Fire.
17. NFPA 1906 Standard for Wildland Fire Apparatus.
18. NFPA 1977 Standard on Protective Clothing and Equipment for Wildland Fire Fighting.
19. NFPA 1984 Standard on Respirators for Wildland Fire Fighting Operations.
20. Пат. 99800 Україна, Антипіреново-антисептична просочувальна композиція для деревини / Борис О.П., Білошицький М.В., Копильний М.І., Корнієнко О.В., Малаштан М.В., власник Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, опубл. 25.06.2015

CONTROL LINES AS MEANS OF FIRE LOCALIZATION IN WILDLAND ECOSYSTEMS

R. Likhnovskiy Cand. of Sc. (Chem.), M. Biloshytskiy, Cand. of Sc. (Chem.), Sen. St. Sc., V. Borovykov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., S. Zhartovskiy, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., M. Kopylniy, O. Korniienko

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

fire in wildland ecosystems, fire localization, control lines, fire retardants

ANNOTATION

The ground fire with low intensity has been modeled. The control line for the fire localization has been created. The water soluble agent with fire retardant properties has been applied. The efficiency of the tested agent for ground fire localization has been shown.

ЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОСЫ КАК СПОСОБ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРОВ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Р.В. Лихневский, канд.хим.наук, Н.В. Белошицкий, канд. хим. наук, ст.научн.сотруд., В.А. Боровиков, канд. техн. наук, ст.научн.сотруд., С.В. Жартовский, канд. техн. наук, ст.научн.сотруд., Н.И. Копыльний, А.В. Корниенко

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

пожар в природных экосистемах, локализация пожаров, заградительные полосы, огнезащитные средства.

АННОТАЦИЯ

Смоделирован низовой пожар слабой интенсивности. Создана защитная полоса для локализации пожара. Применен водорастворимое средство с огнезащитными свойствами. Показана эффективность испытуемого средства для локализации низового пожара.

УДК 614.842

ОЦІНКА ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДА

О.В. Некора, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., Б.А. Медвідь, А.М. Омельченко, С.В. Поздєєв*, д-р. техн. наук, проф.

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

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 21.11.2016

Пройшла рецензування: 19.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

вогнестійкість, залізобетонний ригель, експериментально-розрахунковий метод.

АНОТАЦІЯ

В статті наведені результати дослідження поведінки залізобетонних ригелів в умовах пожежі із стандартним температурним режимом. На основі проведених досліджень розроблена та апробована методика оцінки вогнестійкості залізобетонних ригелів на основі експериментально-розрахункового методу.

Актуальність. У зв'язку з великим об'ємом будівництва в нашій країні, трудомісткістю та підвищеною небезпекою нещасних випадків при перебуванні людей у будівлях при пожежі, існує багато невирішених питань щодо зниження ризику їх травматизму та летальних випадків унаслідок обвалення будівельних конструкцій.

Одним із основних джерел небезпеки будівельних конструкцій унаслідок теплового впливу пожежі є закладання недостатнього запасу їх міцності у даних екстремальних умовах. При цьому обвалення конструкцій має особливу загрозу у випадках, коли люди у будівлі перебувають триваліше за час, коли конструкція вичерпує свій ресурс. Такій небезпеці піддаються люди під час евакуації, особливо коли вона є утрудненою, особливий склад аварійно-рятувальних підрозділів, що здійснюють локалізацію та ліквідацію аварії у будівлі. Найбільшу небезпеку обвалення в таких умовах представляють зігнуті елементи конструкцій. До таких елементів відносяться залізобетонні ригелі, оскільки вони мають найбільші габарити і навантаження.

Враховуючи викладене вище, можна сказати, що підвищення безпеки об'єктів будівництва при пожежі пов'язано із удосконаленням методів прогнозування поведінки у даних умовах залізобетонних будівельних конструкцій, зокрема, залізобетонних ригелів, що засновані на застосуванні випробувань на вогнестійкість [1-3]. Тому вивчення закономірностей температурних розподілів у перерізах залізобетонних

ригелів під час випробувань на вогнестійкість є актуальним завданням.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. В роботі [4] запропонований підхід, що полягає у проведенні випробувань без прикладання механічного навантаження із подальшою розрахунковою інтерпретацією температурних вимірювань шляхом вирішення міцнісної задачі. Міцнісна задача може бути вирішена за допомогою спрощених та уточнених розрахункових методів [5], але використання кожного з них розуміє необхідність визначення температурного розподілу у кожній точці перерізу. Для реалізації методу інтерпретації даних вогневих випробувань необхідно розробити метод інтерполяції температур у кожній точці перерізу залізобетонної колони за результатами вимірювання температури у ході цих випробувань, що здійснюються в окремих контрольних точках її внутрішніх шарів.

У зв'язку з цим сформульована мета дослідження.

Мета роботи полягає у розробці методики розрахунку міцності на основі результатів вимірювання температури у внутрішніх шарах залізобетонного ригеля під час його стандартних випробувань на вогнестійкість без прикладання механічного навантаження.

Для відпрацювання процедур розроблених способів інтерполяції були проведені високо-температурні випробування двох однакових зразків ригелів в установці, схема якої та зовнішній вигляд подані на рис. 1.

*E-mail: svp_countrymen@mail.ru

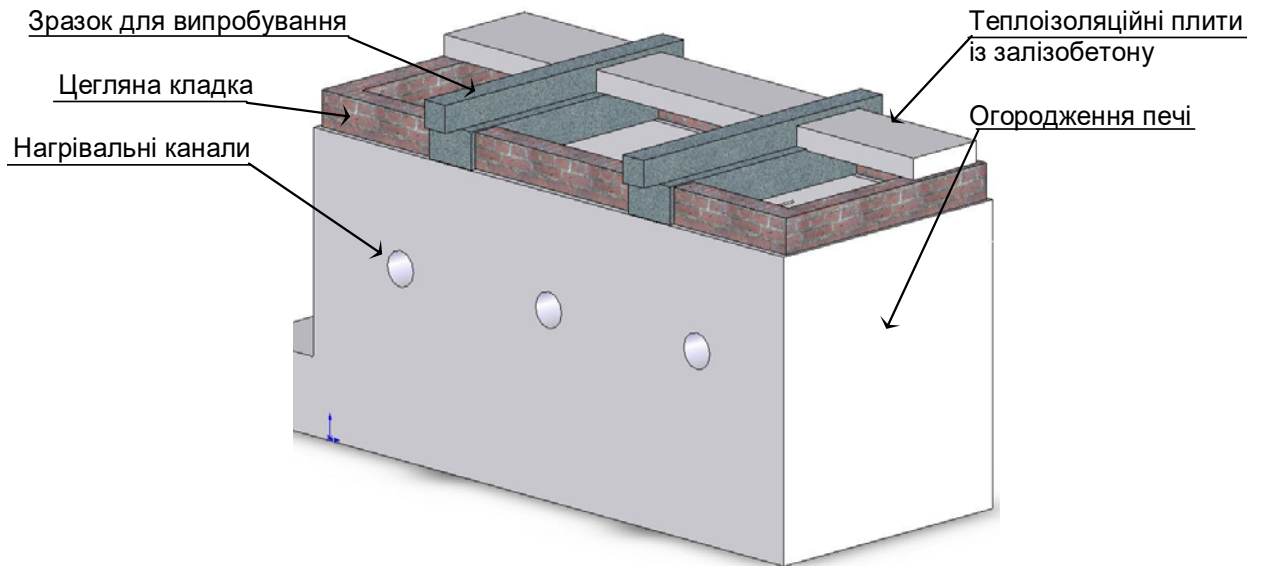


Рисунок 1 – Схема та зовнішній вигляд випробувальної установки

Залізобетонні ригелі-зразки для випробування являють собою балкові елементи із складками для розташування на них залізобетонних панелей. Розміри зразків становлять: довжина – 2560 мм; ширина – 400 мм; висота – 450 мм. На рис. 2 показана геометрія перерізу та схема розташування арматури.

Відповідно до технічної документації даний залізобетонний ригель має бути виготовлений з бетону С 30/35 (В30). На рис. 2 показана також

схема розташування температурних датчиків при вимірюванні температури у внутрішніх шарах ригелів.

Нижче подані результати високотемпературних випробувань ригелів, результати проведеної інтерполяції, а також дослідження адекватності результатів інтерполяції.

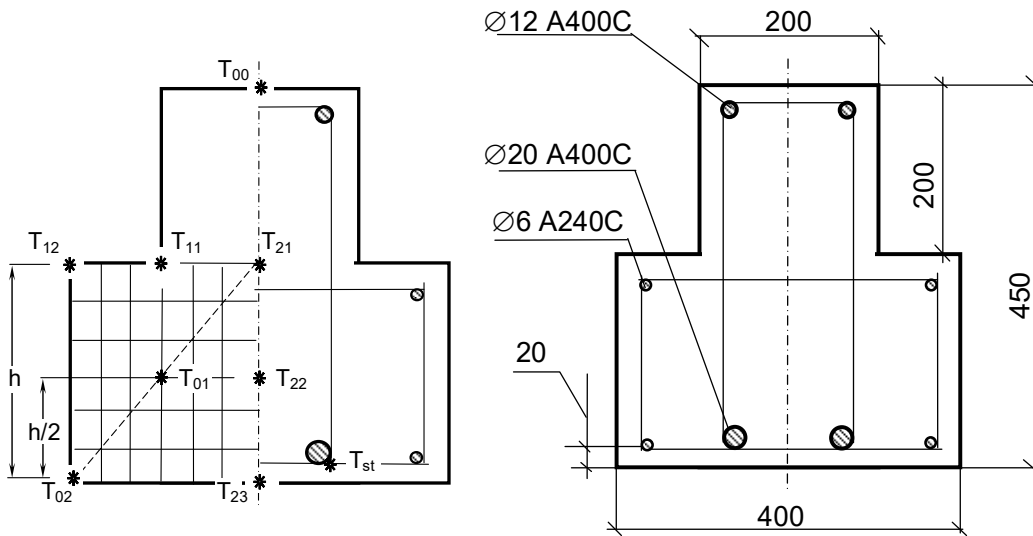


Рисунок 2 – Геометрія перерізу (а) та схема розташування термопар (б) ригеля для випробувань

На рис. 3 показані результати температурних вимірювань у просторі печі.

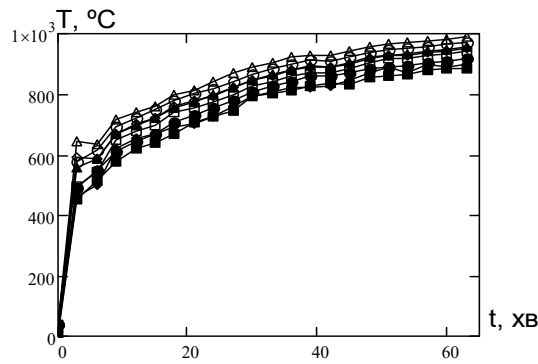


Рисунок 3 – Показники термопар у камері печі: □□□ – показники 1 термопар; ○○○ – показники 2 термопар; ▲▲▲ – показники 3 термопар; ◇◇◇ – показники 4 термопар; ◆◆◆ – показники 5 термопар; ●●● – показники 6 термопар; ■■■ – показники 7 термопар; ▲▲▲ – показники 8 термопар

На рис. 4 показані графіки температурних показників у внутрішніх шарах ригеля, а на рис. 5 показані результати вимірювання температури на кутових арматурних стержнях.

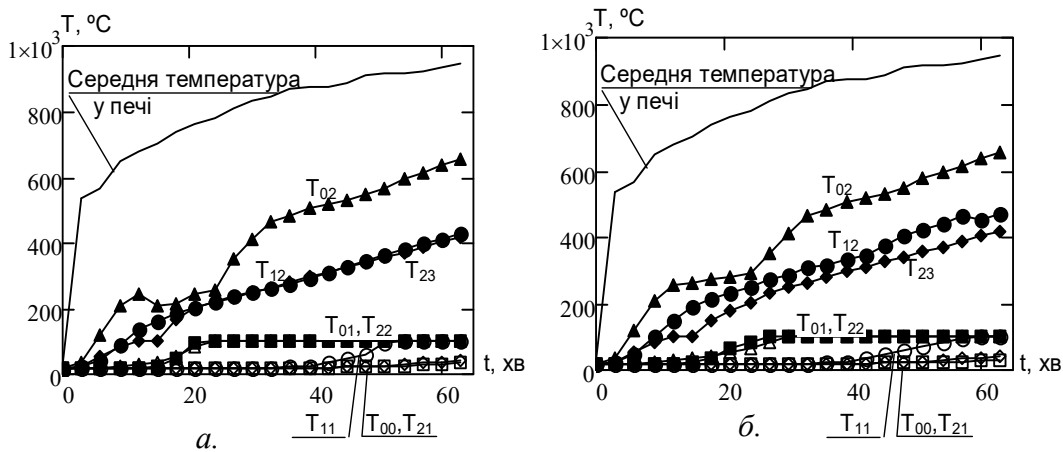


Рисунок 4 – Показники термопар у внутрішніх шарах залізобетонних ригелів-разків № 1 (а) та № 2 (б)

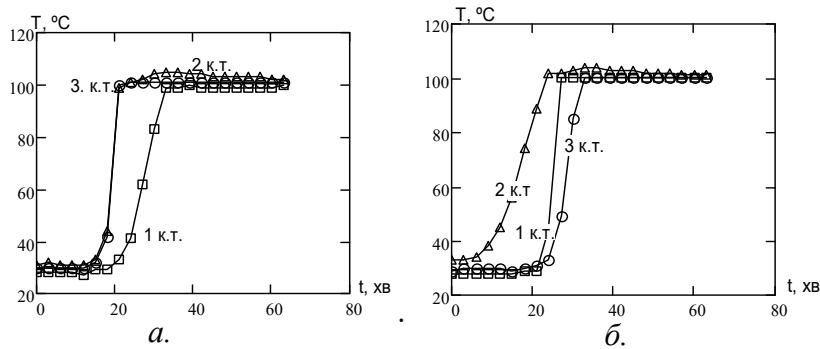


Рисунок 5 - Показники термодар на арматурних стержнях залізобетонних ригелів-зразків № 1 (а) та № 2 (б)

Графіки, наведені на рис. 3, вказують на те, що температура у просторі вогневої печі достатньо рівномірно розподілена. Це означає, що були створені умови експерименту, відповідні вимогам стандартів [2, 3]. Аналізуючи результати вимірювань, поданих на рис. 4 та рис. 5 можна відзначити, що, під час випробувань температури, які вимірювалися у печі та на обігрівній поверхні, є подібними і не мають суттєвого помітного розкиду, що підтверджує добру відтворюваність експериментальних да-

них високотемпературних випробувань. Також незначний розкид значень спостерігався при вимірюваннях температури на арматурних стержнях. Характер графіків пояснюється суттєвою залежністю результатів вимірювання від процесів деградації цементного каменю та його розтріскуванням.

Для отримання температурних полів у перерізі ригеля з використанням отриманих даних був застосований алгоритм, блок-схема якого наведена на рис. 6 [4].

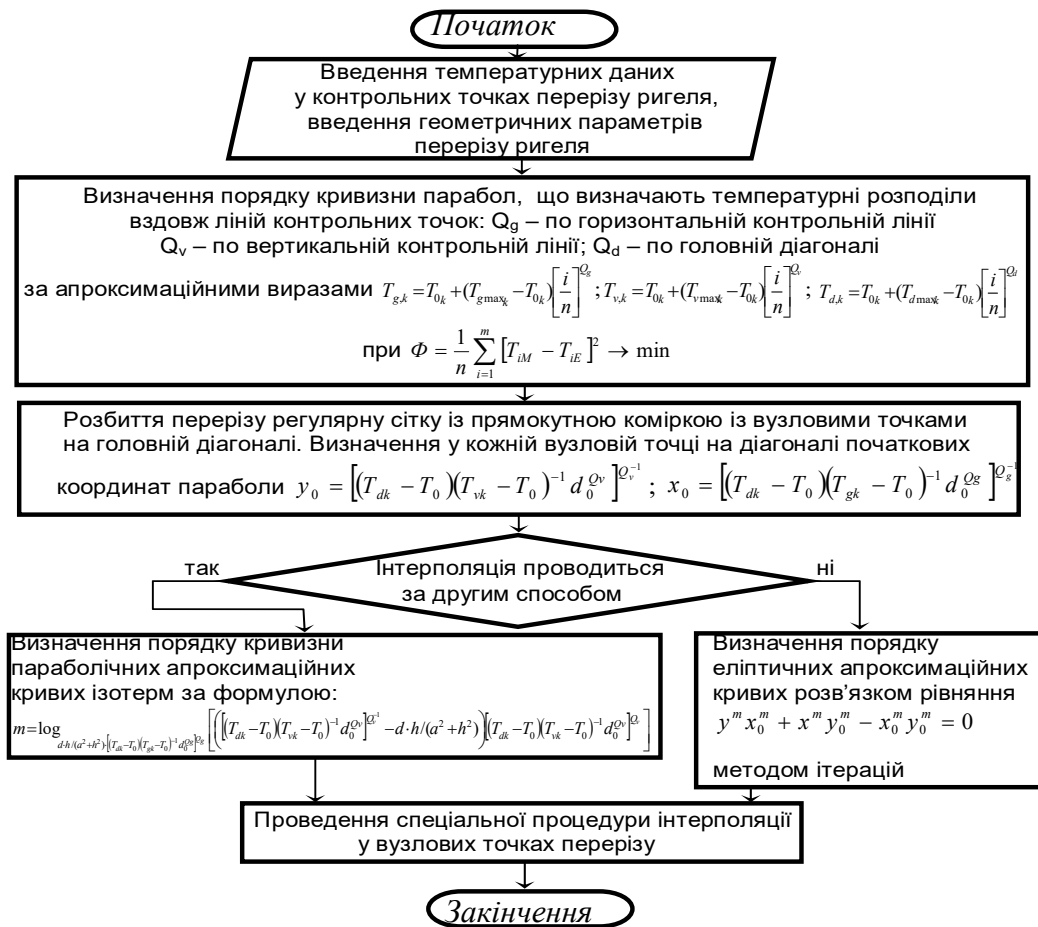


Рисунок 6 - Блок-схема алгоритму визначення температури у вузлових точках перерізу шляхом інтерполяції температур за температурними показниками у контрольних точках перерізу

Після проведення інтерполяції за розробленими методиками були отримані температурні розподілення, які подані на рис. 7.

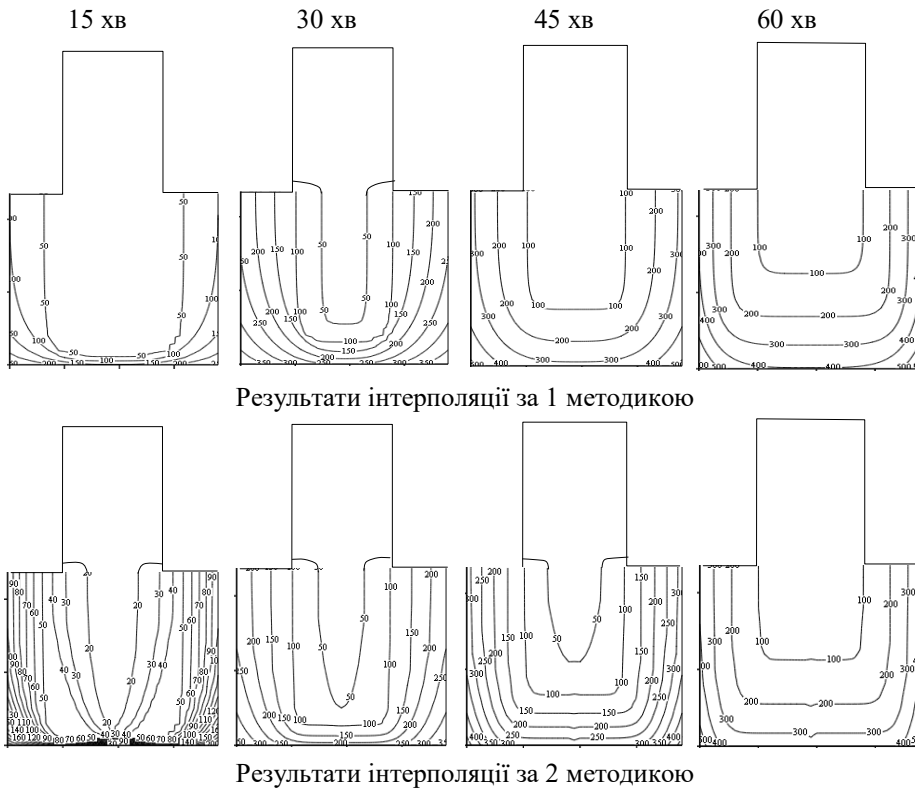


Рисунок 7 - Температурні розподіли у залізобетонному ригелі-зразка, визначені шляхом проведення інтерполяції.

Для визначення несучої здатності застосована методика з використанням деформаційної моделі [4]. Властивості матеріалів були взяті з врахуванням рекомендацій другої частини Eurocode 2 [5]. У результаті проведеного розрахунку були визначені залежності зниження несучої здатності від часу випробувань для досліджуваних ригелів № 1 та № 2 за різними мето

диками інтерполяції, які подані на рис. 8. Дані розрахунку показали, що граничний стан втрати несучої здатності для обох ригелів не досягається. Настання граничного стану визначалися з огляду на прийнятий діючий у даному ригелі момент, згідно із технічними умовами (приблизно 0.3 від руйнуючого навантаження) $M = 50 \text{ кНм}$.

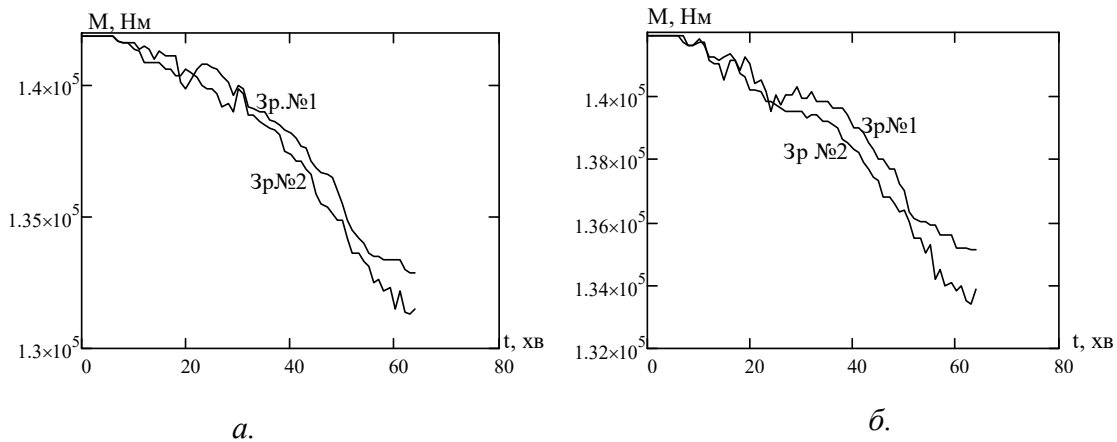


Рисунок 8 - Графік зниження несучої здатності залізобетонного ригеля за даними при застосуванні першої методики інтерполяції (а), другої методики інтерполяції (б).

Після проведених досліджень, була розроблена методика визначення вогнестійкості залізобетонних ригелів за допомогою експеримен-

тально-розрахункового методу. Схематично її реалізація зображена на рис. 9.

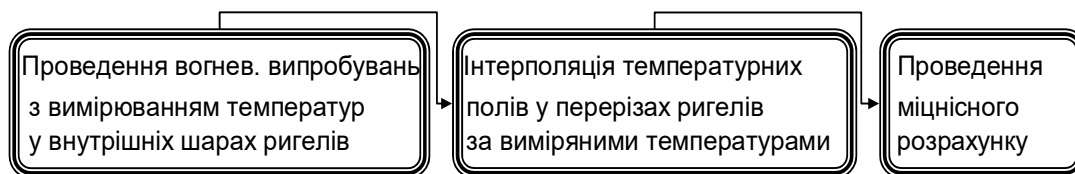


Рисунок 9 - Схема прогнозування функціонування залізобетонних ригелів в умовах високих температур за допомогою інтерпретації результатів високотемпературних випробувань.

У результаті проведених досліджень можна зробити такі **висновки**:

1. Проведені вогневі випробування залізобетонних ригелів і на їх основі визначений температурний розподіл у перерізі ригелів шляхом застосування розробленої методики інтерполяції.

2. Обґрунтована послідовність процедур методики розрахунку міцності на основі результатів вимірювання температури у внутрішніх шарах залізобетонного ригеля.

3. На основі інтерпретації даних, одержаних у ході вогневих випробувань, із застосуванням розробленого методу міцнісного розрахунку була оцінена вогнестійкість досліджуваного залізобетонного ригеля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
2. ДСТУ Б В.1.1-13:2007. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість. [Чинний від 2008-01-01.] – К.: Укрархбудінформ, 2008. – 12 с – (Національний стандарт України).
3. ДСТУ Б В.1.1-4-98. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. – К.: Укрархбудінформ, 2005.
4. Омельченко А.М. Інтерпретація результатів високотемпературних випробувань залізобетонних балок для оцінки їхньої межі вогнестійкості / С.В. Поздєєв, Ю.А. Отрош, А.М. Омельченко, С.Д. Щіпець // Промислове будівництво та інженерні споруди. Науково-виробничий журнал. – Київ, 2014. – № 2. – С.14–19.
5. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2004.

THE EVALUATION OF FIRE RESISTANCE FOR REINFORCED CONCRETE BEAM BY MEANS OF THE EXPERIMENTAL-CALCULATION METHOD

O.Nekora, Cand. of Sc (Eng.), Sen. St. Sc., B.Medvid, A. Omelchenko,

S.Pozdieiev, Doc. of Sc. (Eng.), Prof.

Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of National University of Defense of Ukraine

KEYWORDS

fire resistance, reinforced concrete beams, experimental-calculation method.

ANNOTATION

The article is described the researched results of behavior of reinforced concrete beam in conditions of influence of the fire with standard curve time-temperature. Based on performed researches, it has been developed and approved the method of evaluation the fire resistance of reinforced concrete beams on the basis of experimental-calculation method.

ОЦЕНКА ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНОГО МЕТОДА

О.В. Некора, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Б.А. Медведь, А.Н. Омельченко,

С.В. Поздеев

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской защиты Украины

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

огнестойкость, железобетонный ригель, экспериментально-расчетный метод.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования поведения железобетонных ригелей в условиях пожара со стандартным температурным режимом. На основе проведенных исследований разработана и апробирована методика оценки огнестойкости железобетонных ригелей на основе экспериментально-расчетного метода.

УДК 614.842

РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В.В. Демешок*

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 21.11.2016
Пройшла рецензування: 19.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

вогнестійкість, дерев'яні плити перекриттів, метод кінцевих елементів.

АНОТАЦІЯ

У статті наведені результати дослідження поведінки дерев'яної плити в умовах впливу на неї пожежі зі стандартним температурним режимом з використанням методу кінцевих елементів. На основі проведених досліджень розроблена та апробована методика розрахунку дерев'яних плит на вогнестійкість на основі даних щодо напружено-деформованого стану плити під впливом пожежі.

Останнього часу для зведення будівель, зокрема, багатоповерхових, із перебуванням у них великої кількості людей, великого поширення набуло застосування несучих дерев'яних конструкцій. До таких конструкцій, окрім елементів дерев'яних каркасів, належать дерев'яні плити перекриттів. Такий стан зумовлений тим, що деревина має високу міцність, малу питому вагу, добрі декоративні якості. Будівельні конструкції з деревини мають забезпечувати живучість будівель та споруд під час пожежі відповідно до вимог будівельних норм [1]. Дані вимоги поширюються на показники вогнестійкості та поширення полум'я. При проектуванні будівель дані показники мають бути забезпечені шляхом прийняття відповідних конструктивних рішень, що включають відповідні безпечні геометричні розміри та заходи щодо їх вогнезахисту. На стадії проектування вогнестійких будівельних конструкцій застосовуються розрахункові методи. У даний час теоретична та методична база щодо такого підходу міститься у стандарті [2], чинному в Україні. Вказані методи є гнучкими, дозволяють врахувати всі особливості, що пов'язані із властивостями матеріалів, геометричними розмірами та граничними умовами. При цьому вони є набагато менш трудомісткими та вартісними за експериментальні методи.

Серед існуючих розрахункових методів можна виділити два типи – спрощені та уточнені [3]. Спрощені методи засновані на застосуванні спрощених математичних моделей, отриманих шляхом використання простих розрахункових формул опору матеріалів із уведенням до них коефіцієнтів, отриманих при узагальненні великого обсягу експериментального матеріалу. Останнього часу для розробки інженерних ме-

тодик розрахунку застосовуються уточнені методи, що засновані на математичному моделюванні процесів поведінки дерев'яних конструкцій в умовах пожежі на макрорівні із залучення методу кінцевих елементів при його реалізації у сучасних розрахункових комп'ютерних комплексах таких як ANSYS, Abaqus, SAFIR та інші [4, 5]. З огляду на це, дослідження, спрямовані на створення надійних точних математичних моделей поведінки дерев'яних конструкцій в умовах пожежі є актуальним.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. В роботах [4, 5] запропонований підхід вивчення поведінки дерев'яних плит перекриттів під час пожежі, що полягає у проведенні математичного моделювання за методом кінцевих елементів (далі – МКЕ). Даний підхід відноситься до уточнених розрахункових методів і дозволяє достатньо точно описати поведінку дерев'яних плит перекриттів в умовах пожежі. Отримані математичні моделі у цих роботах при великому обсязі отриманої розрахункової інформації мають суттєвий недолік, що полягає у розгляді деформування дерев'яних плит перекриттів тільки у пружній області. Такий стан зумовлений тим, що сучасні програмні комплекси мають забезпечити відмінність пружно-пластичних властивостей деревини при розтягу та стисканні. Також досі залишаються відкритими питання розподілень параметрів напружено-деформованого стану (далі – НДС) у перерізі, деформаційні схеми, розподілення дефектів, а також відомості щодо механізму та причин руйнування дерев'яних плит перекриттів під час пожежі.

У зв'язку з цим, сформульована мета дослідження.

*E-mail: dvv1011@ukr.net

Постановка задачі та її розв’язання. Мета роботи полягає у розробці методики розрахункової оцінки вогнестійкості дерев’яних плит перекриттів на основі визначених основних параметрів напружено-деформованого стану, схем деформування, розподілення дефектів при застосуванні методу кінцевих елементів. Для

вивчення поведінки дерев’яної плити перекриття були прийняті такі її основні технічні параметри, які наведені у табл. 1. На рис. 1 подана схема конструктивних елементів дерев’яної плити, що розглядається.

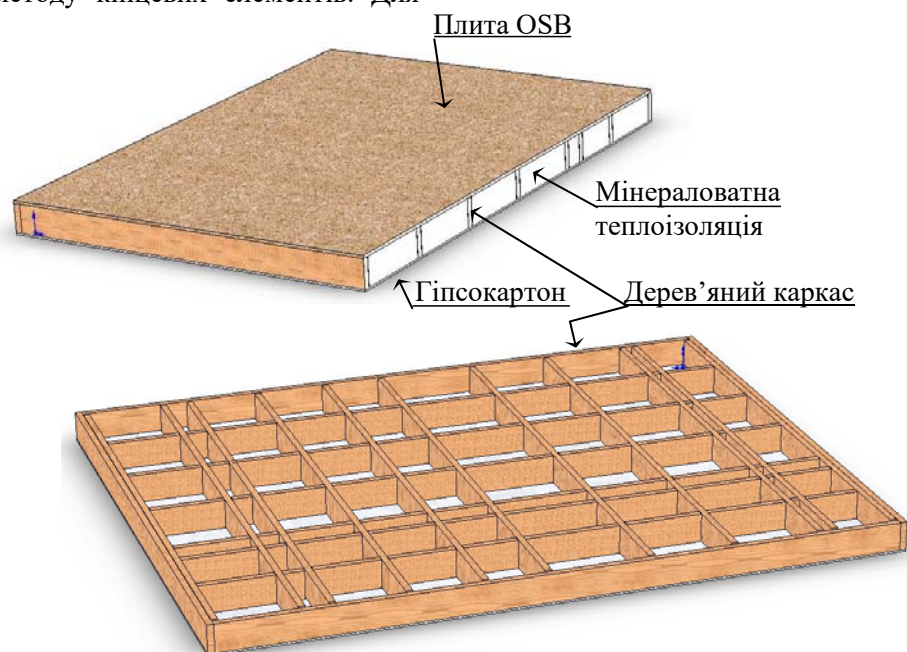


Рисунок 1 - Конструктивна схема дерев’яної плити

Таблиця 1 - Основні параметри дерев’яної плити

Параметр	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Тип деревини каркаса	Сосна		
Міцність деревини каркаса	f_k	65	МПа
Модуль пружності	E_d	11,5	ГПа
Густина деревини каркаса	ρ_d	530	кг/м ³
Гранична вологість деревини каркаса	u	< 3	%
Матеріал нижньої панелі	Гіпсокартон		
Матеріал верхньої панелі	Плити OSB EGGER		
Матеріал теплоізоляції	«Данко Ізол» (Україна)		

Для описання поведінки дерев’яної плити під час пожежі були проаналізовані підходи до розв’язання подібних задач [4, 5]. Аналіз підходів у даних джерелах дозволив сформулювати основні передумови й допущення, наведені нижче.

1. Для розрахунку використовується система рівнянь НДС твердого тіла.

2. Властивості матеріалу залежать від поточної деформації і температури нелінійно, а також допускаються великі деформації елементів конструкцій, що співставляються з їх розмірами.

3. Для визначення температурного впливу використовуються температурні розподіли, що є результатами попередньо вирішеної теплотехнічної задачі для стандартної температурної кривої пожежі.

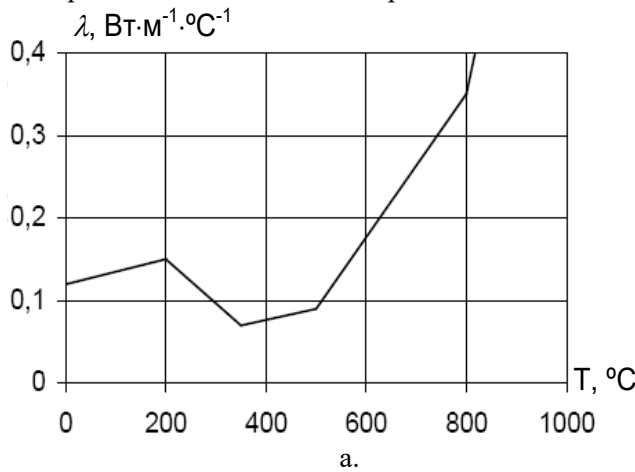
4. Система рівнянь вирішується чисельно, методом кінцевих елементів у комбінації з методом Ньютона-Рафсона, шляхом покрокового додавання діючого механічного навантаження на початковому етапі і покрокового додавання температурних навантажень на заключному етапі з інтервалом 60 с.

5. Для моделювання НДС залізобетону при пожежі використовуються повні діаграми деформування для деревини.

6. Робота пошкодженого елемента і умови його пошкодження визначається відповідною теорією міцності деревини.

7. Критерієм глобального руйнування елемента дерев'яної будівельної конструкції є:

- поява незбійності обчислювального процесу через порушення геометричної незмінності системи;
- досягнення критичних пластичних деформацій в кінцевих елементах моделі;
- досягнення критичних величин глобальних переміщень точок елементів дерев'яних будівельних конструкцій;
- досягнення критичних величин швидкості наростання глобальних переміщень точок



елементів дерев'яних будівельних конструкцій.

Для розв'язання поставленої задачі необхідна постановка комплексу початкових даних, до яких відносяться властивості компонентів матеріалу дерев'яної плити, параметри граничних умов, що враховують прикладені навантаження, та теплову дію. На рис. 2 наведені теплофізичні характеристики деревини каркаса плити, що описані у європейському стандарті [3] щодо розрахунку дерев'яних конструкцій на вогнетійкість. Дані характеристики являють собою температурні залежності ефективних характеристик, які описують матеріал як однорідний та ізотропний, що є допустимим при таких розрахунках [4, 5].

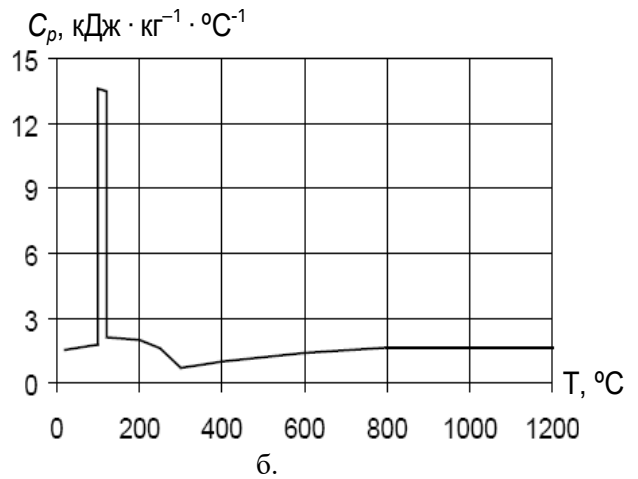


Рисунок 2 – Теплофізичні характеристики деревини: коефіцієнт теплопровідності (а); питома теплоємність (б)

При розрахунках використовувалися теплофізичні характеристики супутніх матеріалів, що наведені у табл. 2 [6].

Таблиця 2 - Теплофізичні характеристики супутніх матеріалів

Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda(\theta)$, Вт/(м·°С)	Об'ємна питома теплоємність, $c_p(\theta) \cdot \rho$, Дж/(м³·°С)	Густина, кг/м³
Мінеральна вата		
0,037	ρ 1000	40
Гіпсокартон		
0,15	ρ 950	900

На рис. 3 подані термомеханічні властивості деревини, що були використані для розрахунку.

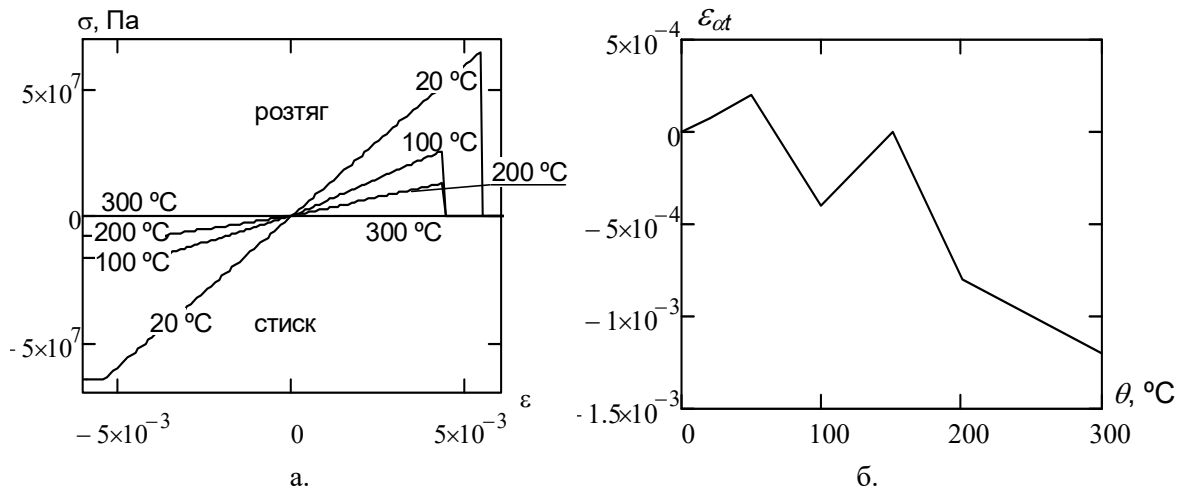


Рисунок 3 – Діаграми деформування деревини при різних температурах нагріву (а) та температурної деформації розширення деревини (б)

Використані характеристики відповідають вимогам європейського стандарту [3]. Механічні характеристики являють собою набір діаграм «напруження-деформація» із спадними гілками для певних значень температури нагрі-

ву матеріалу. Для проведення розрахунку були використані математичні моделі, параметри яких подані у табл. 3.

Таблиця 3 - Основні математичні моделі для розрахунків плити на вогнестійкість

Фізичний процес	Використана математична модель (метод)	Джерело
Теплотехнічна задача		
Теплопровідність	Рівняння нестационарної теплопровідності, апроксимоване за допомогою МКЕ	[5]
Граничні умови	III роду	[5]
Фізична нелінійність	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[5]
Статична задача		
НДС	МКЕ	[5]
Пластичне деформування	Асоціативна теорія пластичного деформування фон Мізеса	[7]
Фізична та геометрична нелінійність	Ітеративний метод Ньютона-Рафсона	[7]

При проведенні розрахунку були прийняті розрахункові схеми до теплотехнічної та статичної задач, що наведені на рис. 4. Дані розрахункові схеми визначені згідно із загальноприйнятим підходом.

Для завдання граничних умов були використані параметри, спираючись на європейський стандарт [3]. Величини вибраних параметрів наведені у табл. 4.

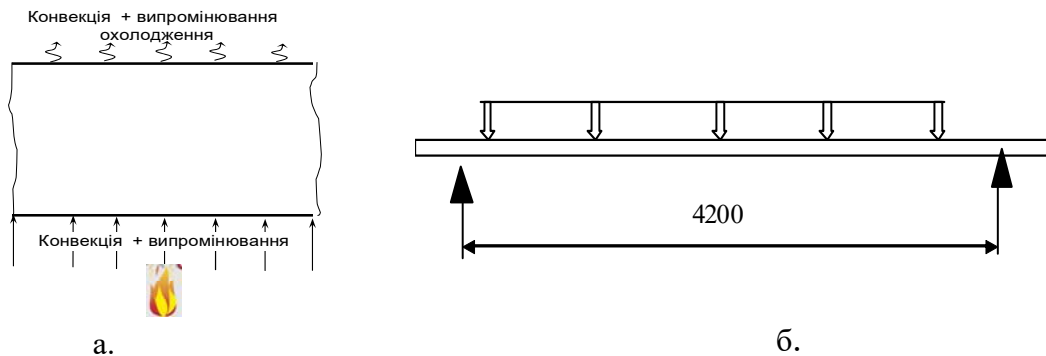


Рисунок 4 – Розрахункові схеми: до теплотехнічної задачі (а); до статичної задачі (б)

Таблиця 4 - Параметри граничних умов

Характеристика	Одиниці виміру	Величина	Джерело
Параметри граничних умов теплотехнічної задачі			
Номінальний тепловий вплив	Стандартний температурний режим пожежі		
Коефіцієнт конвекційного теплообміну на поверхні, що обігривається	Вт/(м ² ·К)	25	[4, 5]
Коефіцієнт конвекційного теплообміну на поверхні, що не обігривається	Вт/(м ² ·К)	9	[4, 5]
Ступінь чорноти	-	0.8	[4, 5]
Параметри граничних умов статичної задачі			
Діюче навантаження	кН/м ²	1.5	-
Коефіцієнт Пуассона	-	0,2	[4, 5]

Для проведення розрахунку були побудовані сіткові моделі дерев'яної плити, вигляд яких поданий на рис. 5. При побудуванні сітково-

вих моделей для теплової задачі передбачалося 55 676 елементів, а для статичної задачі передбачалося 8 142 елементи.

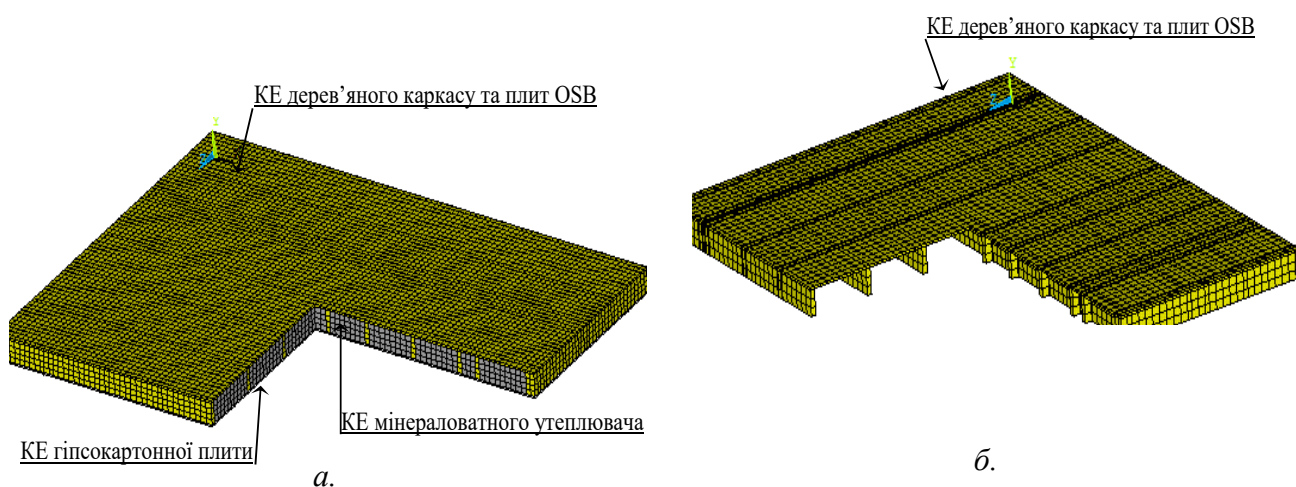


Рисунок 5 - Сіткові моделі: до теплотехнічної задачі (а); до статичної задачі (б)

При побудуванні сіткових моделей було враховано, що сітка для вирішення теплової задачі відповідно до розрахункової схеми (див. рис. 4) є тривимірною. Сітка для статичної задачі повинна бути більш розрідженою і врахувати місцеву особливість більшого нагрівання внутрішніх шарів, прилеглих до обігрівної поверхні. Для переносу температурних значень у вузлові точки структурної задачі була використана лінійна інтерполяція.

З метою зменшення обсягу розрахунків розглядається симетрична половина плити при розв'язанні теплотехнічної задачі і симетрична

її чверть при розгляді міцнісної задачі. Робота вибраних фрагментів у складі всієї конструкції враховується за допомогою встановлення граничних умов симетрії по її боковій площині симетрії у теплотехнічній задачі і боковій та торцевій площинах симетрії у міцнісній задачі. Такі умови забезпечуються встановленням відповідних односторонніх механічних в'язів. Накладання температур у вузлові точки відбувається шляхом лінійної інтерполяції.

В результаті вирішення теплотехнічної задачі були отримані температурні розподілення, які наведені на рис. 6.

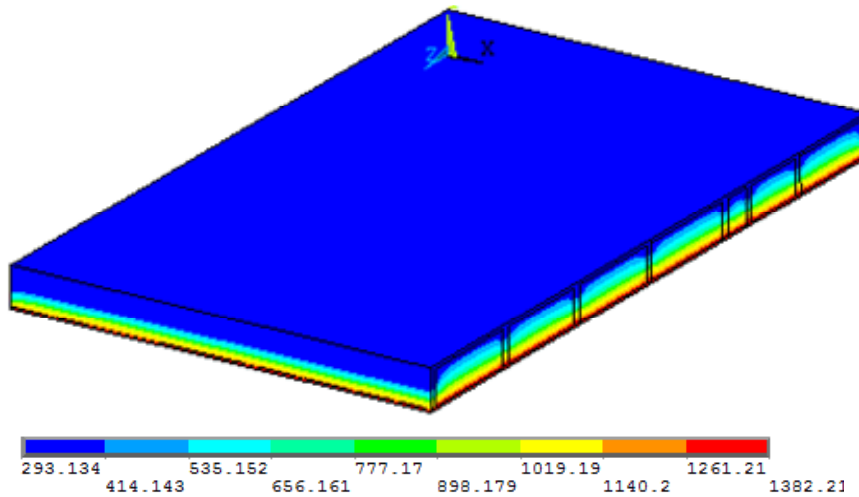


Рисунок 6 - Результати вирішення теплотехнічної задачі: температурні розподілення у перерізі дерев'яної плити у момент часу 180 хв.

Після вирішення статичної задачі були отримані графіки максимального прогину дерев'яної плити та його швидкості наростання у

залежності від часу випробування. Отримані графіки наведені на рис. 7.

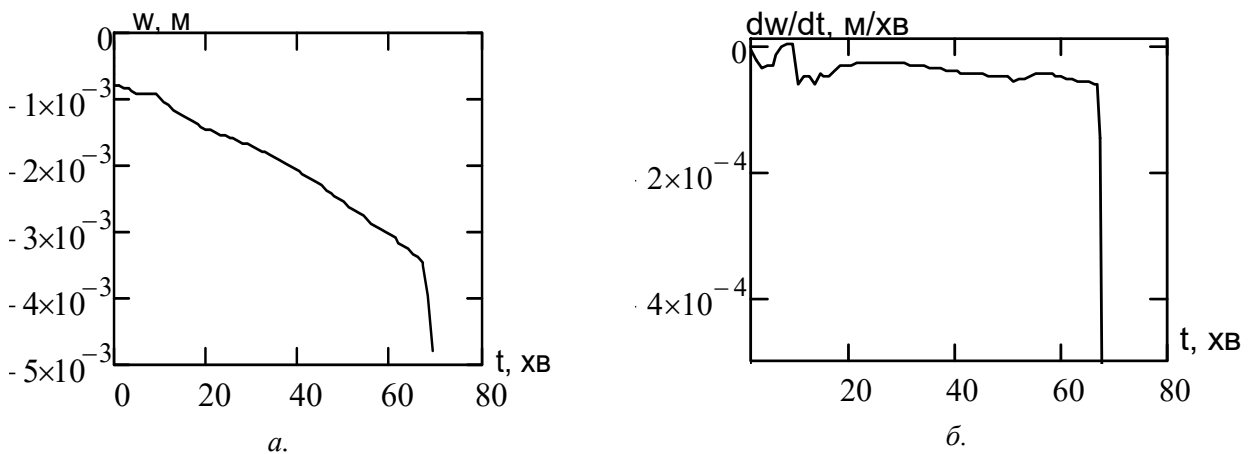


Рисунок 7 - Графік максимального прогину дерев'яної плити (а) та його швидкості наростання (б) у залежності від часу випробування

Згідно з отриманим графіком видно, що його можна розділити на декілька ділянок. Перша ділянка відповідає початковому навантаженню плити. Це ділянка майже вертикального стрибка на початку кривої. Наступна ділянка до 12 хв випробування помірного наростання прогину, коли нагрівання не спричиняє суттєвих деформацій дерев'яного каркаса. Після цього, до 68 хвилини іде більш інтенсивне нарощення прогину. Після цього деформації суттєво наростають і приводять до швидкої деструкції плити в умовах дії пожежі зі стандартним температурним режимом.

$$D = \frac{L^2}{400 \cdot b} = 197,76 \text{ мм}; \quad (1)$$

$$\frac{dD}{dt} = \frac{L^2}{9000 \cdot b} = 8,79 \text{ мм/хв.}$$

Отримані графіки дозволяють отримати дані про настання граничного стану втрати несучої здатності шляхом порівняння поточних значень переміщень і швидкостей з гранично допустимими, що відповідно визначаються за формулами [2] де L – довжина плити між опорами, мм, а b – висота перерізу, мм.

Аналіз отриманих графіків показує, що за критеріями (1) граничний стан втрати несучої здатності не настає. Тим не менше, стрибкоподібне нарощування деформацій на 68 хв вказує на утворення пластичних шарнірів у елементах дерев'яного каркаса, що, у свою чергу, показує настання у даний момент втрати несучої здат-

ності. Аналіз температурних розподілів на рис. 6 та графіків на рис. 7 показує, що втрата несучої здатності настає на 68 хв пожежі із стандартним температурним режимом. Це означає, що клас вогнестійкості досліджуваної дерев'яної плити є не меншим за REI 60. Даний клас вогнестійкості є найбільшим з регламентованих [1].

Таким чином можна сформулювати основні положення методики визначення меж вогнестійкості дерев'яних плит.

1. Створюється кінцево-елементна модель теплопередачі у перекритті, з використанням рекомендацій стандарту [3].

2. Визначаються температурні розподіли у розрахунковій області.

3. Створюється кінцево-елементна модель для структурного аналізу, до вузлів якої прикладаються температури, що отримані при теплотехнічному аналізі.

4. При проведенні розрахунків аналізується максимальний прогин та швидкість його наростання і його значення порівнюється із даними величинами, що отримані за формулами (1).

5. При перевищенні критичних значень максимального прогину та швидкості його наростання вважається, що настає граничний стан втрати несучої здатності.

Висновки. З огляду на проведені дослідження можна зробити такі висновки:

1. Виконані чисельні дослідження поведінки дерев'яної плити під час дії пожежі із стандартним температурним режимом.

2. Показано, що дерев'яна плита на певному часовому інтервалі зменшує свій максимальний прогин, після чого його значення стабілізується протягом майже 40 хв.

3. Показано, що наявність зменшення максимального прогину дерев'яної плити на певному часовому інтервалі і подальша його стабілізація зумовлена температурним розширенням нижніх шарів дерев'яних балок плити.

4. Виявлено, що наявність гіпсокартонної плити знизу перекриття, дозволяє істотно підвищити вогнестійкість даних плит за ознакою втрати несучої здатності до класу вогнестійкості REI 60.

5. Розроблені основні положення розрахункової методики оцінки вогнестійкості дерев'яних плит перекриттів на основі методу кінцевих елементів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. ДБН В.1.1-7-2002 [Чинний від 2003-05-01.]. – К.: Видавництво “Лібра”, 2003. – 87 с.
2. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Пожежна безпека. (ISO 834: 1975) ДСТУ Б В.1.1-4-98*. [Чинний від 1998-10-28.] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 20 с – (Національний стандарт України).
3. EN 1995-1-2:2004. Eurocode 5: Design of timber structures.-Part 1-2: General-Structural fire design. –, Brussels, 2004.
4. König J. and Walleig L. Timber frame assemblies exposed to standard and parametric fires. Part 2: A design model for standard fire expose// Tratek, Rapport I 0001001.-Stocholm.–June 2000.
5. Collier P. C .R. and Buchanan A. H. Fire Resistance of Light-weight Timber Framed Walls/ Fire Technology, 38,125-145,2002.
6. Франчук А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов, М.: НИИ строительной физики, 1972 – 142 с
7. Сахаров В.С. Метод конечных элементов в механике твердого тела / [Сахаров В.С., Кислокий В.Н., Киричевский В.Р. и др.]. – К. : Вища школа, 1982. – 480 с.

CALCULATION METHOD FOR EVALUATION OF THE FIRE RESISTANCE OF TIMBER SLABS, USING THE FINITE ELEMENTS METHOD

V. Demeshok

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

fire resistance, timber slabs, finite element method.

ANNOTATION

The article is described the researched results of behavior of timber slab in conditions of fire influence on it with standard curve "time-temperature", using the finite element method. On the basis of studies, the calculation method of evaluating the fire resistance of timber slabs has been developed, using database about strain-stress state of this slabs in conditions of fire influence.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В.В. Демешок

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

огнестойкость, деревянные плиты перекрытий, метод конечных элементов.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования поведения деревянной плиты в условиях влияния на нее пожара со стандартным температурным режимом с использованием метода конечных элементов. На основе проведенных исследований разработана и апробирована методика расчетов деревянных плит на огнестойкость на основе данных о напряженно-деформированном состоянии плиты под влиянием пожара.

УДК 614.8.001.18;504.056:001.18;502.5:001.18

МОНІТОРИНГ І ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УКРАЇНІ - СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ

О.М.Євдін, Л.В.Калиненко*

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 22.11.2016

Пройшла рецензування: 19.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

моніторинг і прогнозування, ризик виникнення надзвичайних ситуацій, система, концепція.

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано сучасний стан і результати діяльності з моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій в Україні. Визначено напрями і механізми формування системи моніторингу і прогнозування, основні завдання та стратегію її побудови, організаційну структуру, рівні, суб'єкти та об'єкти системи, механізм їх функціонування і взаємодії, запропоновано створення органу, що координуватиме діяльність системи, та підготовку пропозицій для прийняття управлінських рішень щодо запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Постановка проблеми. Україна є регіоном з високим рівнем промислового навантаження (яке у 5–6 разів перевищує середньоєвропейський рівень) та наявністю зон з надзвичайно високим ступенем ризику виникнення надзвичайних ситуацій. Як свідчить статистика, ризик їх виникнення на території України залишається високим, що ставить проблему запобігання надзвичайним ситуаціям у ряд першочергових завдань цивільного захисту [1].

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – це комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Виходячи з цього, від результатів моніторингу та прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій залежить ефективність і якість програм, планів, прийняття рішень щодо запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій. Проте чіткого, цілісного системного вирішення цього пріоритетного завдання цивільного захисту Єдиною державною системою цивільного захисту України (далі – ЄДСЦЗ) не визначено.

Метою даної роботи є аналіз сучасного стану моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій, виявлення проблем, що існують у цій сфері цивільного захисту та визначення шляхів їх вирішення

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забезпечення організації та здійснення запобіжних заходів повинно розглядатись комплексно, мати системний характер, багаторівневу структуру, централізовану координацію та управління.

Питання здійснення моніторингу і прогнозування через створення та функціонування системи моніторингу і прогнозування визначено на законодавчому рівні статтею Кодексу цивільного захисту України [2]. Зазначене питання на сьогодні є дуже актуальним. У наукових та державних колах є порозуміння необхідності створення єдиної (об'єднаної) системи. Реалізацію комплексу зазначених питань покладено на Єдину державну систему цивільного захисту (далі – ЄДСЦЗ) та визначено в Положенні про її створення [3]. Проте чіткого цілісного системного відображення реалізації завдань і заходів щодо моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій в державі не створено. Тому існуючі територіальні і функціональні підсистеми ЄДСЦЗ не забезпечують належного щоденного збирання, оброблення, передавання та аналізування інформації про ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, відпрацювання запобіжних заходів та пропозицій щодо їх проведення.

На даний час моніторинг і прогнозування надзвичайних ситуацій в Україні здійснюються на рівні регіональних, галузевих або інших самостійних систем, не об'єднаних у єдиний інформаційно-аналітичний комплекс, а саме: Державної системи моніторингу довкілля, автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки, системи моніторингу епідеміологі-

*E-mail: lkalynenko@gmail.com

чної ситуації, системи моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, систем соціально-гігієнічного та сейсмічного моніторингу, дистанційного зондування Землі, тощо, в яких недостатньо широко задіяні сучасні технології аерокосмічного моніторингу [1].

Україна є учасником понад 70 міжнародних угод і конвенцій, виконання яких вимагає обміну інформацією щодо стану навколишнього середовища та прогнозування його змін, тому створення, функціонування та подальший розвиток національної системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій має здійснюватись з урахуванням загальноприйнятих світових вимог.

Відсутність моніторингу на чотирьох рівнях (космічний, авіаційний, наземний, геологічний) призводить до зниження рівнів достовірності прогнозів щодо виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Тому важливим залишається питання відпрацювання спільних методів збирання, оброблення та зберігання моніторингової інформації, що дозволить аналізувати та систематизувати ризики [4].

При цьому необхідно зазначити про недостатнє фінансування зазначених систем моніторингу, низькі темпи модернізації та заміни морально застарілого обладнання, ліній комунікації, мереж, засобів зв'язку підрозділів та суб'єктів господарювання, які забезпечують моніторинг, спостереження, оброблення даних, прийняття інформації про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення. Все це не дозволяє повною мірою виконувати вимоги чинних документів з цивільного захисту щодо моніторингу та прогнозування виникнення надзвичайних ситуацій.

Аналіз світового досвіду створення систем моніторингу показав, що лідерами серед розвинутих країн є США та ЄС, в яких проводиться моніторинг небезпечних явищ, процесів, факторів із обов'язковим розміщенням засобів контролю на космічних платформах та передачею отриманої інформації на наземні центри моніторингу. Серед кращих зразків таких систем є Аварійна служба управління Європейського Союзу «Коперник» (Copernicus EMS), VS(США), Pachube (Японія) тощо [5].

Також створена та функціонує сучасна система моніторингу надзвичайних ситуацій з використанням потужної космічної та авіаційної компоненти й можливостями дистанційного зондування землі (ДоРА) в Російській Федерації [6].

Україна має космічні носії, але не має власних штучних супутників Землі для розміщення засобів дистанційного зондування Землі. Тому для нас дуже важливим і перспективним є те, що на сучасному етапі існує низка міжнародних ініціатив, які спрямовані на використання даних дистанційного зондування Землі для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій та екстреного реагування, до яких Україна вже розпочала долучатися. До них слід віднести міжнародну «систему систем спостереження Землі» GEOSS (Global Earth Observation System of Systems), Міжнародну хартію щодо космосу та великих катастроф, Партнерство з комплексної стратегії глобальних спостережень, Глобальний моніторинг в інтересах охорони навколишнього середовища та безпеки (GMES - Global Monitoring for Environmental Security), Програму попередження та зменшення наслідків стихійних лих Всесвітньої метеорологічної організації, Платформу ООН UN-SPI DER, Міжнародну ініціативу «Космос і великі катастрофи» (International Charter «Space and Major Disasters»). [5,7].

У сучасних умовах один з ефективних шляхів розв'язання цієї проблеми є створення систем, що базуються на передових геоінформаційних технологіях з використанням даних аерокосмічних спостережень. Саме їх використання дозволяє суттєвим чином покращити метеорологічні прогнози, забезпечити моніторинг довкілля з унікальними характеристиками щодо масштабності, повторюваності та оперативності, розв'язувати принципово нові завдання щодо попередження природних і техногенних катастрофічних явищ та їх ліквідації. Зазначені обставини обумовили висновок Всесвітньої конференції із сталого розвитку (м. Йоханесбург, 2002 рік) про неможливість сталого розвитку без використання аерокосмічних систем спостереження [8].

Широке впровадження технологій дистанційного зондування Землі є, по суті, структурною перебудовою геоінформаційного забезпечення економіки, а за своїми масштабами та очікуваним ефектом - загальнонаціональною задачею. Аерокосмічна інформація повинна стати ядром загальнодержавної бази геопросторових даних, яка надасть нову якість існуючим відомчим інформаційним системам.

Удосконалення механізму здійснення моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій визначено Концепцією розвитку сектору безпеки і оборони України, затвердженою Указом Президента України від 14 березня 2016 року № 92/2016 [9].

Основний матеріал. На основі аналізу та узагальнення законодавчих і нормативно-правових документів, методичних і літературних джерел, узагальнення національного та світового досвіду моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій зроблено висновок, що найбільш перспективним шляхом розв'язання проблеми є створення інформаційно-аналітичного комплексу в складі ЄДСЦЗ, який стане ефективним інструментом контролю за небезпечними процесами та отриманням моніторингової інформації, прогнозуванням ризиків виникнення небезпечних подій та надзвичайних ситуацій, а також підтримки управлінських рішень, а саме: підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій (далі – Підсистема)

Така підсистема не є якоюсь новою системою, що вимагає створення нової мережі моніторингу та додаткових станцій спостереження, ліній телекомунікації, центрів оброблення даних тощо. Вона могла б об'єднати існуючі в Україні системи та служби моніторингу, спостережень і лабораторного контролю за станом техногенного й природного середовища, використовуючи їх досвід. Так проводиться моніторинг надзвичайних ситуацій в багатьох розвинених державах.

Враховуючи, що мережу моніторингу підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій мають складати функціонуючі на сьогодні галузеві та міжгалузеві системи моніторингу, а саме: Держава система моніторингу доквілля, єдина державна автоматизована система контролю радіаційної обстановки, національна система сейсмічних спостережень, система соціально-гігієнічного моніторингу, дистанційне зондування Землі тощо, а управління їх діяльністю має здійснюватись на усіх рівнях, підсистема моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій повинна мати багаторівневу організаційно-структурну модель: державний, регіональний з галузевим, об'єктовий рівні, кожен з яких включає дві структурні ланки: центр моніторингу і прогнозування та мережу моніторингу і лабораторного контролю.

Оскільки підсистема моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій повинна функціонувати як інформаційно-аналітичний комплекс, вона повинна мати технічну та інформаційну складові, зокрема: систему аерокосмічного спостереження і прогнозування надзвичайних ситуацій, автоматизовану систему раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення у разі їх виникнення, програмно-моделюючі комплекси за видами надзвичайних ситуацій, уніфіковане технічне та програмне забезпечення, сучасне комунікаційне обладнання та використовувати геоінформаційні технології. Їх технічні можливості повинні дозволяти передавати та отримувати моніторингову інформацію в автоматизованому режимі.

Інформаційне забезпечення функціонування Підсистеми повинно передбачати: наявність систематизованих електронних банків даних моніторингової інформації, єдині уніфіковані форми надання та збереження даних такої інформації, відкритість інформаційних систем для широкого загалу користувачів.

Аналіз складових мережі моніторингу підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій свідчить про необхідність широкого впровадження технологій дистанційного зондування Землі, покращення метеорологічного прогнозування, забезпечення моніторингу доквілля з унікальними характеристиками, впровадження передових геоінформаційних технологій, що повинні використовуватись за даними аерокосмічних спостережень. Аерокосмічна інформація повинна стати ядром загальнодержавної бази геопросторових даних, яка надасть нову якість існуючим відомчим інформаційним системам.

Організаційно-структурна модель запропонованої Підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій повинна мати три рівні – державний, регіональний та галузевий, об'єктовий (рис. 1).

Кожен рівень має включати дві структурні ланки: центр моніторингу і прогнозування та мережу моніторингу і лабораторного контролю.

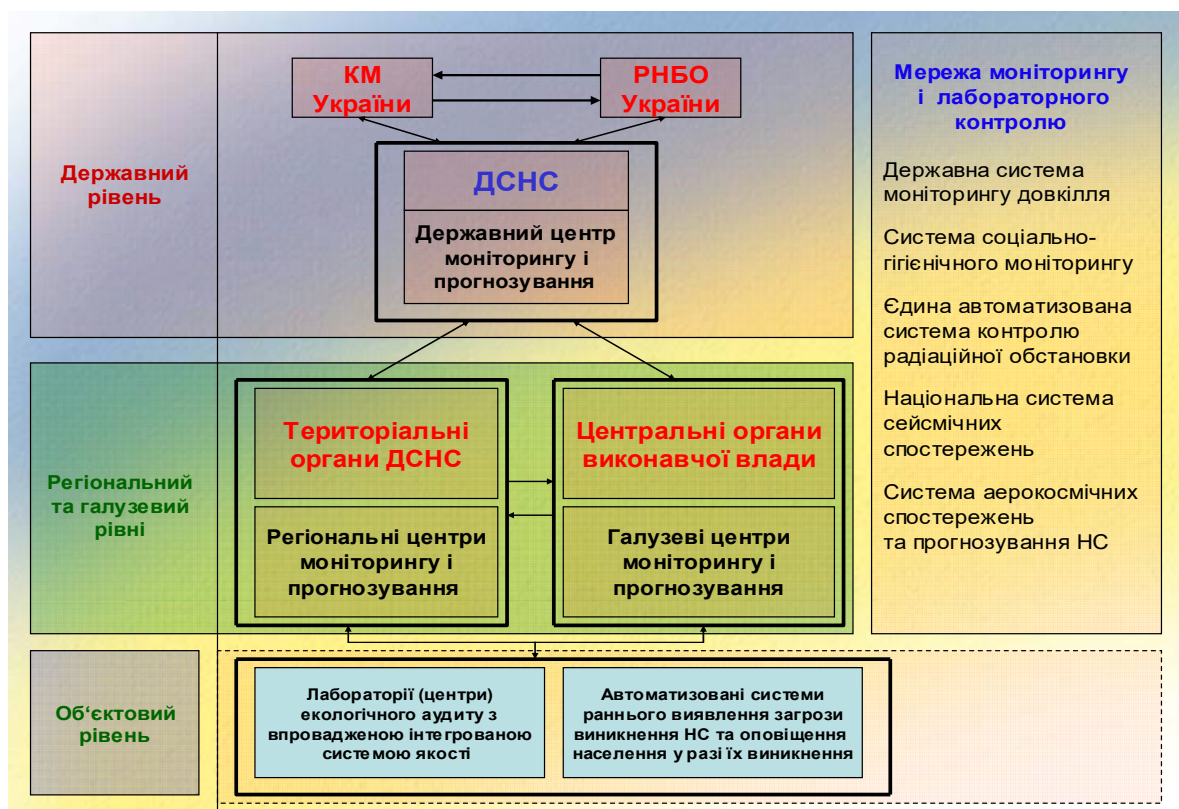


Рисунок 1 – Схема Підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій

Для координації діяльності суб'єктів Підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій на державному рівні необхідно створити Державний центр моніторингу і прогнозування. Він може функціонувати у складі окремого підрозділу в системі ДСНС України або у складі Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту.

На регіональному рівні повинні бути створені відповідні регіональні центри моніторингу і прогнозування, як окремі самостійні підрозділи або у складі підрозділу, що належить до сфери управління територіальних органів ДСНС України.

Як альтернативу Державному та регіональним центрам моніторингу та прогнозування можна також запропонувати покладення завдань та функцій цих центрів на Державний центр управління в надзвичайних ситуаціях та центри управління в надзвичайних ситуаціях у регіонах, що мають функціонувати в ДСНС та її територіальних органах відповідно до вимог статті 73 Кодексу цивільного захисту України. Проте ці центри на теперішній час не створені, крім того на них має покладатись комплекс завдань і функцій з прийняття рішень та здійснення управління силами і засобами цивільного захисту під час ліквідації надзвичайної ситуації

та її наслідків. Тому пріоритетними координуючими органами Підсистеми повинні бути Державний та регіональні центри моніторингу та прогнозування.

З метою збирання та оброблення моніторингової інформації, прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій та оцінювання їх розвитку у складі відомчих та міжвідомчих систем моніторингу бажано створити галузеві центри моніторингу і прогнозування. Зазначені центри можуть створюватись у складі відомчих науково-дослідних установ або у складі одного з підприємств галузі.

Відповідно до вимог Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [] одними з основних інструментів реалізації національної екологічної політики є: екологічне маркування; екологічна експертиза та оцінка впливу на стан навколишнього природного середовища; технічне регулювання та облік у сфері охорони навколишнього природного середовища, природокористування та забезпечення екологічної безпеки; моніторинг стану довкілля та контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки; запровадження ризик – орієнтованого підходу в управлінні техногенною і природною безпекою. Ці завдання

можуть бути розв'язані через створення в суб'єктах господарювання лабораторій (центрів) екологічного аудиту з впровадженою інтегрованою системою якості продукції, передбачених ДСТУ ISO 14001:2006 «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування» [11].

Об'єктові лабораторії (або центри) екологічного аудиту мають надавати моніторингову інформацію керівництву суб'єкта господарювання, в галузеві та регіональні центри моніторингу і прогнозування для відповідного реагування.

Одним із варіантів забезпечення моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктовому рівні може бути впровадження на потенційно небезпечних об'єктах та об'єктах підвищеної небезпеки систем динамічного моніторингу параметрів навколишнього середовища реального часу. Така система розроблена колективом авторів Національного університету «Львівська політехніка». Систему було впроваджено та апробовано на підприємстві «ІСК ТрансЕКСПО» [12].

Фахівцями УкрНДЦЗ було розроблено проєкт Концепції створення і функціонування вказаної Підсистеми (далі – Концепція), та передано його для подальшого обговорення і прийняття відповідного рішення до ДСНС України. В Концепції викладено принципи й механізми формування системи; стратегію її побудови та основні завдання. Запропоновано організаційну структуру (об'єкти та суб'єкти Підсистеми, механізм функціонування та взаємодії, створення органу, що координуватиме діяльність Підсистеми та забезпечуватиме збирання, оброблення та аналізування інформації щодо стану потенційних джерел надзвичайних ситуацій, прогнозування ризику їх виникнення та підготовку пропозицій для прийняття управлінських рішень). Запропонована Концепція розрахована на довгострокову перспективу і є основою для розроблення (удосконалення) нормативно-правових актів і нормативних документів у сфері моніторингу небезпечних техногенних процесів і природних явищ, прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій.

Основні завдання Підсистеми, відповідно до запропонованої Концепції, визначаються її режимами функціонування:

1) у режимі повсякденного функціонування:

спостереження та здійснення контролю за станом навколишнього природного середовища та небезпечних процесів, що можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій на поте-

нційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях, а також на територіях, на яких існує загроза виникнення геологічних та гідро-геологічних явищ і процесів;

безперервний збір, оброблення та аналіз інформації про небезпечні техногенні та природні процеси;

визначення ризиків виникнення небезпечних техногенних та природних процесів;

забезпечення проведення планових заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

розроблення пропозицій для прийняття управлінських рішень щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

створення інформаційної бази даних про небезпечні техногенні та природні процеси;

забезпечення створення програмно-моделюючих комплексів за окремими видами надзвичайних ситуацій;

організація обміну оперативною інформацією;

розроблення методології та методик прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій та оцінки їх розвитку;

інформаційно-аналітична підтримка з питань цивільного захисту діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування;

інші завдання з питань моніторингу та прогнозування.

2) у режимі підвищеної готовності:

посилення спостереження та контролю за гідрометеорологічною обстановкою, ситуацією на потенційно небезпечних об'єктах, території об'єктів підвищеної небезпеки та/або за їх межами, території, на якій існує загроза виникнення геологічних, інженерно-геологічних, сейсмо - геофізичних та гідрогеологічних явищ і процесів, а також здійснення постійного прогнозування можливості виникнення небезпечних подій та надзвичайних ситуацій;

безперервне збирання, оброблення та аналізування інформації про небезпечні процеси та об'єкти, на яких існує загроза виникнення небезпечних подій і надзвичайних ситуацій;

посилення режиму обміну оперативною інформацією про загрозу розвитку небезпечних подій і надзвичайних ситуацій;

розроблення пропозицій для прийняття управлінських рішень щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

інформаційно-аналітична підтримка діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування про небезпечні процеси та загрозу розвитку

надзвичайних ситуацій;

інші завдання з питань моніторингу та прогнозування.

3) у режимі надзвичайної ситуації:

спостереження та контроль за розвитком надзвичайної ситуації, що сталася;

визначення зони надзвичайної ситуації;

здійснення постійного прогнозування зони можливого поширення надзвичайної ситуації та масштабів можливих наслідків;

розроблення конкретних заходів для прийняття управлінських рішень щодо ліквідації надзвичайної ситуації, що сталася;

інформаційно-аналітична підтримка діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування щодо розвитку надзвичайної ситуації, що сталася;

проведення процедури оптимізації заходів з подолання наслідків надзвичайної ситуації;

інші завдання з питань моніторингу та прогнозування.

4) у режимі надзвичайного стану проводяться заходи, що передбачені Законом України «Про правовий режим надзвичайного стану» стосовно виникнення надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру державного та регіонального рівнів.

5) в умовах військового стану в Україні або в окремих її місцевостях проводяться заходи, що передбачені у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також у разі виникнення небезпеки для населення під час ведення військових дій або внаслідок цих дій.

Створення запропонованої УкрНДЦЗ Підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій дозволить:

об'єднати у єдиний інформаційний комплекс реалізацію завдань і заходів щодо моніторингу та прогнозування ризиків виникнення небезпечних подій та надзвичайних ситуацій;

надати процесу здійснення моніторингу системний характер, багаторівневу структуру, централізовану координацію та управління;

сприяти ефективному розв'язанню завдань щодо зниження ризиків виникнення небезпечних подій і надзвичайних ситуацій, прийняття обґрунтованих та оптимально адекватних обставинці управлінських рішень у разі їх виникнення;

підвищити рівень безпеки та захисту населення і територій від загроз природного та техногенного характеру;

забезпечити участь України у Глобальній інтегральній системі моніторингу, прогнозування

та реагування на надзвичайні ситуації, доцільність створення якої обговорюється світовою спільнотою під егідою ООН.

Функціонування Підсистеми дасть можливість:

здійснювати безперервний збір моніторингової інформації про розвиток небезпечних природних явищ і техногенних процесів з різних джерел на всій території України в одному місці;

своєчасно виявляти негативні процеси у техносфері, небезпечні природні явища, інші чинники, що є джерелами виникнення небезпечних подій та надзвичайних ситуацій;

прогнозувати ризики виникнення та розвитку небезпечних подій та надзвичайних ситуацій і розробляти перелік необхідних запобіжних заходів для конкретних регіонів та районів країни;

готувати оптимальні та обґрунтовані управлінські рішення щодо запобігання виникненню небезпечних подій та надзвичайних ситуацій, їх ліквідації;

зменшити кількість жертв та обсягів втрат матеріальних цінностей внаслідок надзвичайних ситуацій за допомогою достовірного прогнозування, своєчасного попередження і реагування на них;

створити єдину інформаційну базу даних про небезпечні території і об'єкти, на яких за певних умов можуть виникнути небезпечні події та надзвичайні ситуації;

здійснити постійну інформаційно-аналітичну підтримку з питань цивільного захисту діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування.

Висновок. За результатами виконаних досліджень запропоновано проект Концепції підсистеми моніторингу і прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій ЄДСЦЗ. Концепція визначає цілісну систему поглядів на створення в Україні системи моніторингу та прогнозування ризику виникнення надзвичайних ситуацій, правові основи, принципи, завдання та організаційні заходи її функціонування і є базовою для розробки проектів державних цільових програм на найближчу і віддалену перспективу.

Впровадження концепції передбачає необхідність адекватного розуміння глобальних та регіональних процесів на основі їх науково обґрунтованого аналізу та довгострокового прогнозування розвитку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році [Електронний ресурс] : Веб-сайт УкрНДІЦЗ. – К. : УкрНДІЦЗ, 2015. – Режим доступу: http://www.undicz.mns.gov.ua/files/2015/5/18/Vid_organizaciyi_vykonavcu.pdf.
2. Кодекс цивільного захисту України: чинне законодавство із змінами та допов. на 14 жовтня 2016 року [Офіційний текст] – К.: Видавець - ФОП Паливода А.В. 2016. – 131 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 09 січня 2014 р. № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» // Кабінет Міністрів України; Постанова від 09.01.2014 № 391. – К. – Існує електронна версія. - Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF>
4. Зеркалов Д. В. Безпека життєдіяльності [Електронний ресурс] : Навчальний посібник / Д. В. Зеркалов. – Електрон. дані. – К. : Основа, 2011. – 1 електрон. опг. диск (CDROM); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 512 Mb RAM; Windows 98/2000/XP; Acrobat Reader 7.0. – Назва з тит. екрана.
5. Відпрацювання математичних моделей, методів та інформаційних технологій обробки супутникових даних в межах створення пілотного проекту інформаційної системи українського сегменту GEOSS/GMES [Електронний ресурс] / Науково-технічний (інноваційні) проект НАН України: Головний портал НАН України. – К.: НАНУ, 2015. – Режим доступу: <http://www1.nas.gov.ua/innovations/Pages/default.aspx>.
6. Манойлов В.П. Дистанційне зондування Землі із космосу: науково-технічні основи формування й обробки видової інформації : моногр. [Текст] / В.П. Манойлов, В.В. Омельчук, В.В. Опанюк. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 384 с.
7. Цимбал, В.М. Авіаційний комплекс дистанційного зондування АКДЗ-30 - засіб моніторингу природного середовища та попередження природних катастроф [Текст] / В.М. Цимбал, В.І. Лялько, В.І. Волошин // Екологія і природокористування, 2003. – Вип. 6.
8. Йоханнесбургська декларація по устійчивому розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml.
9. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 4 березня 2016 року «Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України» / Указ Президента України від 14.03.2016 № 92/2016 [Електронний ресурс] : Головний веб-портал Верховної Ради України. – К., 2016. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/92/2016/card2#Card>.
10. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України; Закон від 21.12.2010 № 2818-VI: Головний веб-портал Верховної Ради України. – К., 2011. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>.
11. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування : ДСТУ ISO 14001:2015 [Електронний ресурс] / Надано чинності з 2016-07-01 наказом ДП «УкрНДНЦ від 21 грудня 2015 року за № 203 : веб-портал Будстандарту України. – К., 2015. – Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64015
12. Система локального та глобального динамічного моніторингу параметрів навколишнього середовища реального часу / Ю. Бобало, Ю. Даник, М. Климаш, Л. Комарова, О. Лук'янов, Р. Смук, В. Стогній, Б. Стрихалюк; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів: Укр. академія друкарства, 2013. – 450 с.

MONITORING AND PREDICTING THE RISK OF OCCURRENCE OF EMERGENCIES IN UKRAINE - CURRENT STATUS AND PROBLEMS

O. Yevdin, L. Kalynenko

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

monitoring and prediction, risk of occurrence of emergencies, system, concept.

ANNOTATION

It is analyzed the current state and results of activity for providing monitoring and prediction of the risk of occurrence of emergencies in Ukraine. It is defined the directions and mechanisms of system formation of monitoring and prediction, the main objectives and strategies of its formation, organizational structure, levels, subjects and objects in the system, their functioning and interaction, it is proposed the creation of an agency that will coordinate the activities of the system and preparation of proposals for management decisions on prevention and liquidation of emergencies.

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В УКРАИНЕ - СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

А.Н.Евдин, Л.В.Калиненко

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

мониторинг и прогнозирование, риск возникновения чрезвычайных ситуаций, система, концепция.

АННОТАЦИЯ

Проанализировано современное состояние и результаты деятельности по обеспечению мониторингу и прогнозированию риска возникновения чрезвычайных ситуаций в Украине. Определены направления и механизмы формирования системы мониторинга и прогнозирования, основные задачи и стратегию ее построения, организационную структуру, уровни, субъекты и объекты системы, механизм их функционирования и взаимодействия, предложено создание органа, который будет координировать деятельность системы и подготовку предложений для принятия управленческих решений по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

УДК 614.849

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ

Р.В. Климась, В.В. Ніжник, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., О.О. Сізіков, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., О.П. Якименко, канд. техн. наук, А.В. Нетреба, канд. фіз.-мат. наук., Н.М. Довгошеєва*
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 04.10.2016
Пройшла рецензування: 09.12.2016

КЛЮЧОВІ СЛОВА

ризик-орієнтований підхід, ступінь ризику від провадження господарської діяльності, ризик, пожежний ризик, методи оцінювання пожежного ризику.

На теперішній час в Україні законодавчо встановлено [1], що державний нагляд у сфері господарської діяльності та терміни здійснення планових заходів мають бути диференційовані залежно від ступеня ризику, зокрема у сфері техногенної та пожежної безпеки встановлено критерії, за якими суб'єкти господарювання відносяться до одного з трьох ступенів ризику їх діяльності: високого, середнього та незначного [2]. Розподіл суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх діяльності проводиться декларативно, адже кількісних значень прийняттого ризику від провадження господарської діяльності у сфері техногенної та пожежної безпеки поки ще не встановлено. Разом з цим це є ключовим аспектом у запровадженні ризик-орієнтованого підходу, що забезпечить об'єктивний диференційований підхід до здійснення наглядової діяльності відносно суб'єктів господарювання, а саме: суб'єкти малого та середнього ступенів ризику отримають альтернативу плановим перевіркам - добровільне страхування; обов'язкові перевірки проводитимуться лише для суб'єктів високого ступеня ризику та державних установ. Для реалізації цього необхідно встановити кількісні показники ступенів ризику, розробити методики, що дозволить на основі статистичних даних за довгостроковий період про пожежі та їх наслідки в Україні провести розрахунки з визначення таких значень.

Таким чином, метою цієї роботи є удосконалення методичних підходів щодо оцінювання ризику негативних наслідків від пожеж, що

АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз інформаційних джерел щодо визначення кількісного значення пожежного ризику та існуючих методів оцінювання пожежного ризику. Запропоновано нові методичні підходи для розрахунку значення ступеня ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності. Запропоновано концептуальні зміни до нормативного документу, що визначає критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.

сталися через провадження господарської діяльності.

Об'єкт дослідження - оцінювання ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності.

Предмет дослідження - чинники, що впливають на кількісне значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати нормативні документи, що встановлюють кількісне значення пожежного ризику;

- проаналізувати методики для визначення кількісного значення пожежного ризику;

- визначити чинники, що впливають на кількісне значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності;

- удосконалити методичні підходи з визначення кількісного значення ризику негативних наслідків від пожеж, що сталися через провадження господарської діяльності;

- запропонувати зміни до нормативного документу, що визначає критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.

Концепцією [3] зазначено, що основою нормативної бази ризиків є два основних нормативних рівні ризиків: мінімальний ризик - менший або який дорівнює $1 \cdot 10^{-8}$ та гранично до-

*E-mail: nignyk@ukr.net

пустимий ризик, який дорівнює $1 \cdot 10^{-5}$. Крім того в ГОСТ 12.1.004 [4] встановлено, що допустимий рівень пожежної небезпеки для людей повинен бути не більше 10^{-6} дії небезпечних чинників пожежі, що перевищують гранично-допустимі значення, в рік із розрахунку на кожну людину. Проектом зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 29.02.2012 № 306 [2] запропоновано наступні значення прийняттого ризику, які були отримані у результаті раніше проведених досліджень [5] :

для високого ступеню ризику:

$$5 \cdot 10^{-6} < R \leq 1 \cdot 10^{-5};$$

для середнього ступеню ризику:

$$1 \cdot 10^{-6} < R \leq 5 \cdot 10^{-6};$$

для незначного ступеню ризику:

$$R \leq 1 \cdot 10^{-6}.$$

Слід також зазначити, що нормативні значення пожежних ризиків у зарубіжних країнах коливаються в межах від 10^{-4} до 10^{-8} [6].

Впровадження кількісних значень пожежних ризиків потребує наявності методик їх оцінювання. Огляд сучасних методів оцінювання пожежних ризиків свідчить про те, що як імовірнісні так й індексні методи є потужними інструментами, кожен з яких може застосовуватись під час кількісної оцінки ризиків. Імовірнісні методи вимагають проведення детального аналізу стану пожежної безпеки об'єкту із застосуванням відповідного математичного апарату та програмних продуктів. Їх застосування для розрахунків пожежного ризику у будівлях представляє значні труднощі через необхідність проведення розрахунків динаміки розвитку пожежі та ймовірності безпечної евакуації людей на основі польових моделей для багатьох сценаріїв можливої пожежі. Індексні методи, навпаки, дозволяють оцінювати рівень пожежної небезпеки та ризику з мінімальними обчислювальними витратами, однак успішність їх використання кардинально залежить від правильності бальної експертної оцінки різних факторів та інтерпретації результату, що обумовлює його суб'єктивність.

Одним із основних документів, що набув широкого використання для визначення пожежних ризиків у Російській Федерації, є "Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" [7,8], що розроблена відповідно до Технічного регламенту [9] та постанови уряду Російської Федерації [10] та була затверджена в червні 2009 року.

Ця Методика встановлює порядок визначення розрахункових значень пожежного ризику в

будівлях і спорудах різного класу функціональної пожежної небезпеки. Розрахунки по оцінці пожежного ризику здійснюються шляхом порівняння розрахункових значень пожежного ризику з нормативним значенням пожежного ризику, встановленим Технічним регламентом [9].

Згідно з Методикою [7,8] визначення розрахункових значень пожежних ризиків полягає в розрахунку індивідуального пожежного ризику для мешканців, персоналу та відвідувачів в будівлі. Кількісним вираженням індивідуального пожежного ризику є частота дії небезпечних чинників пожежі на людину, що перебуває в будівлі.

Зазначена Методика [7,8] застосовується в Російській Федерації упродовж семи років. Досвід її використання свідчить про певні недоліки, складнощі проведення розрахунків. Так, наприклад, у роботі [11] автор обґрунтовує висновок про непридатність Методики [7,8] для розрахунку індивідуального пожежного ризику методами математичного опису параметрів внутрішніх пожеж твердих горючих речовин за чисельними значеннями небезпечних чинників пожежі, оскільки неможливо отримати розрахунок значень цих параметрів з похибкою менше ніж від 500% до 1000%.

Серед імовірнісних методів, за допомогою яких можна оцінити кількісне значення пожежного ризику, можна виділити методи імовірнісного аналізу безпеки (ІАБ). Найбільш розповсюдженими з них є код з використанням моделей "дерев подій" (ДП) і "дерев відмов" (ДВ) IRRAS, а також більш сучасна його версія SAPHIRE [12].

Методологія імовірнісного аналізу безпеки надає значно більше можливостей моделювання пожежного ризику й аналізу та розробки заходів запобігання. Але за своєю складністю, обумовленою необхідністю збирання значної кількості вихідних даних щодо показників надійності технологічного обладнання та систем протипожежного захисту, а також потреби спеціального навчання фахівців, які мають виконувати розрахунки, вона поки що не знаходить поширення у сфері техногенної та пожежної безпеки.

Одним із методів, що відноситься до групи експертних експрес-методів та отримав широке застосування у всьому світі завдяки можливості комплексного багатофакторного оцінювання стану пожежної небезпеки об'єкту є метод Грентенера [13].

В основу цього методу закладено розрахунок числового значення рівня пожежної небез-

пеки, яке порівнюється із "1" та робиться висновок щодо достатності чи не достатності запропонованих заходів на об'єкті, що забезпечують його протипожежний стан. Якщо розраховане значення менше 1, то об'єкт вважається досить захищеним. В іншому випадку, тобто якщо значення більше 1, об'єкт має підвищену пожежну небезпеку.

Зазначений метод дозволяє провести кількісну оцінку рівня пожежної небезпеки об'єкта, кількісну оцінку ефективності запропонованих заходів щодо протипожежного захисту об'єкта та їх вплив на рівень пожежної небезпеки об'єкту в цілому, порівняння рівнів пожежної небезпеки об'єктів однакових за функціональним призначенням, оцінку достатності (недостатності) рівня пожежної небезпеки об'єкта. Однак, цей метод не дозволяє провести оцінку пожежного ризику на об'єкті.

Ураховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що методичні підходи, які на сьогодні застосовуються для оцінювання ризиків, не дозволяють достовірно визначити розрахункове значення саме ризику виникнення пожежі на об'єкті через провадження господарської діяльності.

Таким чином, аналіз вищезазначених методичних підходів з визначення рівня пожежного ризику свідчить, що для реалізації запропонованих змін до Постанови КМУ № 306 [2] вони потребують удосконалення.

Перш за все, автори пропонують надати визначення терміну "пожежний ризик" у такому формулюванні: пожежний ризик це ступінь ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності.

В якості однієї з характеристик негативних наслідків, перш за все, слід розглядати частоту події, настання якої впливає на ступінь ризику господарської діяльності (у нашому випадку пожежа) та негативні наслідки від такої події (у нашому випадку загибель людей, їх травмування та матеріальні втрати від пожежі). Слід відмітити, що зазначені чинники залежать від достовірності та повноти статистичних даних і можуть різнитися тільки по об'єктам відповідних груп, наприклад за функціональним призначенням. Для характеризування індивідуального об'єкту необхідно ввести чинник оснащеності об'єкту системами протипожежного захисту, так звані ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком. Серед таких чинників, що впливають на виникнення та розвиток пожежі є системи пожежної сигналізації, системи пожежогасіння, системи внутрішнього і зовнішнього водопостачання, системи опові-

щення і управління евакуацією людей, системи протидимного захисту, наявність пожежних формувань, ступінь запровадженості організаційних заходів протипожежного захисту.

Враховуючи зазначене, а також те, що у законодавстві України [1] термін "ризик" трактується як кількісна міра небезпеки, що враховує ймовірність виникнення негативних наслідків від здійснення господарської діяльності та можливий розмір втрат від них, математично можна виразити його таким чином:

$$R_n = Q_n \cdot U_{насл} \cdot Z_{упр} \quad (1)$$

де R_n – ступінь ризику негативних наслідків від пожежі через провадження господарської діяльності;

Q_n – ймовірність виникнення пожежі на об'єкті;

$U_{насл}$ – ймовірність негативних наслідків від пожежі;

$Z_{упр}$ – ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком.

Таким чином можна провести оцінювання деякого узагальнення показника ризику виникнення негативних факторів, які спричинюються пожежею. Відповідно до (6) до таких негативних факторів віднесені такі події, як матеріальні втрати внаслідок пожеж, травмування чи загибель людей.

Частота виникнення пожежі на об'єкті Q_n визначається за формулою:

$$Q_n = \frac{N_n}{N_o} \quad (2)$$

де N_n – середня кількість пожеж на об'єктах певного функціонального призначення за період часу;

N_o – середня кількість об'єктів певного функціонального призначення за період часу.

Ймовірність негативних наслідків від пожежі це добуток:

$$U_i = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \quad (3)$$

$$U_1 = \frac{N_{мат.втр.об.}}{N_{мат.втр.}} \quad (4)$$

де U_1 – ймовірність матеріальних втрат від пожежі

$N_{мат.втр.об}$ – середня сума матеріальних втрат на об'єктах певного функціонального призначення за період часу;

$N_{мат.втр}$ – середня сума матеріальних втрат

від усіх пожеж за період часу.

$$U_2 = \frac{N_{заг.люд.об.}}{N_{зайн.люд.об.}} \quad (5)$$

U_2 – ймовірність загибелі людей унаслідок пожежі

$N_{заг.люд.об.}$ – середня кількість загиблих людей на об'єктах певного функціональ

ного призначення за період часу;

$N_{зайн.люд.об.}$ – середня кількість зайнятих людей на об'єктах певного функціонального призначення за період часу.

$$U_3 = \frac{N_{травм.люд.об.}}{N_{зайн.люд.об.}} \quad (6)$$

U_3 – ймовірність травмування людей унаслідок пожежі

$$Z_{упр} = (1 - K_{спс}) \cdot (1 - K_{аспг}) \cdot (1 - K_{пв}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{со}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{спдз}) \cdot (1 - K_{орг.зах.}) \cdot (1 - K_{пож.форм.}) \quad (7)$$

де $K_{спс}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи пожежної сигналізації;

$K_{аспг}$ – ймовірність ефективного спрацювання автоматичної системи пожежегасіння;

$K_{пв}$ – ймовірність ефективного спрацювання систем внутрішнього і зовнішнього водопостачання;

$N_{травм.люд.об.}$ – середня кількість травмованих людей на об'єктах певного функціонального призначення за період часу;

$N_{зайн.люд.об.}$ – середня кількість зайнятих людей на об'єктах певного функціонального призначення за період часу.

Впливати на величину пожежного ризику можна та рахунок вжиття комплексу заходів технічного та організаційного характеру. Кожен з таких заходів повинен мати певну ймовірність успішного впливу на ліквідацію чи запобігання пожежі. Таким чином, згаданий раніше інтегральний показник пожежного ризику повинен суттєво зменшуватися при застосуванні таких заходів.

Ймовірнісні фактори, що впливають на управління пожежним ризиком визначається за формулою:.

$K_{со}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи оповіщення і управління евакуацією людей;

$K_{спдз}$ – ймовірність ефективного спрацювання системи протидимного захисту

$K_{орг.зах.}$ – коефіцієнт запровадження організаційних заходів протипожежного захисту;

$K_{пож.форм.}$ – коефіцієнт наявності протипожежних формувань.

Таким чином, загальна формула (1) набуває такого вигляду:

$$R_n = Q_n \cdot \prod_{i=1}^3 U_i \cdot \prod_{j=1}^3 (1 - K_j) \cdot \prod_{l=1}^2 (1 - K_l) \cdot \prod_{m=1}^2 (1 - K_m) \quad (8)$$

де: $K_j^1 = K_{спс}$, $K_j^2 = K_{аспг}$, $K_j^3 = K_{пв}$;

$K_l^1 = K_{спс} \cdot K_{со}$, $K_l^2 = K_{спс} \cdot K_{спдз}$;

$K_m^1 = K_{орг.зах.}$;

$K_m^2 = K_{пож.форм.}$.

Вихідні дані для проведення розрахунків з визначення частоти виникнення пожежі на об'єкті (Q_n) та ймовірності негативних наслідків від пожежі ($U_{насл}$) отримують з бази статистичних даних про пожежі та їх наслідки, що формується на підставі масиву карток обліку пожеж (POG_STAT) за певний період часу [14]. Інформацію про середню кількість об'єктів

різного призначення, середню кількість зайнятого в них населення можна отримати за даними Державної служби статистики України також за певний період часу.

Добуток зазначених величин, а саме частоти виникнення пожежі на об'єкті, ймовірності негативних наслідків від пожежі на об'єкті дозволяє отримати значення ризику виникнення

пожежі на об'єкті на підставі статистичних даних.

Для того щоб впливати на значення ризику виникнення пожежі на об'єкті, тобто зменшувати його, необхідно здійснювати заходи управління пожежним ризиком.

Заходи управління пожежним ризиком передбачають наявність та ефективність спрацювання протипожежних інженерних систем та технічних засобів, а також ефективність організаційних заходів і наявність на об'єкті протипожежних формувань.

У методиці розрахунку передбачено, що такі протипожежні системи як оповіщення і управління евакуацією людей та протидимного захисту функціонують спільно з системою пожежної сигналізації.

Значення ймовірності ефективного спрацювання протипожежних інженерних систем отримується за даними технічної документації щодо вірогідності їх безвідмовної роботи. У разі відсутності відповідної системи, значення ймовірності ефективного спрацювання таких протипожежних систем приймається рівним нулю.

Коефіцієнт запровадження організаційних заходів протипожежного захисту у разі їх виконання у повній відповідності до вимог нормативних документів приймається рівним 0,9, у разі невиконання, або виконання не в повному обсязі – нулю. Такі самі значення приймаються для коефіцієнта наявності протипожежних формувань: при наявності – 0,9, при відсутності – 0.

Проведені дослідження дозволяють запропонувати концептуальні зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 29.02.2012 № 306 [2], а саме:

1) введення додаткового критерію щодо кількісного значення пожежного ризику об'єкта;

2) введення доповнення стосовно можливості суб'єкта господарювання визначати кількісне значення пожежного ризику об'єкту, що належать йому на правах власності, володіння чи користування;

3) встановлення кількісних значень для кожного з трьох ступенів ризику.

Таким чином, у роботі запропоновано удосконалений методичний підхід з визначення кількісних показників пожежного ризику, який базується на статистичних даних про стан з пожежами та їх наслідками в Україні за довгостроковий період і враховує частоту виникнення пожеж, ймовірність настання негативних наслідків (загибель людей унаслідок пожежі, їх

травмування та матеріальні втрати від пожежі) та заходи управління пожежним ризиком.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України від 05 квітня 2007 р. № 877-V "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності" (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007 р., № 29, ст. 389).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 лютого 2012 р. № 306 "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" (Офіційний вісник України, 2012 р., № 30, ст. 1115).
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 січня 2014 р. № 37-р "Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" (Офіційний вісник України, 2014 р., № 10, ст. 333).
4. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – [Введен в действие 1978-12-15]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 45 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу Провести дослідження з оцінювання пожежних ризиків. – К.: УкрНДІПБ МНС України, 2010. – 754 с.
6. Михайлова А.В. Щодо зарубіжного досвіду з визначення пожежного ризику/ А.В. Михайлова, В.В. Ніжник//Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: №1(27), 2013, с. 100-105.
7. Приказ МЧС Российской Федерации от 30 июня 2009 г. № 382 "Об утверждении Методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности".
8. Приказ МЧС Российской Федерации от 12 декабря 2011 г. № 749 "О внесении изменений в методику определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утверждённую приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382".
9. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "О требованиях пожарной безопасности".
10. Постановление правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 "О порядке проведения расчётов по оценке пожарного риска".
11. Абдурагимов И.М. Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами/ И.М. Абдурагимов// Пожаровзрывобезопасность. – М.: № 6 (22), 2013. – С. 13-21.
12. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності: [навч. посіб.] / [Бегун В.В., Науменко І.М.]. – К.: УАННП "Фенікс", 2004. – 328 с.
13. Осипова М.Н. Методическое пособие по оценке пожароопасности помещений различного назначения методом Гретенера / М.Н. Осипова. – М.: НОУ "Такир", 1998. – 68 с.
14. Наказ МНС України Про заходи щодо організації виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 26.12.2003 р. № 2030 від 29.01.2004 р. № 39.

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGICAL APPROACHES FOR THE EVALUATION OF FIRE RISK

R. Klymas, V. Nizhnyk, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., O. Sizikov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc., O. Yakymenko, Cand. of Sc. (Eng.), A. Netreba, Cand. of Sc. (Ph. & Math.), N. Dovgosheieva
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS:

risk-oriented approach, risk level caused by business activities, risk, fire risk, methods of fire risk evaluation

ANNOTATION

Analysis of appropriate informative sources has been conducted; it is described the quantification of fire risk and available methods of its evaluation. New methodical approaches for the calculation of the risk level of negative fire consequences caused by conduction of business activities have been proposed. Conceptual amendments have been proposed to the normative document to establish criteria by which the risk level caused by conduction of business activities shall be evaluated and as well as frequency of the realization of planned measures for the state supervision (control) in the sphere of man-made and fire safety is defined.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОГО РИСКА

Р.В. Климась, В.В. Нижник, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., А.А Сизиков, канд. техн. наук, ст. научн. сотр., Е.Ф. Якименко, канд. техн. наук, А.В. Нетреба, канд. физ.- мат. наук., Н.Н. Довгошеева
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

риск-ориентированный подход, степень риска от осуществления хозяйственной деятельности, риск, пожарный риск, методы оценивания пожарного риска

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ информационных источников, в которых описано определение количественных значений пожарного риска и существующие методы оценивания пожарного риска. Предложены новые методические подходы для расчета значения степени риска негативных последствий от пожара вследствие осуществления хозяйственной деятельности. Предложены концептуальные изменения к нормативному документу, который определяет критерии, по которым оценивается степень риска от осуществления хозяйственной деятельности и определяется периодичность проведения плановых мероприятий государственного надзора (контроля) в сфере техногенной и пожарной безопасности