



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ



Матеріали  
VII Всеукраїнської науково-практичної конференції  
з міжнародною участю

## **Надзвичайні ситуації: безпека та захист**

20 – 21 жовтня 2017 року

**м. Черкаси**

## **Редакційна колегія**

**Садковий В. П.** – ректор Національного університету цивільного захисту України, д. н. держ. упр., професор;

**Тищенко О. М.** – в. о. начальника Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, к. т. н., професор;

**Гвоздь В. М.** – начальник Управління ДСНС України у Черкаській області, к. т. н., професор;

**Щіпець С. Д.** – начальник факультету пожежної безпеки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. т. н.;

**Поздєєв С. В.** – головний науковий співробітник Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, д. т. н., професор;

**Кириченко О. В.** – завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, д. т. н., с. н. с.;

**Куценко С. В.** – заступник начальника факультету - начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. т. н., доцент;

**Касярум С. О.** – начальник кафедри вищої математики та інформаційних технологій Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. пед. н., доцент;

**Цвіркун С. В.** – начальник кафедри будівельних конструкцій Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. т. н., доцент.

**Надзвичайні ситуації: безпека та захист:** Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2017. – 224 с.

У збірнику подані матеріали доповідей за такими тематичними напрямками: прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайних ситуацій, пов'язаних із пожежами; технології пожежної та техногенної безпеки; інформаційні технології та математичні моделі у вирішенні проблем попередження надзвичайних ситуацій.

*Рекомендовано до друку вченою радою факультету пожежної безпеки  
ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
(протокол № 2 від 03.10.2017)*

*Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі комісією інституту з  
питань роботи із службовою інформацією  
(протокол № 10 від 09.10.2017)*

© Факультет ПБ  
© ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України



## **Шановні учасники та гості конференції!**

Щиро вітаю Вас із нагоди відкриття VII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю **«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»**.

Проведення в нашому навчальному закладі даної науково-практичної конференції є свідченням визнання вагомих досягнень висококваліфікованих фахівців у сфері пожежної та техногенної безпеки. Всі ви своєю творчою працею, розумом і натхненням робите значний внесок у створення та впровадження новітніх технологій щодо прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям, пов'язаним з пожежами. Забезпечення техногенної та пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя й здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища.

Наука є основною рушійною силою національної безпеки, фактором впливу на організаційний, управлінський, технічний і технологічний рівень розвитку всіх сфер діяльності ДСНС України та системи цивільного захисту в цілому. Наукові дослідження за напрямом попередження виникнення надзвичайних ситуацій входять до пріоритетних напрямів розвитку науки й техніки в Україні. Тому проблеми, що ставить і вирішує конференція, є актуальними у світлі сучасних завдань із питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, про що свідчать тематичні напрями роботи секцій.

Сподіваюся, що професійна дискусія та обмін досвідом дадуть новий імпульс подальшому впровадженню новітніх розробок і технологій, спрямованих на попередження виникнення надзвичайних ситуацій.

Бажаю всім учасникам Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю успіхів, конструктивної роботи та нових здобутків у професійній діяльності.

Виконуючий обов'язки начальника  
Черкаського інституту пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
кандидат технічних наук, професор  
**О. М. Тищенко**

**УДК 614.842.86**

*Калиновський А. Я., к.т.н., доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Коваленко Р. І., ад'юнкт, Національний університет цивільного захисту України*

## **АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ШТАТНОЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ФОРМУВАНЬ ЗА КОРДОНОМ**

В 2017 році була схвалена Стратегія реформування системи Державної служби з надзвичайних ситуацій [1] основні заходи якої передбачають забезпечення своєчасного реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та інші небезпечні події шляхом передачі окремих повноважень щодо організації та забезпечення проведення оперативних робіт до органів місцевого самоврядування. Основними шляхами реалізації завдань Стратегії [1] є: надання методичної та практичної допомоги органам місцевого самоврядування щодо утворення нових та реформування існуючих аварійно-рятувальних формувань (АРФ); оптимізації структури та чисельності ДСНС на всіх рівнях, реорганізації сил цивільного захисту, які входять до системи ДСНС, з урахуванням покладених на них завдань; нарощування матеріально-технічної бази сил цивільного захисту та їх технічного переоснащення сучасною технікою.

Для ефективного проведення технічного переоснащення АРФ України та оснащення новостворених підрозділів пожежно-рятувальними автомобілями (ПРА), необхідно провести аналіз існуючих підходів, які дозволяють визначати на практиці необхідну їх штатну чисельність ґрунтуючись на закордонний досвід.

Необхідна чисельність ПРА для комплектування АРФ в Російській Федерації визначається документом [2] і залежить від чисельності жителів відповідного населеного пункту. Подібний підхід до оснащення АРФ існує на сьогодні і в Україні та регламентується документом [3]. Вагомим недоліком даного підходу на практиці є те, що при визначенні штатної чисельності сил та засобів не враховується оперативно-тактична обстановка в районах виїзду підрозділів (наявність промислових об'єктів, місць з масовим перебуванням людей та ін.). Крім цього, дані документи регламентують штатну чисельність сил та засобів лише на момент створення АРФ в населеному, а проведення технічного переоснащення підрозділів з часом через фізичну застарілість ПРА ними не встановлено. Обмеженим є також перелік видів ПРА, наприклад, номенклатуру та чисельність багатофункціональних аварійно-рятувальних автомобілів для АРФ документ [2], як власне і документ [3] не визначає, а тому вирішувати це питання доведеться особам, які будуть приймати рішення на основі вольових оцінок.

У США в залежності від штату можуть дещо змінюватися вимоги нормативних документів стосовно створення та комплектування АРФ. На характер організації АРФ в США сильний вплив здійснює бюро страхових послуг (ISO), яке здійснює перевірку їх діяльності по різних критеріях. Це пов'язано з тим, що згідно [4] категорії ISO використовуються страховими організаціями для визначення страхових премій при

страхуванні від пожеж житлових і комерційних об'єктів, тобто чим вищим є рівень забезпечення пожежної безпеки, тим меншими є розміри страхових премій.

Комплектування АРФ окремими видами техніки в населених пунктах США залежить від особливостей оперативної обстановки на їх територіях, а також на це впливають економічні чинники (можливість фінансування АРФ адміністрацією общини, або міста). Окремі документи регламентують вимоги щодо підготовки пожежних і мінімального оснащення ПРА [5] та вимоги щодо певної номенклатури обладнання. До цих документів можна віднести стандарти Національної асоціації протипожежних стандартів (NFPA), але не зважаючи на свій значний перелік вони не регламентують порядок оснащення АРФ ПРА.

Згідно [6] в Німеччині за організацію і підтримання оперативної готовності АРФ відповідає адміністрація конкретної общини або міста, що пов'язано з особливостями конституційного устрою країни. В залежності від чисельності мешканців населеного пункту визначається форма організації АРФ (професійна чи добровільна). Форма організації, чисельність персоналу і технічне оснащення визначається конкретними можливостями кожної общини.

В королівстві Данія згідно [7] гасіння пожеж та проведення АРР підпадає під юрисдикцію адміністрації міст, які повинні створювати комісію по наданню допомоги і яка повинна відповідати за адміністрування відповідних послуг. Окремими нормативними документами в королівстві Данія обмежуються муніципалітети при прийнятті рішень стосовно організації АРФ. Цими документами встановлено перелік мінімальних вимог стосовно обладнання, яке повинен мати муніципалітет з метою проведення пожежогасіння та АРР, що залежить також від чисельності жителів населеного пункту. На практиці 2/3 муніципалітетів королівства Данії заключили контракти з компанією Falck.

В решті країн Європи підходи до організації АРФ та їх штатного комплектування є подібними до тих, які були розглянуті на прикладі Німеччини та Данії, тобто в них також існують певні мінімальні вимоги стосовно до чисельності сил та засобів підрозділів, якими повинна керуватися адміністрація відповідних територіальних утворень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження КМУ №61-р від 25 січня 2017 року «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>
2. Приказ ГУГПС МВД РФ №36 от 30 декабря 1994 года «Нормы проектирования объектов пожарной охраны» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://86.mchs.gov.ru/upload/site62/folder\\_page/003/138/625/19.\\_NPB\\_101-95.pdf](http://86.mchs.gov.ru/upload/site62/folder_page/003/138/625/19._NPB_101-95.pdf)
3. 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](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116)
4. ISO Mitigation. Working Together for Safer Communities [Electronic resource]. - Access mode : <https://www.isomitigation.com/fsrs/fire-suppression-rating-schedule-fsrs-overview.html>
5. West Virginia State Fire Commission. Requirements for West Virginia Fire Departments [Electronic resource]. - Access mode : <http://www.firemarshal.wv.gov/Documents/Multimedia/State%20Fire%20Commission%2020%20Requirements%20for%20WV%20Fire%20Departments%20102214.pdf>
6. Пожарные Германии. Пожарная охрана Германии [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnye-germanii-pozharnaya-oxrana-germanii/>

7. Les services d'incendie et de secours [Електронний ресурс]. – Режим доступу - [https://www.senat.fr/lc/lc85/lc85\\_mono.html](https://www.senat.fr/lc/lc85/lc85_mono.html)

**УДК 614.841**

*Пархоменко В.-П. О., ад'юнкт, Лавренюк О. І., к.т.н., доцент, доцент кафедри процесів горіння та загальної хімії, Михалічко Б. М., д.х.н., професор, завідувач кафедри процесів горіння та загальної хімії, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## **ВИСОКА ОПРНІСТЬ ДО ТЕРМООКИСНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ЯК ПЕРЕДУМОВА ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ МЕТАЛУМІСНИХ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ**

Відомо, що горіння полімерних матеріалів розпочинається з термоокисної деструкції зразків, яка забезпечує надходження в зону горіння горючих газів [1]. Важливою характеристикою, за якою можна оцінити схильність полімерних матеріалів до горіння, є термоокисна стійкість, яка визначається міцністю хімічних зв'язків в макромолекулах полімерів. Відтак, однією з передумов зниження горючості полімерних матеріалів є підбір таких антипіренів, які, змінюючи структуру полімерів, спроможні були б сповільнити їх розкладання.

Передбачено, що зниження горючості полімерних матеріалів на основі епоксіамінних композицій можна досягти шляхом зв'язування молекул горючого N-умісного затвердника з атомами деяких *d*-металів негорючих неорганічних солей у координаційні сполуки [2, 3].

В результаті дослідження впливу солей *d*-металів на процеси термоокисної деструкції епоксіамінних композицій встановлено, що початок розкладання металумісних композицій порівняно з вихідною композицією зміщується в область вищих температур. Сам процес термоокисної деструкції зразків металумісних композицій протікає за більш високих температур та супроводжується менш інтенсивною втратою маси зразків.

Окрім того, згоряння піролітичних залишків органічної складової зразків модифікованих композицій протікає у більш вузькому інтервалі температур порівняно із зразком вихідної композиції. Це, очевидно, є свідченням самозгасаючого характеру процесу горіння металумісних композицій.

Отож, стабілізуюча дія неорганічних солей *d*-металів на епоксіамінні композиції проявляється завдяки вираженій комплексоутворювальній здатності. Введення їх в композиції сприяє ущільненню полімерної матриці та зниженню молекулярної рухливості міжвузлових ділянок епоксіамінної сітки, що призводить до зниження реакційної здатності полімерних ланцюгів в процесі термоокисної деструкції. Завдяки фактору структурно-хімічної стабілізації досягнуто ефекту самозгасання епоксіамінних композицій, модифікованих солями *d*-металів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Воробьев В.А. Горючесть полимерных строительных материалов / В.А. Воробьев, Р.А. Андрианов, В.А. Ушков. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.
2. Synthesis, structural, and thermal characterization of a new binuclear copper(II) chelate complex bearing an amine-hardener for epoxy resins / Н. Lavrenyuk, О. Mykhalichko, В. Zarychta, V. Olijnyk, В. Mykhalichko // Journal of Coordination Chemistry. – 2016. – Vol. 69, №18. – P. 2666-2676.

3. Пат. 109187 UA, МПК С 08 L 63/00, С 08 К 3/10, С 09 К 21/00. Епоксидна композиція зі зниженою горючістю // Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. – № а201311816; Заявл. 07.10.2013; Опубл. 27.07.2015. Бюл. №14. – 2 с.  
**УДК 004.312.2:004.94**

*Мельник О. Г., к.т.н., с.н.с., Мельник Р. П., к.т.н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГРУПОВОГО УРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ**

На сьогодні згідно зі статистичними даними [1] особливо гострою є проблема виникнення пожеж у житловому секторі, адже саме ці пожежі викликають суспільний резонанс, несуть безпосередню загрозу життю та здоров'ю громадян, завдають значних матеріальних збитків. Незадовільний стан та неправильна експлуатація внутрішньобудинкових електричних мереж – одна з основних причин виникнення пожеж у житлових будинках. Крім того, ряд досліджень [2, 3], проведених вітчизняними науковцями, свідчить про підвищений ризик виникнення пожеж у житловому секторі.

Запобігання виникненню пожеж є вкрай важливим питанням сьогодення. Негативна статистика щодо збільшення кількості пожеж у житловому секторі вимагає удосконалення існуючих та розробки нових методів і засобів моніторингу, прогнозування та профілактики на основі сучасних інформаційних технологій.

У цілому прогнозуванням пожеж на сьогодні займаються здебільшого на основі статистичної інформації за допомогою стандартного пакета прикладних програм MS Excel, що дозволяє спрогнозувати явище за допомогою лінійної регресії діапазону відомих даних. Але використання даного способу прогнозування в житловому секторі не є ефективним та точним, оскільки не враховує характеристик кожної окремої квартири.

На нашу думку, точним є прогнозування пожежі по стану електроспоживання кожної квартири за допомогою методу групового урахування аргументів (МГУА) [4, 5], що фактично є методом пошуку закономірностей з автоматичним вибором вигляду функціональної структури й параметрів моделі на основі інформації, яка міститься в короткій вибірці статистичних даних. Під час прогнозування пожеж у житлових будинках МГУА враховує стан проводки та стан споживання електроенергії, відслідковує відхилення від прогнозованого споживання електроенергії. І якщо ці відхилення такі, що можуть призвести до пожежного стану електромережі, то надходить сигнал, що вимагає звернути особливу увагу на стан квартири.

Перевагами адаптації МГУА до методу прогнозування пожеж у житловому секторі є:

- знаходження оптимальної складності структури моделі, адекватної до рівня завад у вибірці даних;
- гарантія знаходження найбільш точної чи незміщеної моделі – метод не пропускає найкращого рішення під час перебору всіх варіантів;
- будь-які нелінійні функції чи ознаки, що можуть мати вплив на вихідну змінну, використовуються як вхідні аргументи.

Таким чином, адаптація МГУА до предметної області дозволить вирішити проблему забезпечення моніторингу та прогнозування пожеж у житловому секторі в реальному часі.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж (POG\_STAT) за 12 місяців 2016 року.  
URL: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD\\_12\\_2016.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD_12_2016.pdf) (дата звернення 25.09.2017).

2. Мовчан І. О. Методологія визначення соціального пожежного ризику. Системи обробки інформації. 2015. Випуск 5 (130). С. 181–184.

3. Гуліда Е. М., Башинський О. І., Мовчан І. О. Прогнозування виникнення пожеж в житловому секторі на підставі аналізу техногенного ризику. Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека». 2012. № 20. С. 150–154.

4. Голуб С. В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища: монографія. Черкаси: Вид. від ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. 220 с.

5. Голуб С. В., Рудницький В. М., Мельник О. Г., Дендаренко В. Ю. Технологія багаторівневого моніторингу пожежної безпеки. Методи та засоби реалізації: монографія. Х.: вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014. 140 с.

## УДК 614.84

*Назаренко С. Ю., викладач, Чернобай Г. О., к.т.н., доцент,  
Національний університет цивільного захисту України*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ**

При аналізі подій виходу з ладу пожежно-технічного обладнання в західному регіоні України встановлено, що 60% відмов від загального числа відмов (за місяць 20% виїздів з відмовами пожежно-технічного обладнання) припадає на напірні пожежні рукави.

Проблемою на сьогоднішній день є те, що способи випробування НПР, що застосовуються в підрозділах ОРС ЦЗ, не дозволяють діагностувати технічний стан рукава на ранній стадії його пошкодження (до розриву). Тому актуальним є розробка та удосконалення способів випробування, що дозволяють визначити наявність прихованого дефекту до настання граничного стану (розриву), виявлення якого під час гасіння пожежі може призвести до значного збільшення часу її ліквідації.

Існуючий на сьогодні підхід до випробувань НПР зводиться до випробування їх під тиском до настання граничного стану – розриву [1, 2]. У роботі [3] авторами запропоновано новий спосіб випробування НПР, який полягає у тому, що зразок рукава заповнюють водою до випробувального тиску, обидва краї зразка напірного пожежного рукава жорстко закріплюють циліндричними затискачами, до його геометричного центра прикладають сталу силу, визначають кут закручування, та по відхиленню його значення від еталонного судять про стан рукава та наявність дефектів.

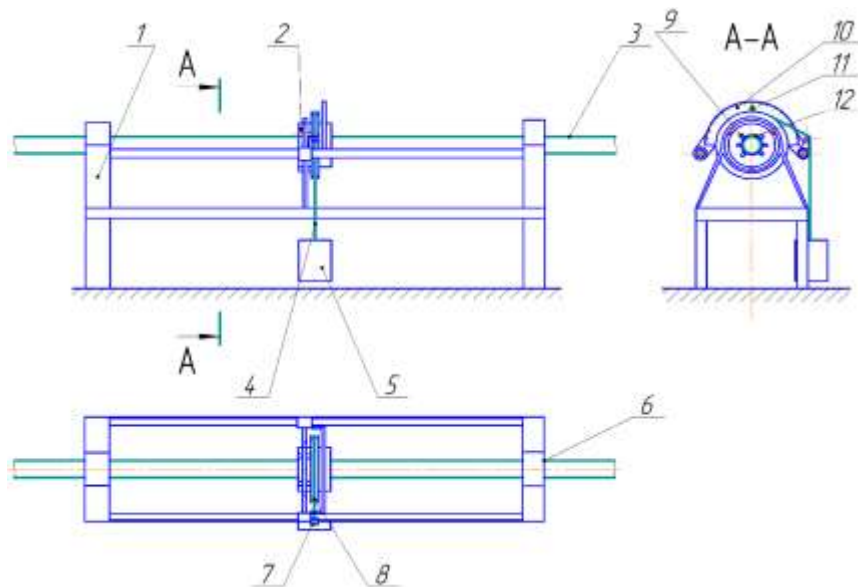
Метою роботи є опис експериментальної установки.

Для опису експериментальної установки в лабораторії кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України було змонтовано дослідну установку, схема якої наведена на рис. 1.

Довжина зразку експериментальної установки 1 м. Зразок напірного пожежного рукава довжиною  $L \geq 1$  м заповнюють водою до рами установки 1 приєднані два циліндричні затискачі 6 з гумовими накладками, які утримують правий та лівий краї досліджуваної частини напірного пожежного рукава 3 від прокручування. Головний активний корпус 2, що знаходиться в центральній частині установки, призначений для



навантаження і, відповідно, повороту середини досліджуваної частини напірного пожежного рукава фіксованим крутним моментом за допомогою затискача 12 з гумовими накладками, який закріплено на головному активному корпусі та затискує рухому центральну частину НПР за допомогою фіксаторів 9. Навантаження крутним моментом відбувається за допомогою вантажу 5, троса 4 та напрямної 8. Кут закручування фіксується стрілкою-показчиком 11 на відповідній шкалі вимірювача деформації 10. До рами установки 1 прикріплено одну опору кочення 7 для троса, яка виконана у вигляді ролика, вісь якого перпендикулярна напрямку троса. Підшипники попереджують прогин досліджуваної центральної частини НПР.



*Рис. 1. Схема експериментальної установки для визначення кута закручування пожежних напірних рукавів*

На рис. 2 наведено фотографії експериментальної установки з установленим фрагментом напірного пожежного рукава.



*Рис. 2. Фотографії проведення досліджень кута закручування НПР*

У роботі наведено опис експериментальної установки для випробування напірних пожежних рукавів та визначення стану та наявності дефекту. Після проведення випробувань на установці можливо отримати рівняння, що може бути використано при розробці методики випробування напірних пожежних рукавів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пожежна техніка. Рукава пожежні напірні. Загальні технічні умови. ДСТУ 3810–98. [Чинний від 2005-05-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 1998. — XII, 38 с. — (Національний стандарт України).

2. Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 01.04.2013 року № 107 «Методичні рекомендації з експлуатації та ремонту пожежних рукавів» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dsns.gov.ua/files/2013/4/3/rekomendation.pdf>

3. Пат. 108407 Україна, МПК (2016.01) F15B 19/00. Спосіб випробування пожежних напірних рукавів / Ларін О.М., Виноградов С.А., Назаренко С.Ю., Чернобай Г.О., Васильєв С.В., Ларін О.О., Калиновський А.Я.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № у 2016 01226, заяв. 12.02.2016; опубл. 11.07.2016, бюл. № 13.

## УДК 614.841.42

*Білошицький М. В., к.х.н., с.н.с., доцент, ІДУЦЗ, Жартовський С. В., к.т.н., Копильний М. І., Корнієнко О.В., Ліхньовський Р.В., к.х.н., УкрНДІЦЗ*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИХ СМУГ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕЧОВИН З ВОГНЕЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

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

Згідно статистичних даних Центра пожежної статистики Міжнародної асоціації пожежно-рятувальних служб (СТІФ) [1], які аналізують стан з пожежами у більш ніж 90 країнах світу, щороку приблизно 16,8 % всіх пожеж у світі виникає у природних екосистемах [1].

В Україні у 2016 році зареєстровано 13185 випадків пожеж в природних екосистемах [2].

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

Світовий досвід боротьби з пожежами у природних екосистемах вказує на застосування вогнеборцями загороджувальних смуг, межі нанесення яких локалізують розповсюдження вогню. Останні можуть створюватися розпиленням водних розчинів хімічних речовин з вогнезахисними властивостями. В Україні наразі такий спосіб локалізації пожеж практично не застосовується. Стосовно ж розчинів антипіренів то слід зазначити, що в період існування СРСР вони вироблялися Державною установою «НІОХІМ» (м. Харків). Найбільше застосування у той період знайшли засоби ОС-5, ОС-5У, ОС-А1 [3]. Переважно вони застосовувалися під час гасіння лісових пожеж, водні розчини яких наносилися на лісову підстилку, утворюючи вогнезахисну загороджувальну смугу, яка перешкоджала поширенню полум'я.

Ширина загороджувальних смуг залежить від виду та інтенсивності пожежі. Так, наприклад, під час гасіння низових пожеж слабкої інтенсивності (швидкість поширення

полум'я менше 1 м/хв) загороджувальні смуги прокладаються шириною від 0,3 м до 0,5 м. При гасінні низових пожеж середньої інтенсивності (швидкість поширення полум'я 1-3 м/хв) - шириною до 1,4 м, а при пожежах сильної інтенсивності (швидкість поширення полум'я більше 3 м/хв) – до 9 м. Кінцівки загороджувальних смуг повинні впитатися у природні або штучні протипожежні бар'єри.

В УкрНДЦЗ проведені натурні порівняльні випробування ефективності використання загороджувальних смуг, створених на основі засобу, який розроблений його фахівцями, засобу ОС-5 і засобу на основі бішофіту. Дослідження проводилися із залученням спеціалістів дослідно-випробувальної лабораторії АРЗ СП ГУ ДСНС України у Херсонській області на дослідних ділянках лісогосподарств Херсонського лісництва та Боярської лісової дослідної станції Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Дослідження полягали у створенні із хімічних речовин, за однакової витрати, загороджувальних смуг різної ширини – 0,5 м, 1 м та 1,5 м та пуску контрольованого вогню в сторону створених смуг на дослідних площинах розмірами 43×10 м у різних природних екосистемах. Підпал наземного горючого матеріалу здійснюється через 4 години після нанесення засобів.

Загороджувальна смуга вважається ефективною, якщо максимальна глибина входження полум'я в загороджувальну смугу не буде перевищувати 1/2 від її ширини.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що засіб, розроблений фахівцями інституту, у порівнянні з засобом ОС-5 і засобом на основі бішофіту має значно кращі властивості щодо обмеження розповсюдження низової пожежі.

Ширина загороджувальної смуги, здатної ефективно протистояти поширенню крайки низових пожеж слабкої та середньої інтенсивності, створеної цим засобом становить - 0,5 м (глибина прогорання смуги становить 10-15 см), а засобом ОС-5 – 1 м (глибина прогорання смуги становить 30-45 см).

Розроблена перша редакція проекту Рекомендацій щодо застосування речовин з вогнезахисними властивостями для створення загороджувальних смуг під час локалізації низових пожеж в природних екосистемах, яка розіслана на відгук.

## ЛІТЕРАТУРА

1. World Fire Statistics. STIF Report (Світова пожежна статистика. Звіт Міжнародної Асоціації Пожежно-рятувальних служб), 2015. – 63 р.
2. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік./ Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Український науково-дослідний інститут цивільного захисту. – Київ, 2017. – у друці.
3. Н.Д. Гуцев, 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.

*Білошицький М. В., к.х.н., с.н.с, доцент, ІДУЦЗ, Кравченко Н. В., Ніжник В. В., к.т.н.,  
Скоробагатько Т. М., Семичаєвський С. В., Тесленко О. М., УкрНДІЦЗ*

**ВИСВІТЛЕННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 У  
ПОСІБНИКУ ПО ПРАКТИЧНОМУ ЗАСТОСУВАННЮ ДСТУ Б В.1.1-36:2016  
ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ  
УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ**

На даний час розроблено Посібник з практичного застосування ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (далі – Посібник).

Основою для встановлення нормативних вимог до конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їх вибухопожежобезпеки є визначення категорій приміщень, будинків виробничого і складського призначення та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [1,2,4,6].

Документ [1] встановлює методичні підходи з визначення категорій приміщень, будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого і складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою.

У вказаному документі містяться певні відмінності від попереднього документа [8], які потребували роз'яснень і уточнень.

Беручи до уваги важливість питання правильного визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою за методичними підходами, викладеними в [1], розроблено проект Посібника по практичному застосуванню ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

У Посібнику розглянуті розрахункові методи визначення категорій приміщень і будинків виробничого і складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою, в яких обертаються горючі гази, легкозаймисті і горючі рідини, горючий пил і тверді горючі матеріали і речовини, на конкретних прикладах.

Зокрема наведено приклади розрахунків категорії приміщень, в яких у технологічному процесі обертається горючий пил у великій кількості, шляхом врахування маси пилу, що бере участь у вибуху, розрахованому за стехіометричною концентрацією його у повітрі.

Крім того, наведено приклади розрахунку категорії приміщення з постійно працюючої загальнообмінною та аварійною вентиляціями у разі обертання у приміщенні горючих газів або легкозаймистих і горючих рідин за умови виконання певних вимог [1] щодо забезпечення резервними вентиляторами, автоматичним пуском у разі перевищення гранично допустимої вибухобезпечної концентрації речовин у повітрі та електропостачанням за I категорією надійності [3,5].

У Посібнику представлено приклади розрахунку пожежної навантаги у приміщеннях з важкогорючими речовинами і матеріалами у разі, якщо вони знаходяться разом з горючими речовинами і матеріалами. За вимогами [1] приміщення, в яких знаходяться виключно важкогорючі речовини слід відносити до категорії Д.

Наведено також розрахунки категорій приміщень для випадків, коли у технологічному процесі обертаються горючі рідини, що нагріті вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини.

Для визначення маси парів,  $m_{\text{нагр.}}$ , кг, при випаровуванні рідини, що нагріта вище розрахункової температури, але не вище температури кипіння рідини за відсутності довідникових даних визначалась розрахунком питомої теплоти випаровування.

У Посібнику також наведено приклади розрахунків приміщень за пожежною безпекою.

Для віднесення приміщення до категорій В або Д на прикладах показано використання критеріїв:

$$Q \geq 0,64 \cdot \varepsilon \cdot H^2$$

де  $\varepsilon$  - питома пожежна навантага, МДж  $\cdot$  м<sup>-2</sup>; H – мінімальна відстань від пожежної навантаги (окрім кабельних ліній) до нижнього пояса незахищених металевих ферм або перекриття (покриття).

$$\varepsilon = \frac{Q}{F_{\text{ПН}}}$$

де Q – пожежна навантага, МДж;  $F_{\text{ПН}}$  - площа розміщення складових пожежної навантаги, м<sup>2</sup> (при розташуванні складових пожежної навантаги на площі меншій ніж 10 м<sup>2</sup>, для розрахунків приймається площа 10 м<sup>2</sup>).

Для визначення коефіцієнта  $\varepsilon$ , який в подальшому використовується для визначення інтенсивності випаровування і маси парів горючих рідин, які потрапили у приміщення, у Посібнику використано розрахунок швидкості повітряного потоку.

Слід додати, що у Посібнику наведено розрахункові формули, рекомендації щодо підготовки вихідних даних для розрахунків та необхідні довідкові матеріали.

Даний Посібник призначений для надання практичної допомоги співробітникам проектних організацій, викладачам ВНЗ, а також інженерно-технічному персоналу, який займається розробкою заходів із забезпечення вибухопожежної і пожежної безпеки будинків, споруд та зовнішніх установок у процесі їх проектування, будівництва і експлуатації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 *Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою*;
2. ГОСТ 12.1.044-89 (СТ СЭВ 4831-84, СТ СЭВ 6219-88, МС ИСО 4589, СТ СЭВ 6527-88) *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения*;
3. *Правила улаштування електроустановок*. вид. 3-є, перероб. і доп.; введ. 2009-01-01. - К.: Мінпаливенерго України, 2010. - 736 с.;
4. ДБН В.1.1-7-2002 *Захист від пожеж. Пожежна безпека об'єктів будівництва*;
5. НПАОП 40.1-1.32-01 *Правила будови електроустановок. Електро-обладнання спеціальних установок*;

*Саєнко Н. В., к. т. н., доцент, доцент кафедри загальної хімії,  
Демідов Д. В., аспірант кафедри загальної хімії  
М'яких М. О., студентка механіко-технологічного факультету,  
Харківський національний університет будівництва та архітектури*

## **ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОРОВМІСНИХ АНТИПІРЕНІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНИХ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ**

На сьогоднішній день, з точки зору екологічності, найбільш поширені водно-дисперсійні лакофарбові матеріали (ВД-ЛФМ), виробництво і застосування яких не пов'язане з використанням токсичних і пожежонебезпечних органічних речовин. Застосування ВД-ЛФМ дозволяє знизити вимоги до охорони праці, пожежо- та вибухонебезпечність фарбувальних робіт. Такі матеріали вирішують завдання не тільки декоративного оздоблення будівель і споруд, а й захищають будівлі від дії вологи, сонячного світла, механічних або хімічних пошкоджень [1].

Основні принципи побудови рецептур водно-дисперсійних вогнезахисних фарб аналогічні рецептурами лакофарбових матеріалів: плівкоутворювачі, наповнювачі, пігменти (якщо необхідно), реологічні інгредієнти, сикативи (отверджувачі). Головна відмінність – наявність антипірену, що відповідає за процес утворення пінококсу.

У даній роботі представлені результати первинної оцінки вогнезахисних властивостей лакофарбових покриттів на основі водно-дисперсійного акрилового сополімеру марки Акронал 290 D, наповненого фосфоровмісним антипіреном ПФА і порожнистими зольними алюмосилікатними мікросферами.

Зольні алюмосилікатні мікросфери характеризуються відносно високою міцністю на всебічне стиснення, хорошими теплоізоляційними властивостями являються на теперішній час найперспективнішими техногенними наповнювачами для теплоізоляційних полімерних матеріалів [2].

Фосфоровмісні антипірени це свого роду каталізатори реакцій відщеплення замісників в макромолекулярному ланцюгу, циклізації та інших реакцій полімерів. Хімічні перетворення полімерів при цьому спрямовані на збільшення виходу нелеткого коксового залишку та зменшення горючих продуктів піролізу; утворенням поверхневого склоподібного або в'язко розплавленого шару поліметафосфорної кислоти. Цей шар служить фізичним бар'єром для перенесення тепла від полум'я до полімеру і дифузії реагентів, та також впливає на гетерогенне окислення карбонізованого продукту піролізу полімерів. У присутності фосфорних сполук полегшуються піролітичні реакції дегідрування, дегідратації, дегідрогалогенування органічних речовин. Подібні реакції сприяють утворенню вуглецевого каркаса. [3, 4].

Оцінку вогнезахисних властивостей отриманих покриттів були проведені на установці типу «вогнева труба», такий метод широко використовується в дослідницьких цілях. Вогнезахисна ефективність при сертифікаційних випробуваннях оцінюється за методом «керамічної труби». Такий метод дозволяє визначити групу вогнезахисної ефективності: для I групи втрата маси після спалювання повинна складати не більше 9%, для II - від 9 до 25%, якщо втрата маси зразка більше 25%, то покриття вважається горючим.

Метод «вогневої труби» дозволяє розділити матеріали на категорії важкогорючих (втрата маси після спалювання становить до 20 мас.%) і горючих (більше 20 мас.%). Додатково було визначено коефіцієнт спучування лакофарбового

покриття по ГОСТ Р 12.3.047. На пластини попередньо наносили розроблені склади товщиною не більше 1 мм, поміщали в муфельну піч і витримували протягом 5 хв при температурі  $(600 \pm 5) ^\circ \text{C}$  [5].

В результаті проведених досліджень групи горючості акрилової дисперсії, наповненою різним вмістом наповнювачів, встановлено, що при вмісті ПФА 25-30 мас.ч. і мікросфер (15-20 мас.ч.) втрата маси складає в межах 7,3-9,8 мас.%, що дозволяє такі покриття віднести до групи важкогорючих матеріалів. При збільшенні вмісту мікросфер і зниження вмісту антипірену розроблені покриття відносяться до групи важкогорючих матеріалів.

Вимірювання коефіцієнта спучування дозволило встановити, що при введення в лакофарбові склади основного агента спінювання при тепловій дії ПФА дозволяє збільшити цей коефіцієнт в 16-18 разів.

Первинна оцінка вогнезахисних властивостей показало, що розроблені лакофарбові склади на основі водно-дисперсійного акрилового сополімеру, наповненого, поліфосфатом амонію і порожнистими зольними алюмосилікатними мікросферами відносяться до важкогорючих матеріалів. Для більш поглибленого аналізу вогнезахисних властивостей та стійкості до агресивних факторів середовища в процесі експлуатації необхідно проведення додаткових досліджень з застосуванням більш точних методів оцінки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Казакова Е.Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е.Е. Казакова, О.Н. Скороходова.– М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – 136 с.
2. Вахитова Л.Н., Завертатный А.А. Жидкокерамические теплоизоляционные покрытия – новое слово в энергосбережении // F+ S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2010. – №. 3 (45). – С. 64-66.
3. Саенко Н.В., Демидов Д.В. Первичная оценка огнезащитных свойств водно-дисперсионных акриловых покрытий теплоизоляционного назначения. Науковий вісник будівництва. Том. 86, № 4 – Харків: ХНУСА, ХОТВ АБУ, 2016. – С. 154-157.
4. Яковлева Р.А. Влияние антипиренов на показатели пожарной опасности эпоксиполимерных материалов / Р.А. Яковлева, Е.Ю. Спирина-Смилка, Ю.В. Попов, Н.В. Саенко // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. трудов. –2011. – Вып. 29. – С. 175-181.
5. Березовський А.І. Визначення міцносних характеристик теплоізолюючого спученого шару вогневібростійких покриттів для протипожежного захисту металевих виробів / Березовський А.І., І.Г. Маладика І.Г., Саенко Н.В., Попов Ю.В. // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій». АПБ ім. Героїв Чорнобиля, Черкаси 07-08 грудня. 2012 р.– С. 172-177.

Смельяненко С. О., к. т. н., Щербина О. М., к. фарм. н., доцент  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

## ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ В СИСТЕМІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ

В Україні на теперішній час існує велика кількість документів, які регламентують питання захисту населення, але не містять методик, пов'язаних з ризиками. В Україні до пожежного ризику в останні роки починає виявлятися увага на державному рівні. Розрізняють індивідуальний, соціальний та потенційний пожежні ризики [1].

Також розрізняють прийнятний (допустимий) ризик – соціально, економічно, технічно і політично обґрунтований ризик, який не перевищує гранично допустимого рівня [2].

Термін «ризик» часто використовується разом з такими словами, як ймовірність та випадковість, що вказує на непевність події. Для прийняття інженерних рішень обов'язковим є розгляд можливих небезпек з метою визначення технічних ризиків. Очікувані наслідки ризику пов'язані з певною діяльністю. Розглядають потенційні ризики, що пов'язані з даною подією. Для цього визначають ймовірність того, що подія відбудеться, і її можливі наслідки. Зазвичай таку інтерпретацію ризику використовують у страховій галузі. Ризики визначають в різноманітних одиницях: грошові одиниці, людські жертви, майнові, токсичні речовини і т.п.

На наш погляд заслуговує уваги російська Методика визначення розрахункових величин пожежного ризику в будівлях та спорудах різних класів функціональної пожежної безпеки [3] спочатку застосовувалася для розрахунку пожежного ризику в житлових будинках, але згодом була відмінена для цих об'єктів з незрозумілих причин, оскільки поведінка пожежі та безпека залежить не стільки від призначення об'єкта, а від його конструктивних та інших пожежонебезпечних особливостей.

Недоліком методики є те, що вона досить складна та не враховує всі архітектурно-технічні особливості будинків та їх просторове розташування, без яких неможливо належно оцінити пожежні ризики. Тому застосування цієї методики потребує удосконалення щодо визначення часу евакуації з врахуванням часу слідування пожежно-рятувальних підрозділів та часу настання граничних концентрацій небезпечних факторів пожеж.

Обчислення пожежних ризиків проводиться окремо для кожної групи житлових будинків, виділених з урахуванням архітектурних особливостей, років будівництва та поверховості [4].

Отримані значення пожежних ризиків за групами житлових будинків оцінюються за шкалою [4]: незначний ризик:  $\leq 10^{-6}$ ; прийнятний ризик:  $10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-5}$ ; високий ризик:  $5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}$ ; неприйнятний ризик:  $\geq 5 \cdot 10^{-4}$ .

Алгоритм виконання розрахунків ризику загинути на пожежі зображено на рис. Значення ризику загибелі залежить від ймовірностей ефективної роботи технічних рішень протипожежного захисту  $P_{п.з.}$ , спрямованих на забезпечення безпечної евакуації людей під час пожежі, часу блокування сходової клітини (евакуаційних шляхів)  $t_{бл.}$  та часу слідування оперативно-рятувальних підрозділів до місця виклику.

Аналіз алгоритму: проведення аналізу умов наявності систем дозволяє сформулювати та оцінити індивідуальний ризик загинути на пожежі  $Q_B$ .



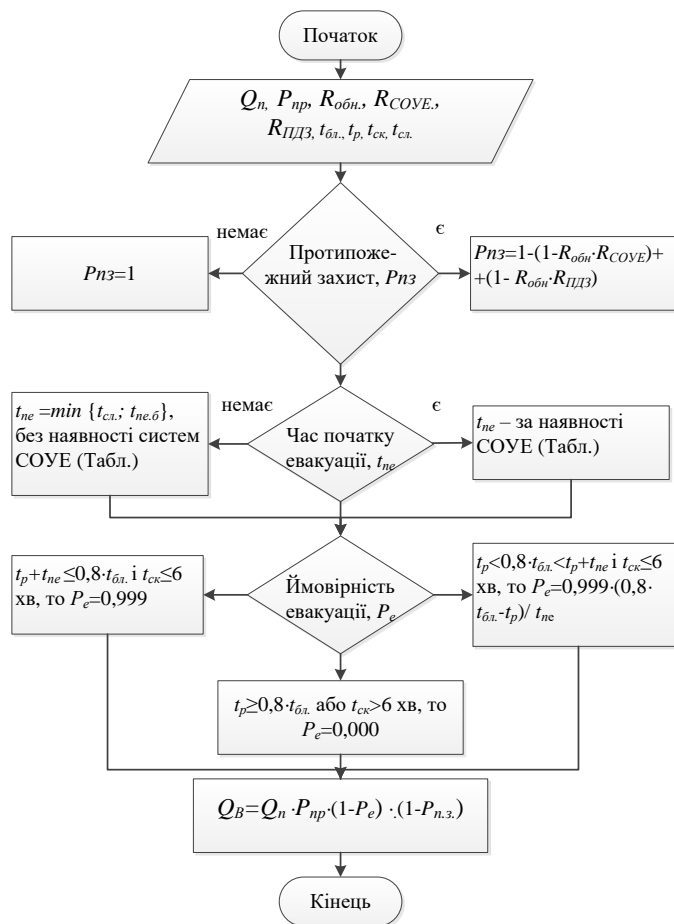


Рис. Алгоритм визначення ризику загинути на пожежі

Запропонований алгоритм дає змогу на об'єкті комплексно оцінити ризик загинути на пожежі, що дозволить підвищити ефективність заходів спрямованих на безпеку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році. – К. : МНС Укр., Мін. Екології та природних ресурсів Укр., Нац. Академія наук Укр. – 2010. – 252 с.
2. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/education\\_kurns.html](http://www.mns.gov.ua/content/education_kurns.html)
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : утв. 30.06.2009 приказом МЧС России № 382 : зарег. в Минюсте РФ 06.08.2009, рег. № 14486 : введ. 30.06.2009. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
4. Ємельяненко С. О. Оцінка пожежного ризику з електротехнічних причин у житлових будинках / С. О. Ємельяненко, А. Д. Кузик, Ю. І. Рудик // Пожежна безпека : Зб. наук. пр. – Львів : ЛДУ БЖД, 2012. – № 20. – С. 105-110.

## **АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТАКТИКИ ДІЙ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ**

Пожежі у будівлях підвищеної поверховості (10 і більше поверхів) належать до категорії найскладніших. Вже через 5 хвилин після початку пожежі вогонь через сходові клітини поширюється на усі поверхи вище за місце пожежі. Через 20 хвилин після початку пожежі вогонь може почати поширення на наступні поверхи через вікна, вентиляційні канали і т. п. Пожежникам доводиться працювати на висоті, що пов'язано з величезним ризиком. Ускладнюється подача вогнегасячих засобів і техніка працює на межі своїх можливостей.

Розглянувши різні тактики дій пожежно-рятувальних підрозділів при гасінні пожежі у будівлях підвищеної поверховості деяких держав, слід зауважити, що технологія їх гасіння має свої особливості, які дозволяють зробити наступні висновки:

- технологія гасіння пожеж для кожної з держав історично склалася на підставі економічних, технічних і соціально-побутових умов;
- досконалість технології гасіння безпосередньо залежать від економічного забезпечення діяльності самої протипожежної служби і, зокрема, від рівня участі в цьому держави, страхових компаній і організацій;
- вдосконалення і вироблення нових технологій і способів гасіння, а також уся зростаюча відмінність оперативних тактичних характеристик об'єктів пожеж, стимулюють вдосконалення техніки, розробку нових і вдосконалення існуючих вогнегасячих речовин.

*Особливості тактики дій пожежно-рятувальних підрозділів при гасінні пожежі у будівлях підвищеної поверховості в Німеччині.* Дії з локалізації і гасіння пожежі засновані, головним чином, на розбиранні і розкритті, а також максимально можливому наближенні позицій ствольщиків до місць горіння і на забезпеченні максимальних витрат вогнегасячих речовин. Причому, ці дії проводяться незалежно від стадії розвитку пожежі і ділянки, т. е. незалежно від моменту, визначального, що ще може бути збережене і що вже приведене небезпечними чинниками пожежі в повну непридатність. Цей принцип призводить до необхідності боротьби, в першу чергу, з продуктами горіння, для чого оперативній службі потрібно найбільш досконали засоби індивідуального і колективного захисту органів дихання і тіла. А на пожежах - проведення цілого комплексу заходів по захисту учасників гасіння від диму.

*Особливості тактики дій пожежно-рятувальних підрозділів при гасінні пожежі у будівлях підвищеної поверховості в США.* Особливості тактики дій обумовлені своєрідністю життєвого устрою в американських містах. Гасіння пожеж, в основному, це подання великої кількості потужних струменів вогнегасячих речовин, з великих відстаней - з сусідніх будівель, підйомної пожежної техніки. Будівля, що називається, проливається наскрізь каскадами води. Саме з американської пожежної охорони прийшли до нас потужні стволи - монітори, продуктивністю від 80 л/с і більше. Така тактика диктується рядом обставин :

- по-перше, загроза катастрофічних наслідків пожеж із-за вузькості вулиць відносно висоти будівель і пожежні служби справедливо побоюються вести роботи усередині будівель;

- по-друге, типові для США багатопверхові каркасні будівлі із заліза в якості несучого каркасу, зв'язком якого служить те ж залізо, з відповідним

вогнезахисним облицюванням, а також останніми роками все ширше застосовуються залізобетон і інші вогнетривкі матеріали, але ці рішення не виключають ні вигорання будівель повністю, ні швидке їх руйнування.

Європейські пожежники при гасінні прагнуть розгалузити з магістральних в робочі рукавні лінії від насоса, американці ж навпаки, сполучають декілька робітників в магістраль на потужні лафетні стволи ("водяні гармати") і монітори. Спеціальний вид робіт - боротьба з димом, як правило, не ведеться. Спеціальний одяг пожежників пристосований в основному для захисту від води (макінтоші, капюшони, гумове взуття, каски з полями-парасольками, клапани і герметичні блискавки замість гудзиків і т. д.), що проливається. Пожежні рукави - великих діаметрів, особливої міцності. На озброєнні - надзвичайно потужні і продуктивні насоси, монітори, що встановлюються на рухливих лафетах або водяних вежах, підйомниках.

*Особливості тактики дій пожежно-рятувальних підрозділів при гасінні пожежі у будівлях підвищеної поверховості у Великобританії.* Цей метод - щось середнє між німецьким і американським. Його особливість в тому, що розтин і розбирання робляться набагато далі від місця видимого, відкритого горіння, т. е. ретельно готуються умови для ліквідації горіння. У основу покладений принцип, що боротися з відкритим горінням набагато легше, ніж з димом і, тим більше, з вогнем в обстановці щільного задимлення.

Останніми роками на озброєння підрозділів ДСНС України поступають нові зразки пожежної техніки і устаткування, які так само впливають на тактику ведення дій пожежно-рятувальних підрозділів. До таких можна віднести установки пінного пожежогасіння, автомобілі першої допомоги різних модифікацій, імпульсні і маловитратні системи, автомобілі з насосами високого тиску, ранцеві системи пожежогасіння, вентилятори підпору і видалення повітря і т. д.

При використанні стволів, працюючих від насосу високого тиску, їх довжина обмежена довжиною робочої лінії, що впливає на висоту подачі такого ствола. Збільшення довжини таких шлангів на котушці, на жаль, не може вирішити проблеми, оскільки його маса на багато перевищує масу порожнього напірного рукава, окрім цього броньований шланг не має сполучних голівок і при подачі його на висоті (особливо в умовах низьких температур) неможлива його фіксація рукавними затримками. Використання сухотрубів для рукавів, наявних у будівлях, для цих стволів не можливо з цілого ряду причин. Тому актуальним завданням для гасіння пожеж у будівлях підвищеної поверховості являється зменшення ваги пожежних рукавів і застосування полегшених пожежних рукавів. Одним з непрямих способів для ефективного гасіння пожежі і порятунку потерпілих є застосування керованої вентиляції.

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СВІТОВОГО ДОСВІДУ**

Аналіз пожеж у висотних будинках різних міст світу свідчить, що успішна ліквідація пожежі і порятунок людей на великих висотах можливі тільки тоді, коли будівлі відповідають протипожежним вимогам будівельних норм по конструктивним, планувально-архітектурним рішенням, обладнані справними системами протипожежного захисту і коли при гасінні пожежі та евакуації людей є можливість застосування сучасної пожежної техніки, включаючи гелікоптери.

Висотні житлові будинки є об'єктами з підвищеним рівнем пожежонебезпеки (приміщення для сну, наявність дітей та людей похилого віку). На відміну від висотних громадських будинків, квартири в висотних житлових будинках неможливо обладнати системами протипожежного захисту, такими як автоматичні установки водяного спринклерного пожежогасіння, автоматичними системами пожежної сигналізації із застосуванням димових пожежних сповіщувачів, що формують адресований сигнал, системами оповіщення та управління евакуацією людей при пожежі тощо. Витрати на обслуговування таких складних систем протипожежного захисту та на утримання у кожному висотному житловому будинку підготовленого відповідним чином чергового та інженерно-технічного персоналу, якій має здійснювати контроль за збереженням протипожежного устаткування, протипожежним режимом у кожному приміщенні, цілодобово обслуговувати та утримувати в працездатному стані інженерні системи протипожежного захисту неможливо. В аварійних ситуаціях, в тому числі при пожежі, обслуговуючий персонал житлового будинку не може забезпечити доступ аварійних служб у будь-яку квартиру.

Необхідність удосконалення будівельних норм, зокрема ДБН В.2.2-24:2009 «Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків», підтверджується у тому числі і питаннями із забезпечення протипожежного захисту експериментального комплексу з шести 34-поверхових житлових будинків із монолітного залізобетону в 2-му мікрорайоні житлового масиву «Троєщина» у Деснянському районі м. Києва, які виникли при їх проектуванні та під час будівництва. Так, невирішеними проблемами є збереження стійкості несучих та огорожувальних конструкцій на протязі нормованого проміжку часу з одночасним урахуванням навантажень, що діють на такі конструкції та зумовлені висотою об'єкта. Ситуація ускладнюється тим, що у зв'язку з зупинкою фінансування робіт, будівельні конструкції піддаються фізичному старінню. Крім цього інженерне наповнення об'єкта є нетиповим для прийнятих в Україні класичних схем проектування. Існуючі методики розрахунків параметрів систем протидимного захисту, водяного спринклерного пожежогасіння, протипожежного водопроводу та інших інженерних систем, що забезпечують безпеку об'єкта, не враховують специфіку рідин та газів при дії вітрових навантажень, зниженого атмосферного тиску тощо на висотах близько 100 м. Обладнання та устаткування, що застосовується при будівництві повинно відповідати підвищеним вимогам щодо збереження його працездатності. На сьогоднішній день це експериментальне будівництво не завершено, а отже, практичний досвід поведінки елементів об'єкта узагальнити та проаналізувати неможливо.

Якщо порівнювати нормативну базу України та будівельні стандарти країн Євросоюзу, то вбачаються певні відмінності до підходів щодо реалізації в проектах

архітектурних, конструктивних та інженерно-технічних заходів протипожежного захисту висотних житлових будинків. Основні відмінності від вітчизняних норм такі:

- процес проектування та будівництва: 2 роки концепція, 4 роки проектування та 2 роки будівництво;
- у Німеччині житлове висотне будівництво дозволено лише до 40 м;
- вогнестійкість визначається тільки натурними вогневими випробуваннями усіх будівельних конструкцій без виключення;
- димовидалення з приміщень виконується через вікна, що автоматично відкриваються у випадку пожежі;
- електромережі живлення та управління системами безпеки передбачені вогнестійкими кабелями та шлейфами;
- будівлі поділяються по категоріям (1 категорія – висота від 23 м; 2 категорія – висота від 30 м; 3 категорія – висота від 60 м; 4 категорія – висота від 200 м).

Для кожної категорії будівлі передбачаються додаткові протипожежні заходи:

1 категорія (висота від 23 м) – два евакуаційних виходи, несучі елементи конструкції F 90 (клас вогнестійкості 1,5 години), ізоляційна відстань до місця проникнення вогню: 1 м по вертикалі та 1,5 м по горизонталі, настінні пожежні гідранти;

2 категорія (висота від 30 м) – ліфт для пожежної команди, установка пожежної сигналізації, при особливому використанні, спринклерні установки;

3 категорія (висота від 60 м) – дві сходових клітки, спринклерні установки, несучі елементи конструкції F 120 (клас вогнестійкості 2 години);

4 категорія (висота від 200 м) – наявність окремої пожежної команди будівлі, додаткові сходові клітки, додаткові ліфти для пожежних команд.

Також значно відрізняються протипожежні вимоги щодо планування шляхів евакуації, оснащення будівлі системами автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння, протидимного захисту, оповіщення людей при пожежі, телеспостереження з виводами на диспетчерські пульти, оснащення пожежних команд спеціальною пожежною технікою, тощо.

Необхідно відмітити, що такі протипожежні заходи з'явилися в нормах західних країн після численних, трагічних за своїми наслідками пожеж, а отже ми не маємо права повторити помилки, що допускалися при будівництві висотних житлових будівель у світовій практиці.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15:2005. - [Чинний від 01.01.2006]. - К.: Держбуд України, 2006 – 45 с. – (Державні будівельні норми).
2. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. ДБН В.2.2-24:2009. - [Чинний від 01.07.2010]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 155 с. – (Державні будівельні норми).
3. О сближении законодательных, нормативных и административных положений государств-членов ЕС относительно строительных материалов\*\*. Директива № 89/106/ЕЭС Совета ЕС [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994\\_b03](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_b03).
4. Перелік Єврокодів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eurocodes.org.ua/>.

*Журбинський Д. А., к. т. н., доцент кафедри організації заходів цивільного захисту,  
Тарасенко А. В., старший викладач кафедри організації заходів цивільного захисту,*

## **ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ, ЯК ПРІОРИТЕТНЕ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ ТА СУСПІЛЬСТВА**

Безпека – одна з найбільших цінностей людини й суспільства. Проте саме внаслідок значних проблем міжнародної, регіональної, державної, техногенної безпеки та порушення безпеки праці мільйони людей гинуть, страждають від травм та професійних хвороб.

Формування знань, умінь і навичок в області безпеки життєдіяльності здійснюється в основному через навчання (цілеспрямований процес взаємодії особи, що навчає і того, якого навчають, а також через самоосвіту, засоби масової інформації, суспільно-трудова діяльність і т.п.).

Основними організаційними принципами навчання в області безпеки життєдіяльності є загальність, безперервність і комплексність навчання. Принцип загальності припускає навчання всіх категорій населення, незалежно від їхнього віку, національності, роду діяльності й інших факторів. Безперервність навчання пов'язана з поетапним формуванням знань, умінь і навичок у тих, яких навчають, протягом всього життя починаючи з дитячого віку. Комплексність навчання полягає, з однієї сторони, у навчанні захисту від усього спектра можливих небезпек сучасного світу, з іншого боку - в обліку завдань, покладених на різні групи тих, яких навчають, в області безпеки життєдіяльності.

Враховуючи той факт, що відповідні знання, уміння та навички є необхідною умовою безпечної поведінки людини, цим питанням повинна приділятися значна увага в освітній сфері.

Зокрема, це стосувалося вивчення дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист», що були регламентовані для викладання у вищих навчальних закладах, відповідно вимог щодо підготовки фахівців з питань безпеки, згідно [1].

В той же час іншим нормативним актом кабінету міністрів України [2] було скасовано зазначений вище документ.

Прийняття цих нормативних актів суперечить окремим положенням Стратегії національної безпеки України, затвердженої [3], де одним із шляхів створення ефективного сектору безпеки і оборони є «розвиток системи військово-патріотичного виховання, запровадження програм військової підготовки і цивільного захисту в загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладах».

Формування світогляду безпечно існування - це багатогранний і складний процес, і в цьому контексті культура безпеки життєдіяльності виступає як «стан громадської організації людини, що забезпечує певний рівень його безпеки в процесі життєдіяльності». Увага до цього процесу необхідно забезпечити на всіх рівнях соціуму: від державного до особистого. Зокрема це може бути досягнуто повернення до вивчення дисциплін «Безпека життєдіяльності», «Цивільний захист» у вищих навчальних закладах нашої держави.

Вивчення зазначених дисциплін у вищих навчальних закладах дозволить студентам:

- ознайомитися з особливостями здорового способу життя й раціонального поведіння, актуальними для юнацтва;
- вивчити правила й освоїти навички надання першої медичної допомоги;

- зрозуміти взаємозв'язок і особливості забезпечення національної і глобальної безпеки при постіндустріальному розвитку цивілізації;
- ознайомитися із завданнями й структурами державних організацій в області захисту населення від надзвичайних ситуацій;
- зрозуміти особисту зацікавленість, необхідність особистої участі кожного громадянина в забезпеченні безпеки життєдіяльності суспільства й національної безпеки;
- вивчити правові аспекти військового обов'язку й організацію підготовки громадян до військової служби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Міністерства освіти і науки, Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 21.10.2010 р. № 969/922/216 «Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності, цивільного захисту у вищих навчальних закладах».

2. Розпорядження кабінету міністрів України від 30 травня 2014 р. № 590-р. «Про скасування наказу Міністерства освіти і науки, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Державного комітету з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 21 жовтня 2010 р. № 969/922/216».

3. Указ Президента України від 26 травня 2015 року № 287/2015 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року «Про Стратегію національної безпеки України».

## УДК 614.841

*Осяев В. А., к. т. н., доцент кафедри пожарной безопасности,  
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси*

### **РАСЧЕТ СРЕДНЕОБЪЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ В КОРИДОРАХ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА**

При проектировании противопожарной защиты зданий и сооружений требуется обеспечить безопасную эвакуацию людей до наступления критических значений опасных факторов пожара (ОФП) [1]. Оценка времени наступления ОФП может быть проведена на основе интегральной, зонной и полевой моделей пожара [2,3].

Наиболее простой и востребованной на практике является интегральная модель, позволяющая определить средние значения параметров состояния среды в помещениях для любого момента времени. Однако проведение расчетов даже для этажа здания коридорной планировки (система горящее помещение – коридор) на основе интегральной модели трудоемко, так как предполагает решение системы дифференциальных уравнений.

Для снижения трудоемкости данных расчетов предложена разработка более простой методики для этажа здания коридорной планировки, основой которой являются не дифференциальные, а алгебраические уравнения. На первоначальном этапе мы остановились только на одном ОФП, а именно повышенной температуре газовой среды в помещениях.

В качестве основы для алгебраических уравнений взята система дифференциальных уравнений материального баланса и баланса энергии интегральной модели пожара для горящего помещения и коридора [4]. В результате ее решения, пренебрегая поступлением холодного воздуха из коридора в горящее помещение на начальной стадии пожара, нами получены формулы для плотности и температуры газовой среды в помещениях.

Дальнейшая их корректировка на основе данных натурных и лабораторных экспериментальных исследований [5,6] позволила получить алгебраические уравнения динамики среднеобъемной температуры в горящем помещении ( $t_1, ^\circ\text{C}$ ) и коридоре ( $t_2, ^\circ\text{C}$ ) и перепада давления в проеме ( $\Delta P, \text{Па}$ ) от следующих параметров: мощность очага пожара, объем помещений и геометрические размеры проема между ними:

$$t_1 = \alpha \cdot \frac{q \cdot \eta \cdot (1 - \varphi)}{V_1} \cdot \left( \frac{S_{\text{пр}} \cdot \mu}{V_1} \right)^{-0,5} + t_0, \quad (1)$$

$$\Delta P = \beta \cdot \exp \left( -\gamma \frac{B \cdot (y_{\text{в}} - y^*) \cdot \mu}{V_1} \right) \cdot \frac{q \cdot \eta \cdot (1 - \varphi)}{V_1}, \quad (2)$$

$$G_1 = \mu \cdot B \cdot (y_{\text{в}} - y^*) \cdot (2 \cdot \varepsilon \cdot \Delta P / (\omega + t_1))^{0,5}, \quad (3)$$

$$t_2 = \alpha \cdot \frac{G_1 \cdot \tilde{N}_p \cdot (t_1 - t_0)}{V_2} \cdot \left( \frac{B \cdot (y^* - y_{\text{н}}) \cdot \mu}{V_2} \right)^{-0,5} + t_0, \quad (4)$$

где  $\alpha = 6,5$  – коэффициент,  $\text{К} \cdot \text{м}^{2,5} \cdot \text{с} / \text{кДж}$ ;  $q$  – мощность очага пожара, кВт;  $\eta$  – коэффициент полноты сгорания пожарной нагрузки;  $\varphi$  – коэффициент теплопотерь;  $V_1$  – объем горящего помещения,  $\text{м}^3$ ;  $S_{\text{пр}}$  – площадь дверного проема,  $\text{м}^2$ ;  $\mu$  – коэффициент расхода проема;  $t_0$  – начальная температура газовой среды в горящем или смежном помещениях,  $^\circ\text{C}$ ;  $\beta = 0,234$  – коэффициент,  $\text{с} \cdot 10^{-3}$ ;  $\gamma = 12$  – коэффициент, м;  $B$  – ширина проема, м;  $y_{\text{в}}$  – верхняя граница проема, м;  $y^*$  – высота плоскости равных давлений в проеме, м;  $\varepsilon = 353$  – коэффициент,  $\text{кг} \cdot \text{К} / \text{м}$ ;  $\omega = 273$  – коэффициент пересчета температуры из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина,  $^\circ\text{C}$ ;  $C_p$  – удельная изобарная теплоемкость,  $\text{кДж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ ;  $V_2$  – объем смежного помещения,  $\text{м}^3$ ;  $y_{\text{н}}$  – нижняя граница проема, м.

Проведенное компьютерное моделирование по полевой модели пожара с использованием специализированного программного комплекса Fire Dynamics Simulator [7] позволило определить область применения предложенных нами уравнений (1) – (4).

На основе расчетов FDS получено, что предложенные алгебраические уравнения с достаточной для инженерных расчетов точностью позволяют рассчитать динамику среднеобъемной температуры газовой среды на начальной стадии пожара при длине коридора не более 60 м, а также стать основой для полноценной инженерной методики определения времени наступления ОФП в зданиях коридорной планировки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность: ТР 2009/013/ВУ. – Введ. 01.08.2010. – Минск: Совет Министров Республики Беларусь: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012. – 44 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004–91. – Введ. 01.07.92. – М: Комитет стандартизации и



метрологии СССР: Министерство внутренних дел СССР, Министерство химической промышленности СССР, 1996. – 83 с.

3. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении / Ю.А. Кошмаров. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.

4. Кузьмицкий, В.А. Опасные факторы пожара на начальной стадии в смежном помещении в рамках интегральной модели / В.А. Кузьмицкий, И.И. Полевода, В.А. Осяев // Вестник КИИ МЧС Республики Беларусь. – 2011. – № 1 (13). – С. 105–109.

5. Осяев, В.А. Характеристики газообмена через проем между двумя помещениями на начальной стадии пожара / В.А.Осяев // Вестник КИИ МЧС Республики Беларусь – 2013. – №2(18) – С. 105–109.

6. Осяев, В.А. Методика оценки времени наступления критической температуры в горящем и смежном помещении для начальной стадии пожара / В.А. Осяев, В.А. Кудряшов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2015. – № 1 (37). – С. 96–103.

7. Осяев, В.А. Расчеты динамики пожара на начальной стадии для двух смежных помещений с помощью программного комплекса FDS: сопоставление с экспериментальными данными / В.А. Осяев, В.А. Кузьмицкий, В.А. Кудряшов // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2015. – № 1 (37). – С. 87–95.

#### УДК 614.84

*Гасанов Х. Ш, ад'юнкт,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

### **ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ, ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

На основе анализа более 50000 пожаров [1], часть которых представлена в табл. 1, получены значения математического ожидания и дисперсии для трех случайных величин.

Табл.1. – Статистические данные

Время возникновения пожара	Время сообщения о пожаре	Время прибытия на пожар	Время локализации пожара	Время ликвидации пожара
1:20	1:30	1:34	1:39	1:45
4:21	4:29	4:36	4:38	4:41
9:30	10:19	10:35	10:37	10:38
13:45	13:53	14:16	14:24	14:29
14:30	14:43	14:50	15:07	15:20
20:40	20:59	21:04	21:06	21:06
16:15	16:31	16:45	16:53	16:57
13:15	13:18	13:26	13:33	13:38
20:00	20:27	20:35	20:47	20:53
23:00	1:11	1:18	1:25	1:29
10:55	11:13	11:28	11:31	11:33

14:30	15:06	15:27	15:30	15:32
18:10	18:28	18:32	18:33	18:35
5:45	6:03	6:31	6:20	6:27
9:50	10:46	11:21	11:03	11:05
5:00	5:15	5:21	5:22	5:23
20:15	20:19	20:24	20:21	20:22
1:30	1:37	1:41	1:43	1:44
12:00	13:26	13:32	13:37	13:50
8:10	9:33	9:52	9:58	10:00
12:40	13:06	13:22	13:26	13:30
17:10	17:20	17:28	17:35	17:37
21:05	21:17	21:33	21:36	21:40
21:45	21:54	21:58	22:11	22:20
8:35	8:48	8:50	8:59	9:01
18:08	18:14	18:17	18:18	18:19
11:30	11:49	11:53	11:58	11:59

На рис. 1. представлена зависимость времени от возникновения пожара до локализации от времени до момента прибытия. Установлено, что случайная величина времени до момента прибытия, локализации и ликвидации может быть описана распределением Рэлея.

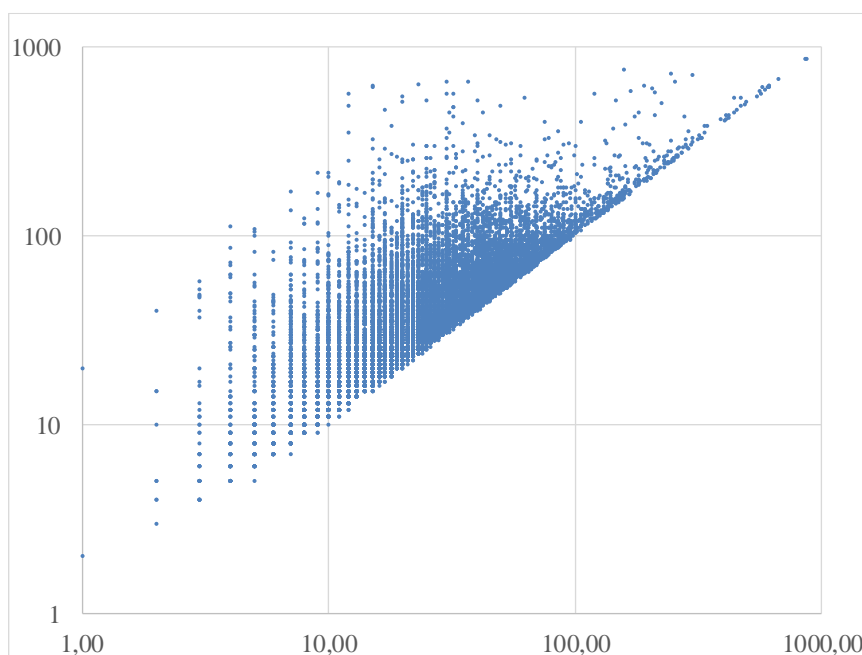


Рис. 1. – Зависимость времени от возникновения пожара до локализации от времени до момента прибытия

Кроме того установлено, что  $\sigma_i$  изменяется пропорционально  $\mu_i$  (рис. 2). Это позволяет сделать вывод, что случайная величина времени выполнения той или иной операции во время ликвидации ЧС имеет свой характер изменения, который подчиняется следующей зависимости

$$\sigma_i = 0,914\mu_i + 8,747, \quad \mu_i \in [28,13; 75,9] \quad (1)$$

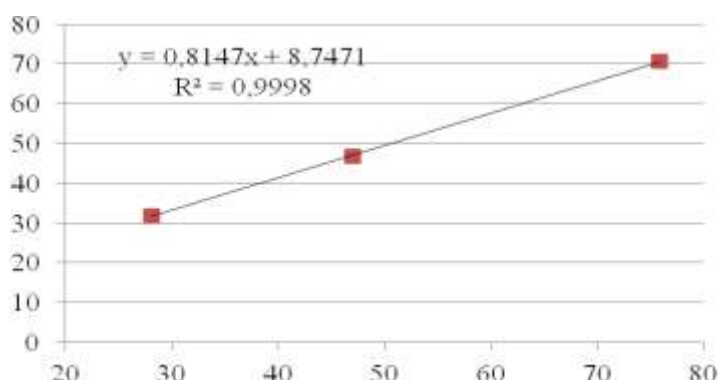


Рис. 2. – Зависимость среднеквадратического отклонения от математического ожидания

### ЛИТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2014.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2014.html).

УДК 614.842

*Луценко Ю. В., к.т.н., доцент, Яровой Е. А., Кулык Э. Р.,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

### ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ПОЛУЧАЕМЫХ ГАЗОВ

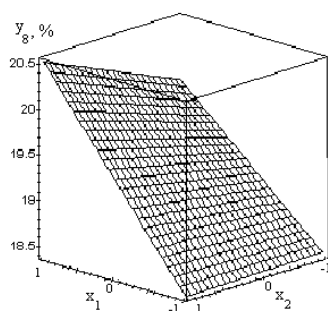
В настоящее время большое внимание во всем мире уделяется получению заменителей традиционных энергоносителей: нефти и природного газа. Разрабатываются новые технологии, при внедрении которых одной из наиболее важных проблем будет обеспечение пожаровзрывобезопасности при получении, хранении, транспортировании и использовании синтетических горючих газов.

В результате проведенных ранее исследований [1,2,3] установлено влияние ряда отдельных факторов на воспламеняемость горючих газов, однако вопрос их комплексного влияния на область воспламенения многокомпонентных газовых смесей со значительным содержанием негорючих компонентов остается недостаточно изученным.

Задачей проводимых исследований было определение влияния расхода воздуха ( $x_1$ ), расхода пара ( $x_2$ ) и температуры в реакционной зоне ( $x_3$ ) на нижний концентрационный предел распространения пламени.

Влияние всей совокупности технологических факторов процесса подземной газификации угля на нижние КПП пламени получаемого газа можно наглядно увидеть при построении функции ( $y$ ) с фиксированными параметрами (в нашем случае на нулевом уровне). На рис. 1 изображена зависимость нижних КПП пламени

$$y = f(x_1; x_2) \Big|_{x_3 = 0}$$



**Рис. 1. Зависимость нижних КПР пламени от расхода воздуха ( $x_1$ ) и расхода пара ( $x_2$ ), подаваемых на дутье при газификации.**

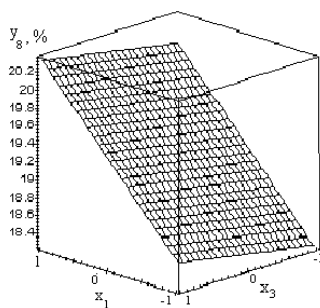
Максимальное значение нижнего КПР пламени достигается при  $x_1 = 1$  и  $x_2 = 1$ . Минимум нижнего КПР пламени достигается в диапазоне  $x_2 \in (-1 \div 1)$  и при  $x_1 = -1$ .

Зависимость  $y = f(x_1; x_3)_{x_2 = 0}$  представлена на рис. 2.

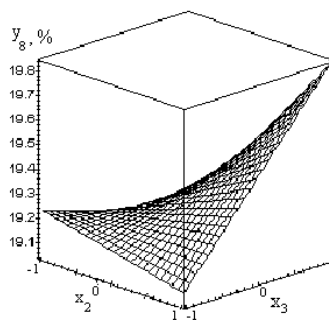
Максимальное значение нижнего КПР пламени достигается в точке с координатами  $x_1 = 1$ ,  $x_3 = 1$ . Зависимость нижних КПР пламени от  $x_1$  и  $x_3$  носит линейный характер. При уменьшении расхода воздуха и температуры в реакционной зоне нижний КПР пламени снижается.

Если рассматривать  $y = f(x_2; x_3)_{x_1 = 0}$  (рис. 3), то можно сделать вывод,

что при увеличении  $x_2$  и  $x_3$  нижний КПР пламени  $y$  возрастает. При этом зависимость носит явно нелинейный характер. Максимальное значение  $y_8$  достигается при  $x_2 = x_3 = 1$ . Минимальное в точках при  $x_2 = 1, x_3 = -1$  и  $x_2 = -1, x_3 = 1$ .



**Рис. 2. Зависимость нижних КПР пламени от расхода воздуха ( $x_1$ ) подаваемого на дутье при газификации и температуры в реакционной зоне ( $x_3$ ).**



**Рис. 3. Зависимость нижних КПР пламени от расхода пара ( $x_2$ ) подаваемого на дутье при газификации и температуры в реакционной зоне ( $x_3$ ).**

Из общего анализа зависимостей нижних КПР пламени (рис. 1 – 3) можно сделать вывод, что влияние факторов не одинаково. Наиболее сильно влияет  $x_1$ . Влияние  $x_2$  и  $x_3$  проявляется в меньшей мере.

Для получения горючего газа с максимальным нижним КПР пламени используем полученную нами функцию отклика  $y$  от варьируемых факторов. Таким образом, речь идет о нахождении максимального значения  $y$  в интервале  $-1 \leq x_i \leq 1$ . Для

решения данной задачи используем метод прямого перебора и пакет прикладных программ «Microsoft Excel». В результате получено, что максимальное значение нижнего КПП пламени находится на краю интервала в точке  $x_{i \max} = \{1; 1; -1\}$ . Таким образом, максимальные значения нижнего КПП предела достигаются при максимальном расходе воздуха и пара на дутье при газификации, минимальных значениях температуры в реакционной зоне.

В результате проведенных исследований установлено, что нижний КПП пламени достигает максимального значения при расходе воздуха на дутье при подземной газификации – 6500 м<sup>3</sup>/т твердого топлива; расходе пара на дутье при подземной газификации – 910 кг/т твердого топлива; температуре в реакционной зоне – 860 °С. При этом нижний КПП пламени для получаемого газа равен  $\varphi_n = 24,2 \%$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Луценко Ю.В. Влияние основных технологических факторов подземной газификации углей на воспламеняемость получаемых газов/ Ю.В.Луценко, Е.А.Яровой // Проблемы пожарной безопасности. – 2009. – №26. – С.113-117.
2. Луценко Ю.В. Влияние основных технологических факторов подземной газификации углей на верхний концентрационный предел распространения пламени/ Ю.В.Луценко, Е.А.Яровой // Проблемы пожарной безопасности. – 2010. – №27. – С.136-139
3. Луценко Ю.В., Яровой Е.А. Получение горючих газов методом подземной газификации углей // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. – Харьков: УГЗУ, 2006. – вып. 20 – С. 128-132.
4. Луценко Ю.В., Яровой Е.А. Определение состава и области воспламенения газов, образующихся при подземной газификации угля // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научн. тр. – Харьков: УГЗУ, 2007. – вып. 22 – С. 138-142.

#### УДК 626.17

*Бузук А. В., старший преподаватель, Яблонская А. В., обучающийся,  
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси*

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ И ПЛИТ КРЕПЛЕНИЯ

Водохранилища представляют собой потенциально опасные объекты для человека. Для оценки технического состояния и вероятности возникновения чрезвычайной ситуации проводятся обследования данных водных объектов. Обследование находящихся в эксплуатации продолжительный период ряда водных объектов (от 10-15 до 20-45лет) позволило определить величины объемных деформаций откосов, закрепленных бетонным креплением в виде плит. Кроме того, проводились лабораторные исследования устойчивости откосов, защищенных плитами крепления.

Для полученных в результате систематизации данных натурных исследований и материалов лабораторных экспериментов было определено 3 стадии разрушения берегоукрепления:

- 1-я схема характеризуется разрушением межплитных швов в результате воздействия комбинированных нагрузок (волнение, колебание уровней и т.д.);
- 2-я схема определяется вымывом грунта и подготовки из-под плит крепления;

3-я схема сопровождается разрушением межплитных швов с выносом грунта и материала подготовки из-под плит крепления.

Последняя схема является самой опасной.

На рисунке 1 представлен процесс разрушения и потери устойчивости крепления верхнего откоса под воздействием волнения в лабораторных условиях.



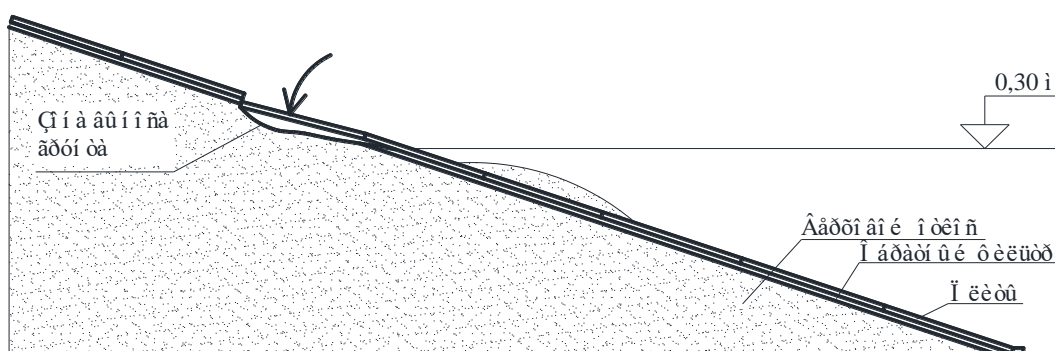
**Рисунок 1. – Разрушение крепления откоса при волновом воздействии  $H=35$  см и  $hв=6$  см**

На основании данных натурных исследований, а также материалов лабораторных опытов были разработаны 3 возможных варианта потери устойчивости плит берегоукрепления при различных сочетаниях высоты волны и глубины в водоеме, которые приведены на рисунке 2.

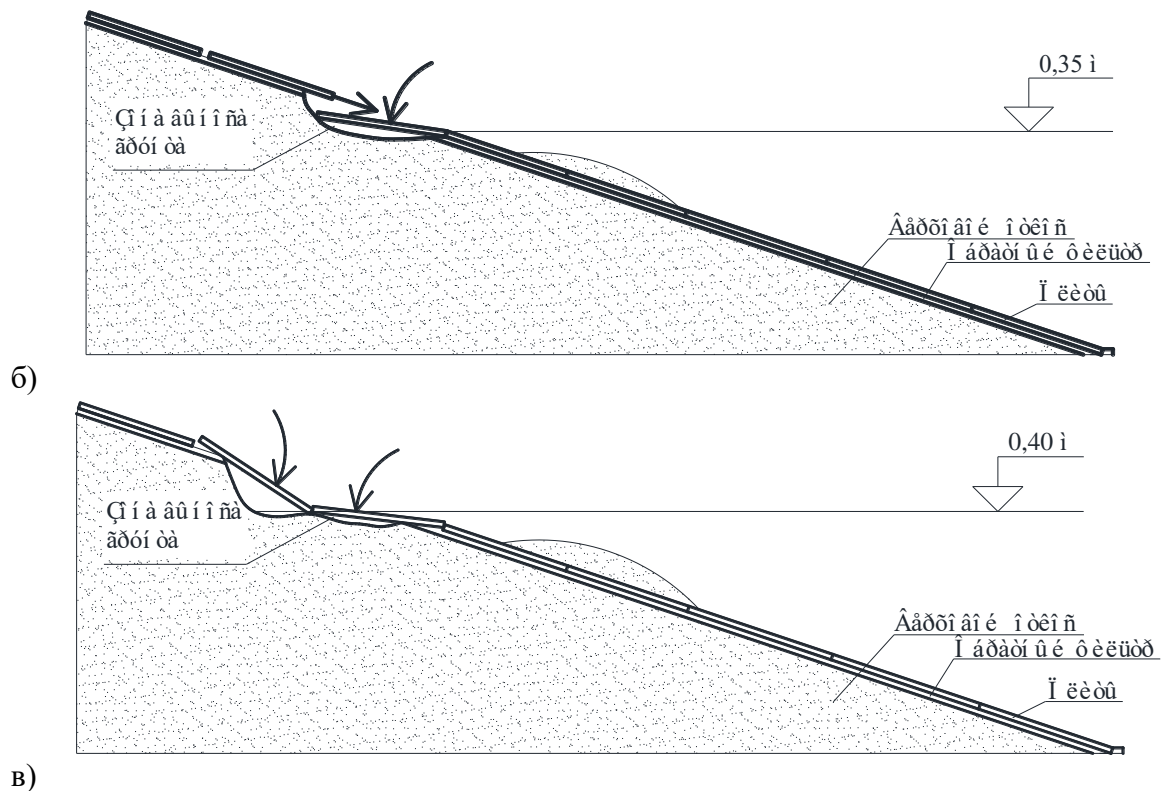
Возможны следующие условия нарушения устойчивости плит, которым соответствует определенные состояния элементов крепления:

- 1) устойчивое состояние – отсутствие повреждений и разрушений;
- 2) нестабильное состояние – просадки берегоукрепления без увеличения сквозности;
- 3) неустойчивое состояние – просадки берегоукрепления с увеличением сквозности.

Неустойчивое состояние (разрушение крепления откоса) характеризуется указанными выше расчетными схемами (рисунок 2)



a)



а – оседание плиты выше уреза воды; б – оседание плиты выше уреза воды и сползание плиты над ней; в – обвал плиты выше уреза воды и плиты над ней  
 Рисунок 2. – Схема потери устойчивости берегоукрепительного сооружения (по данным лабораторных исследований)

Таким образом, натурные и лабораторные исследования позволили систематизировать схемы разрушения и разработать три возможных варианта нарушения устойчивости плит крепления и потери устойчивости откосов.

#### УДК 614.84

*Березовський А. І., к. т. н., доцент, Тараненко І. С.,  
 Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ВОГНЕВІБРОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Для зниження рівня вібрації в різних галузях техніки і народного господарства широке застосування знаходять різні полімери та полімерні композиційні матеріали, що володіють специфічними динаміко-механічними властивостями [1]. Проте, істотним недоліком даних матеріалів є відношення цих матеріалів до горючих. Під час літературно-патентних досліджень встановлено, що одним із найбільш перспективних шляхів вирішення даної проблеми, є використання модифікованих епоксиполімерів.

Зниження пожежної небезпеки епоксиполімерних матеріалів є завданням щодо визначення комплексу характеристик створюваного матеріалу. При цьому, до комплексу характеристик повинен входити параметр поглинання навантажень від вібрації розроблюваних покриттів.

Враховуючи вищевикладене, було розроблено вогнезахисне покриття на основі епоксиретанових олігомерів з підвищеними вібропоглинальними властивостями. Зважаючи на практичну спрямованість роботи використовувались компоненти, що виробляються промисловістю України. Скорочена назва вогневіброзахасного покриття на основі епоксиретанових олігомерів - ВВП.

Однією з характеристик, що істотно впливає на вогнезахисну ефективність складу для металевих конструкцій є коефіцієнт спучування ( $K_C$ ) – теплозахисна характеристика. Випробування на коефіцієнт спучування проводили за методикою, описаною в [2]. Результати випробувань коефіцієнта спучування від вмісту ПФА представлені на рис. 1.

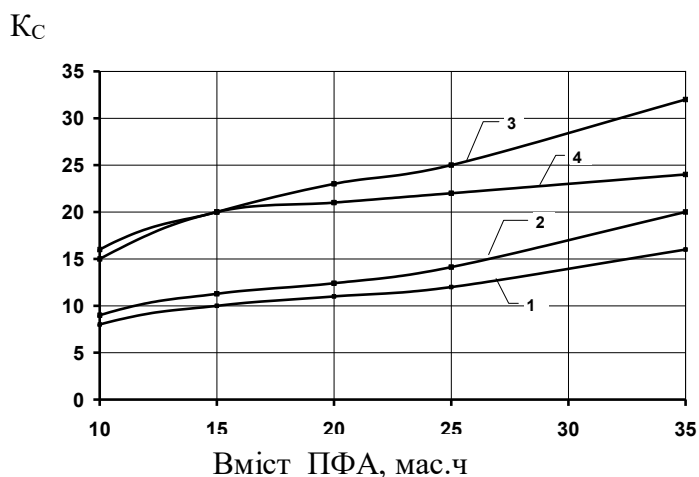


Рис. 1. Зміна коефіцієнту спучування епоксиретанових композицій в залежності від вмісту ПФА: Л-803: ЕД-20 = 90:10 мас.ч (1), 80:20 мас.ч (2), 70:30 мас.ч (3), Л-803: Т-111 = 80:20 мас.ч (4)

Вогнезахисна ефективність складу, яка визначає показник вогнестійкості конструкції, що захищається, залежить від об'єму і щільності спученого шару, а також його стійкості до вигорання і механічного руйнування.

Важливою обставиною, що впливає на всі стадії горіння полімерів, є утворення коксу при впливі полум'я на полімер. Утворення коксу призводить до зниження виходу горючих продуктів в газову фазу, зменшення потоку горючих газів до полум'я.

Таки чином, одним із способів зниження горючості полімерних матеріалів є вплив на напрям деструкції полімеру в бік збільшення кількості коксу. Введення в полімерну основу фосфоровмісних антипіренів (ПФА) призводить до збільшення кокосового шару, так як в процесі піролізу фосфоровмісні з'єднання перетворюються в фосфорні кислоти та їх ангідриди, які каталізують дегідратацію і дегідрування, а також сприяють процесу карбонізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Смотровая С.А. Анализ вибропоглощающих свойств полимерных материалов с целью возможного их применения в конструкциях демпферов и динамически подобных моделей // Пласт.массы.-2002.-№ 3.-С.39-45.

2. Яковлева Р.А. Влияние коинтеркалированных соединений графита на показатели огнезащитных свойств вспучивающихся огнезащитных композиций / Р.А. Яковлева, Е.Ю. Спирина, Ю.В. Попов [и др.] // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, – 2010. – Вип. 59. – С. 259-263.

**УДК 614.841.345.6**



## ПРОГНОЗОВАНИЙ СТРОК ПРИДАТНОСТІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Визначення прогнозованого строку придатності вогнезахисного покриття є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої дасть можливість з більшою точністю підходити до питань оцінювання вогнестійкості сталевих будівельних конструкцій з вибраними покриттями після їх довготривалого використання.

Дослідженнями прогнозованого строку придатності вогнезахисних покриттів (покривів) займалися і займається велика кількість вчених [1-7] як в нашій країні так, і за її межами, проте в їхніх працях не в достатній мірі знайшли відображення питання щодо визначення вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій за результатами кліматичних випробувань цих покриттів за відомою методикою [8]. Тому, вирішення цього завдання дозволить з більшою точністю підходити до питань оцінювання вогнестійкості сталевих конструкцій захищених вогнезахисними покриттями, при їх довготривалій експлуатації як в опалювальних, так і неопалювальних приміщеннях. А це, в свою чергу, позитивним чином вплине на основні показники пожежної статистики.

Проте, існує далеко не вичерпний *перелік проблем*, що мають місце при визначенні вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій після їх кліматичних випробувань:

- неможливість врахувати при кліматичних випробуваннях повний комплекс кліматичних і виробничих факторів, що впливають на вогнезахисні покриття сталевих конструкцій, а також інтенсивність їх впливу;

- неясність у поєднанні результатів експериментального визначення вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій, отриманих на зразках зменшених розмірів, з реальними сталевими конструкціями внаслідок великої різниці розмірів зразків, що випробовуються;

- неясність у визначенні мінімальної кількості кліматичних випробувань та сталевих зразків для достовірного оцінювання вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій після впливу на них кліматичних факторів;

- відсутність на законодавчому рівні нормативного документу, що регламентує визначення прогнозованого (очікуваного) строку придатності вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій в умовах експлуатації, що враховує всі особливості процесів втрати ними вогнезахисної ефективності.

Таким чином, в даний момент існує гостра необхідність розробки методичного забезпечення, що дозволяє оцінити вогнезахисну здатність покриттів після або в процесі проведення прискорених кліматичних випробувань в порівнянні з контрольними зразками. Подібне методичне забезпечення повинно бути застосовано не тільки для тонкошарових вогнезахисних покриттів, а й для інших видів покриттів, наприклад, штукатурних, рулонних, плитних. Поряд з цим, методики повинні передбачати проведення випробувань як в умовах експлуатації у відкритій атмосфері, так і всередині будівель і споруд, а також враховувати, що вогнезахисні речовини наносяться на будівельні конструкції і інженерні комунікації, виконані з різних матеріалів.

Для досягнення поставленої в роботі мети і вирішення перерахованих особливостей необхідно вирішити такі *завдання*:

- провести аналіз статистичних даних про пожежі та їх наслідки в будівлях і спорудах, зведених з використанням металевих конструкцій, які довгий час піддавались впливові кліматичних факторів та виявити параметри, які найбільше впливають на вогнестійкість цих споруд, зокрема сталевих конструкцій;
- дослідити особливості та область застосування вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій в різних кліматичних умовах їх експлуатації;
- провести кліматичні випробування та експериментальні дослідження з визначення вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій в умовах теплового впливу стандартного температурного режиму пожежі;
- виявити розбіжність у значеннях межі вогнестійкості сталевих конструкцій, які піддавались і не піддавались впливові кліматичних факторів;
- провести теоретичні розрахунки з визначення характеристики вогнезахисної здатності вогнезахисних покриттів сталевих конструкцій за критичними температурами сталі до та після проведення кліматичних випробувань;
- на підставі отриманих експериментальних та теоретичних досліджень розробити рекомендації щодо застосування методики оцінювання вогнезахисної здатності покриттів сталевих конструкцій після їх кліматичних випробувань.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Жартовський С.В. Шляхи створення та використання просочувальних вогнебіозахисних засобів ДСА-1, ДСА-2 для деревини і фанери / С.В. Жартовський // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2010. – № 5. – С. 36-55.
2. Добростан О.В. Визначення строку придатності вогнезахисних засобів / О.В. Добростан, В.В. Коваленко, Г.А. Грінь // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2013. – №1 (27). – С.9-14.
3. Проведення дослідження з виявлення факторів впливу на ефективність вогнезахисту деревини та виробів з неї: Звіт про НДР (держбюджет) / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту; кер. Скоробагатько Т.М.: викон. Добростан О.В. (та ін.). – Київ, 2013. – 329 с. – № ДР 0111U006271.
4. Нуянзін В.М. Проблеми визначення довговічності вогнезахисних покриттів металевих конструкцій в Україні // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. Черкаси: АПБ. – Випуск 16. – 2014. – 77-82 с.
5. Вахитова Л.Н. Строк службы огнезащитных покрытий вспучивающегося типа F+S / Л.Н. Вахитова, М.П. Лапушкин, К.В. Калафат // Технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2011. – № 2 (50) – С.58-61.
6. Баженов С.В. Определение срока службы огнезащитных покрытий по результатам натуральных и ускоренных климатических испытаний / С.В. Баженов, Ю.В. Наумов // Пожарная безопасность. – 2005. – №6. – С.59-67.
7. Баженов С.В. Прогнозирование срока службы огнезащитных покрытий. Проблемы и пути решения / С.В. Баженов // Пожарная безопасность. – 2005. – №5. – С. 97-102.
8. Методика УкрНДІЦЗ № 181-2015 з визначення прогнозованого (очікуваного) строку придатності вогнезахисного покриття (просочення) для дерев'яних та металевих конструкцій (погоджена ДСНС України, лист № 26-9049/261 від 11.07.2014).

*Костенко Т. В., к. т. н., Майборода А. О., к. пед. н., Костирка О. В., к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАХИСНОГО РЕСУРСУ ПРОТИТЕПЛОВИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РЯТУВАЛЬНИКІВ**

Принцип дії сучасних засобів захисту рятувальників від тепла базується на кількох напрямках захисту: віддзеркалювання теплових променів відбиваючими поверхнями, забезпечення спецодягу ізолюючими від тепла прокладками, розміщення холодоагентів в підкостюмному просторі тощо.

Створення відбиваючих покриттів, наприклад нанесення алюмінієвої плівки, забезпечує перенаправлення потоку інфрачервоних променів від рятувальника в зовнішню середу, знизивши їх негативну дію. На жаль, при великому тепловому навантаженні ефективність такого методу недостатня. Крім того, ресурси відбиваючих покриттів невеликі, дві-п'ять пожеж і вони руйнуються, а повторне фарбування не забезпечує якісного відбиття променів.

Використання в конструкції одягу прокладок з матеріалу, який має низький коефіцієнт теплопередачі, дозволяє утримувати протягом кількох десятків секунд відносно низьку температуру внутрішньої поверхні одягу при розігріві зовнішньої. Недоліком даного способу є загроза термодеструкції нагрітої до високої температури оболонки спецодягу, після чого він перестає виконувати захисні функції [1]. Термостійкість волокон, з яких виготовляють спеціальний одяг рятувальників, характеризує незворотні зміни їх властивостей від дії високих температур і визначається після охолодження волокна до нормальної температури. Для більшості волокон гранична температура термостійкості не перевищує 200°C [2]. В умовах пожежі тканина піддається інтенсивному світловому та хімічному впливу, що також сприяє погіршенню її фізико-механічних властивостей.

Цикли епізодичного екстремального теплового навантаження-розвантаження зовнішньої оболонки захисного костюму під час кількох пожеж призводять до накопичення деформацій, термодеструкції і поступової втрати протитеплових властивостей костюму. Це визначає скорочення строку експлуатації амуніції та збільшує ризики теплових травм особового складу. Для подолання цього недоліку пропонується перейти до зовнішнього охолодження костюму при шланговій схемі проточного подавання води [3] (рис.1а). На відміну від відомих технічних рішень по зовнішньому охолодженню рятувальників, запропоновано створювати над і на поверхні оболонки костюму водяний екран, який забезпечує ефективне поглинання теплової енергії та винос її назовні. Температура оболонки не перевищує температуру холодоагенту, який не прогривається більше 100°C. Можливим є створення пінного захисного шару на поверхні оболонки (рис.1б).

Позбутися проблем, пов'язаних з термодеструкцією тканини зовнішньої оболонки, можливо шляхом застосування способу її зрошення водою або утворення пінного бар'єру. Використання запропонованих рішень дозволить значно збільшити захисний ресурс протитеплових засобів і знизити ризик виходу їх з ладу під час ведення аварійних робіт.

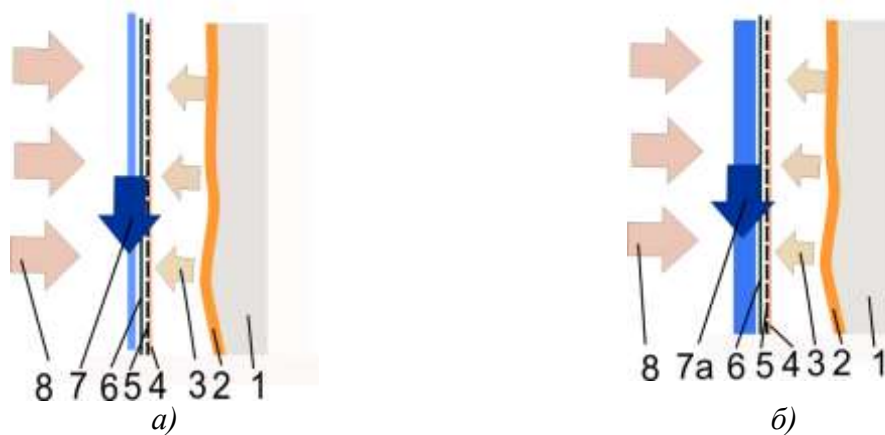


Рис.1 - Схема теплових потоків в протитепловому одязі, що має зовнішнє проточне охолодження струменями: *а* – водяними; *б* – пінними: 1 – тіло; 2 – виделення поту на шкірі; 3 – потік тепла від тіла; 4 – конденсат на тканині; 5 – вологопрониклива тканина; 6 – непрониклива оболонка; 7, 7а – відповідно водяний та пінний поверхневі струмені охолодження; 8 – зовнішній тепловий потік від пожежі

### ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко В.К. Обґрунтування вибору матеріалів для виготовлення спеціального захисного одягу рятувальників від підвищеного теплового впливу / В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, Т.В. Костенко, Д.А. Журбінський // Вісті Донецького гірничого інституту. – Покровськ: ДонНТУ, 2016. - №2 (39), с.87-97.
2. Баженов В.И./Материаловедение трикотажно-швейного производства. М.: Легкая индустрия, 1971. - 304 с.
3. 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.

**УДК 614. 841**

*Магльована Т. В., доцент, к. х. н., доцент, Ножко І. О., ад'юнкт,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ НА ОСНОВІ СОЛЕЙ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДИНУ

Корозія пожежно-технічного обладнання є складним електрохімічним та фізико-хімічним процесом, що відбувається на поверхні металу і залежить від корозійних властивостей води, які не завжди можуть бути усунені, але можуть контролюватися економічно доцільними способами. Корозія пожежно-технічного обладнання скорочує термін його служби, збільшує жорсткість внутрішньої поверхні стінок труб і втрати напору в них, що пов'язане з додатковими витратами на подачу води. Тому актуальним є пошук ефективних інгібіторів корозії, які б володіли високим захисним ефектом, відповідали екологічним, економічним факторам і були доступні в широкому промисловому масштабі.

Останнім часом особливий інтерес представляють органічні речовини, а саме гетероциклічні сполуки, що володіють високою адсорбційною здатністю на поверхні металу, навіть за незначних концентрацій їх в агресивному середовищі. Причому

збільшення атомів Нітрогену в гетероциклі приводить до посилення інгібіторних властивостей, за рахунок збільшення кількості електронодонорних атомів [1]. Особливо цікавими є похідні полігуанідину, які в своєму складі мають три атоми Нітрогену в мономерному ланцюзі. Найбільш дослідженими із похідних полігуанідину є солі хлоридної та ортофосфатної кислот, що відносяться до IV класу токсичності (малонебезпечні речовини) та випускаються в промислових масштабах. В силу полімерної природи, гуанідинові полімери не мають інгаляційної токсичності, мають біоцидну дію по відношенню до багатьох мікроорганізмів. Є речовинами, що нормально біорозкладаються та, будучи катіонними поліелектролітами, ефективно адсорбуються забруднювачами води, що мають найчастіше аніонну природу. Процеси біодеструкції суттєво прискорюються після переміщення у донний шар, про що свідчить зниження на 80 % вмісту гуанідинових сполук вже після першого переміщення через шар «активного мулу». Крім того солі полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) у водному середовищі активно пригнічують небажану мікрофлору і водорості, що є важливим фактором для обладнання яке постійно працює в контакті з водою.

Метою роботи було вивчення інгібуючих властивостей солей ПГМГ з використанням зразків сталі 40Х в модельній воді. Дослідження інгібуючих властивостей ПГМГ проводили гравіметрично та методом поляризаційного опору. Показано, що ефективність захисту сталі 40Х в нейтральних розчинах становить від 79 до 92 % в залежності від концентрації та середньостатичної молекулярної маси досліджуваного полімеру, що на наш погляд, пов'язане з посиленням взаємодії гідрофобної частини поліелектроліту з розчинником.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Образцов В. Б. Ингибирование коррозии стали полиэлектролитами в нейтральной среде / В. Б. Образцов, Е. Д. Рублева, Р. Г. Старов, Н. В. Амируллоева // Вопросы химии и хим. технологии. – 2011. – № 4 (2). – С. 97–100.

**УДК 621.3**

*Мигаленко О. І. к. е. н.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Дивушак Я. М., ГУ ДСНС України у Рівненській області*

#### **ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ НА ВОДІЯ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ**

В Україні щодоби підрозділи пожежно-рятувальних сил виїжджають за сигналами тривоги більше 600 разів, беруть безпосередню участь у гасінні від 150 до 200 пожеж, ліквідації 50 і більше аварій, під час яких гине більше 10 осіб, знищується більше 50 будівель та 7 одиниць техніки. Порівняно з країнами ближнього зарубіжжя, Україна займає одне з провідних місць за кількістю пожеж та негативних наслідків від них. Показник загибелі людей, у розрахунку на 1 млн. населення в Україні, перевищує такий же показник у провідних країнах світу у 2-8 разів[1].

Одним з не безпечних чинників роботи водіїв пожежних автомобілів є продукти, які утворюються під час згорання палива в двигунах пожежної техніки. Відомо, що для зменшення негативного впливу на водія пожежного автомобіля відпрацьованих газів приміщення гаража має бути обладнане газовідводами для видалення назовні відпрацьованих газів від двигунів пожежних автомашин. Газовідводи в гаражі

виконуються за допомогою схованого прокладання, їх стояки для приєднання гнучких шлангів до газовідвідної труби двигуна не мають виступати за габарити автомобілів.

Система газовідведення має бути постійно підключена до системи газовідведення автомобілів і само-розмикатися на початку руху. Безпечна гранично допустима концентрація (далі – ГДК) оксиду вуглецю (СО) у приміщенні гаража не повинна перевищувати 20 мг/м<sup>3</sup>. Під час перевірки роботи двигунів пожежних автомобілів, вакуумної герметичності насоса та працездатності систем всмоктування води короткочасна ГДК не має перевищувати: – при роботі в атмосфері, що містить оксид вуглецю, тривалістю не більше 1 год. - 50 мг/м<sup>3</sup> ; – при тривалості роботи не більше 30 хв - 100 мг/м<sup>3</sup> ; – при тривалості роботи не більше 15 хв - 200 мг/м<sup>3</sup> [2].

Таким чином, на сьогоднішній день захист від негативного впливу відпрацьованих газів на водія пожежного автомобіля передбачено лише в гаражі пожежної частини. Водночас, під час роботи з пожежним насосом водій постійно перебуває біля задньої частини автомобіля. Система викиду відпрацьованих газів на більшості пожежних автомобілів, що знаходяться на озброєнні ДСНС направлена в бік насосного відсіку. Частина газів проходить під пожежною надбудовою і потрапляють в зону перебування водія.

Ситуація, що склалася вимагає подальших досліджень. Важливо визначити концентрації шкідливих речовин у зоні перебування водія пожежного насоса та передбачити додаткові заходи та конструктивні елементи, які зможуть забезпечити мінімальний вплив на водія пожежного автомобіля відпрацьованих газів під час роботи з пожежним насосом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж (rog\_stat) за 12 місяців 2016 року [Електронний ресурс] / УкрНДІЦЗ ДСНС України – 2017. – 37 с. режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD\\_12\\_2016.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/2017/2/2/AD_12_2016.pdf).
2. Коленов О.М. Первинна підготовка рятувальника: навчальний посібник /О.М. Коленов, О.Є. Безуглов, В.М. Іщук. // Х.: НУЦЗУ, 2013. – 455 с.

#### УДК 614.841.45

*Новак С. В., к. т. н., с. н. с., провідний науковий співробітник науково-випробувального центру, Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

*Новак М. С., студент, Національний технічний університет України «КПІ імені Сікорського»,*

*Григор'ян Б. Б., к. т. н., доцент, доцент кафедри будівельних конструкцій, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ВАЛІДАЦІЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Мета пожежно-технічного аналізу [1] полягає у визначенні заходів для досягнення прийняттого розрахункового рівня пожежної безпеки. Частина цієї роботи передбачає використання методів розрахунку для того, щоб прогнозувати перебіг подій, які потенційно можуть мати місце в разі пожежі та оцінювати можливості протипожежного захисту по зниженню впливу несприятливих наслідків пожежі на людей, майно, навколишнє середовище та інші об'єкти. Основними принципами, необхідними для забезпечення надійності цих методів розрахунку, є їх верифікація та

валідація. Необхідно, щоб потенційні користувачі методів розрахунку і особи, відповідальні за прийняття результатів, були впевнені, що методи розрахунку забезпечують досить точні прогнози поведінки і наслідків пожежі для конкретного запланованого застосування. Для забезпечення даної надійності необхідно, щоб обрані методи розрахунку пройшли верифікацію на предмет математичної точності і валідацію на здатність відтворювати реальні процеси. Ретельний процес валідації та верифікації є ключовим елементом забезпечення якості пожежно-технічного аналізу.

Верифікація та валідація методу розрахунку – це процедури, які використовують для визначення точності відповідності методу розрахунку реальним процесам з точки зору можливих цілей його застосування (валідація) і ступеня точності, з якою реалізація методу розрахунку відображає представлене розробником концептуальний опис і рішення (верифікація). Верифікація – це процес визначення правильності розв'язання рівнянь, за умови, що використовуються рівняння вірні. Валідація дозволяє переконатися, що результати відповідають даним, очікуваним в реальності.

Основні положення до верифікації та валідації методів розрахунку наведено у міжнародному стандарті ISO 16730-1 [2]. Відповідно до цього стандарту верифікація являє собою процес визначення того, що реалізація методу розрахунку в точності відповідає його концептуальному опису і рішенню, наданим розробником. Це не передбачає, що розрахункові рівняння є придатними, однак означає, що рівняння реалізуються і розв'язуються правильно. Таким чином, мета процесу верифікації полягає в тому, щоб перевірити правильність програмного коду і оцінити числові похибки, які можуть бути розділені на такі три категорії: округлення, усічення і дискретизація. Похибки округлення виникають внаслідок того, що комп'ютери надають дійсні числа, використовуючи кінцеве число цифр. Похибки усічення виникають при заміні безперервного процесу кінцевим. Наприклад, такі похибки можуть відбуватися, коли нескінченний ряд усікається після кінцевого числа членів, або коли повторна дія припиняється після того, як критерій збіжності був задоволений. Похибки дискретизації виникають, коли безперервний процес, такий як обчислення похідної, апроксимується дискретним аналогом, таким як кінцева різниця.

Процедура валідації необхідна, щоб встановити діапазон застосування методу розрахунку і визначити точність методу розрахунку (ступінь, в якій метод розрахунку відповідає реальності) в прийнятному діапазоні. Слід відмітити, що навіть для найпростіших завдань по оцінці пожеж не існує універсальних аналітичних рішень. Тобто для такого роду завдань не існує точних рішень в аналітичному вигляді. Однак існує можливість виконати два типи перевірки. Перший тип являє собою спосіб, за якого окремі алгоритми зв'язують з експериментальними даними, отриманими за реальних умов. Другий тип складається з простих експериментів, наприклад, щодо теплопровідності та випромінювання, результати в яких асимптотичні. Наприклад, в простому випробуванні з одним приміщенням при відсутності загоряння, температура повинна асимптотично приходити в рівновагу до єдиного значення. Модель повинна бути в змозі відтворити цю поведінку. У стандарті ISO 16730-1 передбачено дві процедури, кожна з яких може супроводжуватися валідацією. Ці процедури називаються "сліпою" і "відкритою" валідацією. При проведенні процедури "сліпої" валідації, сторона, яка проводить валідацію, має дані лише щодо початкових і граничних умов експерименту, необхідних для застосування методу розрахунку, що проходить валідацію. Ці дані можуть включати будь-який параметр (наприклад, швидкість виділення тепла), для якого прогнозує здатність моделі не перевіряється. Сторона, яка проводить валідацію, не має доступу до результатів експериментальних вимірювань вихідних даних методу розрахунку, що проходить валідацію. У "відкритій" процедурі сторона, яка проводить валідацію, має дані щодо початкових і граничних

умов експерименту, а також результати вимірювання вихідних параметрів методу розрахунку, що проходить валідацію. У всіх випадках валідацій мають бути обрані показники, значення яких підлягають порівнянню. Якщо модель пройшла валідацію для загальної швидкості виділення тепла, це не означає, що вона пройшла валідацію для інших параметрів. Першим кроком в процесі валідації для зонних моделей є перевірка швидкості виділення тепла і маси, потім можуть бути зроблені порівняння значень параметрів, пов'язаних з кожним шаром, такі як границя шару, температура і склад. Для моделей обчислювальної гідродинаміки (CFD) повинні бути проведені глобальна і локальна валідації. Повна валідація моделі потребує глобальних даних, таких як загальна втрата маси та виділення тепла (HRR), і локальних даних, таких як швидкість руху повітряної маси, локальний склад газу і локальні значення температур.

За результатами аналізу національної нормативної бази України і положень стандарту ISO 16730-1 [2] стосовно процедур та вимог до верифікації та валідації розрахункових методів впливає необхідність розроблення відповідного національного стандарту, що дозволить підвищити якість проведення пожежно-технічного аналізу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ISO 23932 Fire safety engineering – General principles («Пожежно-технічний аналіз – Загальні принципи»).
2. ISO 16730-1:2015 Fire safety engineering – Procedures and requirements for verification and validation of calculation methods – Part 1: General (Процедури та вимоги до верифікації та валідації розрахункових методів. Частина 1: Загальні положення).

### УДК 614.841.45

*Новак С. В., к. т. н., с. н. с., ведущий научный сотрудник научно-испытательного центра, Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Круковский П. Г., д. т. н., проф., заведующий отделом моделирования процессов теплообмена в объектах энергетики и теплотехнологиях, Институт технической теплофизики*

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для оценки огнестойкости строительных конструкций в последнее время широкое применение находят экспериментально-расчетные методы, которые являются более мощными и точными по сравнению с экспериментальными и расчетными методами [1]. Сущность этих экспериментально-расчетных методов заключается в совместном использовании экспериментальных и расчетных процедур с целью получения решений по искомой характеристике (например, значения предела огнестойкости или минимальной толщины огнезащитного покрытия) с наименьшими материальными затратами и высокой точностью.

В общем случае экспериментально-расчетные методы оценки огнестойкости имеют следующие составляющие:

- проведение испытаний образца (образцов) конструкции на огнестойкость согласно действующим стандартам (экспериментальная часть этих методов);
- составление математических моделей тепловых и механических процессов, которые происходят в исследуемой конструкции в условиях воздействия стандартного или других температурных режимов пожара;



– определение (идентификация) параметров математической модели (например, теплофизических или механических свойств материалов) путем решения обратных задач по экспериментальным данным, полученным при испытаниях;

– расчет огнестойкости строительной конструкции путем решения теплотехнической (прямой задачи теплопроводности) и статической задачи (расчетная часть этих методов).

Относительно первой составляющей, то международным (ISO), европейским (CEN) и национальными органами стандартизации разработано значительное количество стандартов, которые устанавливают общие требования к испытаниям строительных конструкций на огнестойкость и методы этих испытаний для конструкций конкретных типов [2]. В этих стандартах достаточно детально определены условия создания нормированного теплового воздействия на строительную конструкцию, условия опирания, нагружения и крепления образцов в испытательной печи, требования к образцам для испытаний и схемам расположения термпар на образцах и в печи.

Относительно расчетной составляющей этих методов, то основные положения по расчету огнестойкости строительных конструкций приведены в Еврокодах и соответствующих национальных стандартах [2], в которых определены проектные сценарии и температурные режимы пожара, тепловые воздействия для теплотехнического расчета и механические воздействия для статического расчета, теплофизические и механические свойства строительных материалов, а также процедуры, которые следует применять для расчетной оценки огнестойкости.

Процедуры, которые реализуются в экспериментально-расчетных методах для строительных конструкций конкретных типов, могут иметь ряд особенностей, как в их экспериментальной, так и в расчетной части. Уточнение этих особенностей проводится при разработке методического обеспечения по применению экспериментально-расчетного метода для оценки огнестойкости строительной конструкции конкретного типа. Эта разработка предусматривает правильный выбор составляющих математических моделей физических процессов, обоснование минимального количества образцов конструкции для испытаний на огнестойкость и схемы измерения температур в образце и деформаций образца (для несущих конструкций), необходимых для достоверного определения физических свойств исследуемой конструкции с заданной точностью, а также правильный выбор метода и алгоритма решения обратной задачи для определения физических свойств исследуемого объекта и других параметров математической модели, которые не известны с достаточной точностью.

Эффективным способом для разработки методического обеспечения применения экспериментально-расчетных методов оценки огнестойкости строительных конструкций является способ, основанный на решении тестовых задач [1]. При решении тестовых задач применяют метод вычислительного эксперимента и параметрический анализ чувствительности математической модели, что позволяет провести обоснование оптимальных значений параметров составляющих экспериментально-расчетного метода для строительных конструкций конкретного типа. Процедура решения этих задач в общем случае содержит этапы проведения вычислительного эксперимента с целью определения распределения температуры и деформаций во времени в образце (образцах) исследуемой конструкции в условиях стандартного температурного режима, идентификации физических свойств конструкции путем решения обратной задачи, определения расчетной огнестойкости конструкции путем решения теплотехнической и статической задачи. Способ, основанный на решении тестовых задач, использован при разработке методического обеспечения применительно для экспериментально-расчетных методов оценки

огнестойкости перекрытий, перегородок, несущих стальных конструкций, железобетонных опор транспортных туннелей, а также оценки огнезащитной способности огнезащитных покрытий, применяемых для этих конструкций [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новак С.В. Методология и составляющие экспериментально-расчетных методов оценки огнестойкости строительных конструкций и огнезащитной способности их огнезащитных покрытий / С.В. Новак // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: УкрНДІЦЗ, 2015 – № 1 (31). – С. 73–82.

2. Круковський П.Г. Аналіз існуючих методів оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій / П.Г. Круковський, С.В. Новак // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2013. – № 14. – С. 69–72.

4. Новак С.В. Методичне забезпечення застосування експериментально-розрахункового методу визначення вогнезахисної здатності покриттів залізобетонних опор тунельних споруд / С. В. Новак, О. П. Якименко, М. Б. Григор'ян // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К., 2013. – № 2 (28). – С. 223–231.

#### УДК 614.841

*Пархоменко В.-П. О., ад'юнкт, Лавренюк О. І., к. т. н., доцент, доцент кафедри процесів горіння та загальної хімії, Михалічко Б. М., д. х. н., професор, завідувач кафедри процесів горіння та загальної хімії, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

#### **ВИСОКА ОПІРНІСТЬ ДО ТЕРМООКИСНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ЯК ПЕРЕДУМОВА ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ МЕТАЛУМІСНИХ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ**

Відомо, що горіння полімерних матеріалів розпочинається з термоокисної деструкції зразків, яка забезпечує надходження в зону горіння горючих газів [1]. Важливою характеристикою, за якою можна оцінити схильність полімерних матеріалів до горіння, є термоокисна стійкість, яка визначається міцністю хімічних зв'язків в макромолекулах полімерів. Відтак, однією з передумов зниження горючості полімерних матеріалів є підбір таких антипіренів, які, змінюючи структуру полімерів, спроможні були б сповільнити їх розкладання.

Передбачено, що зниження горючості полімерних матеріалів на основі епоксіамінних композицій можна досягти шляхом зв'язування молекул горючого N-умісного затвердника з атомами деяких d-металів негорючих неорганічних солей у координаційні сполуки [2, 3].

В результаті дослідження впливу солей d-металів на процеси термоокисної деструкції епоксіамінних композицій встановлено, що початок розкладання металумісних композицій порівняно з вихідною композицією зміщується в область вищих температур. Сам процес термоокисної деструкції зразків металумісних композицій протікає за більш високих температур та супроводжується менш інтенсивною втратою маси зразків.

Окрім того, згоряння піролітичних залишків органічної складової зразків модифікованих композицій протікає у більш вузькому інтервалі температур порівняно із зразком вихідної композиції. Це, очевидно, є свідченням самозгасаючого характеру процесу горіння металумісних композицій.

Отож, стабілізуюча дія неорганічних солей *d*-металів на епоксіамінні композиції проявляється завдяки вираженій комплексоутворювальній здатності. Введення їх в композиції сприяє ущільненню полімерної матриці та зниженню молекулярної рухливості міжвузлових ділянок епоксіамінної сітки, що призводить до зниження реакційної здатності полімерних ланцюгів в процесі термоокисної деструкції. Завдяки фактору структурно-хімічної стабілізації досягнуто ефекту самозгасання епоксіамінних композицій, модифікованих солями *d*-металів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Воробьев В.А. Горючесть полимерных строительных материалов / В.А. Воробьев, Р.А. Андрианов, В.А. Ушков. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.
2. Synthesis, structural, and thermal characterization of a new binuclear copper(II) chelate complex bearing an amine-hardener for epoxy resins / Н. Lavrenyuk, О. Mykhalichko, В. Zarychta, V. Olijnyk, В. Mykhalichko // Journal of Coordination Chemistry. – 2016. – Vol. 69, №18. – P. 2666-2676.
3. Пат. 109187 UA, МПК С 08 L 63/00, С 08 К 3/10, С 09 К 21/00. Епоксидна композиція зі зниженою горючістю // Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. – № а201311816; Заявл. 07.10.2013; Опубл. 27.07.2015. Бюл. №14. – 2 с.

**УДК 378.6.614.8**

*Снісаренко А. Г., к. психол. н., доцент,  
доцент кафедри техніки та засобів цивільного захисту,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

#### **ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ КУРСАНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕХНІКИ ТА ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

Стратегія реформування ДСНС України, що спрямована на реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, забезпечення належного рівня безпеки життєдіяльності населення, його захисту від надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій, вимагає готовності фахівців цивільного захисту до експлуатації сучасної техніки, аварійно-рятувальних засобів та спеціального обладнання [2].

Мета роботи – розробити модель формування професійних компетенцій курсантів (на прикладі навчальних дисциплін, що викладаються на кафедрі техніки та засобів цивільного захисту Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України).

Аналіз результатів досліджень [1; 3] дозволив уточнити, що професійна компетентність майбутніх рятувальників – це сукупність знань, умінь і навичок, професійно важливих якостей курсантів, їх прагнення на високому рівні здійснювати навчально-професійну діяльність, що передбачає регулювання власного професійного становлення.

На основі теоретичного та прикладного аналізу, експертної оцінки та анкетування розроблено модель формування професійних компетенцій курсантів при вивченні техніки та засобів цивільного захисту, що включає компоненти:

1) мотиваційний: усвідомлення значущості професійних компетенцій; активізація навчально-пізнавальної діяльності курсантів; залучення курсантів до реального застосування протипожежної, аварійно-рятувальної, інженерної техніки та відповідних засобів;

2) змістовний: актуалізація міждисциплінарної інтеграції навчальних дисциплін; активізація інтерактивних засобів навчання, що вирізняються предметно-практичним змістом; моделювання спеціальних навчально-професійних ситуацій, спрямованих на усвідомлення значущості професійних компетенцій;

3) технологічний: удосконалення лекційних занять (розробка проблемних варіантів викладу матеріалу, наповнення теоретичного матеріалу образами різних видів); удосконалення практичних занять (розробка системи складних завдань, що спрямовані на прояв оперативності, інтегрованості, творчості, розробка завдань для міні-проектів); удосконалення завдань для навчальних практик (розробка завдань для набуття та автоматизації навичок практичних дій, для формування рефлексивності технічного мислення); удосконалення самостійної роботи (розробка системи завдань для самостійного вивчення фрагментів теоретичного матеріалу з опорою на структурно-логічну схему, розробка системи практичних завдань проблемно-діяльнісного змісту для самостійного їх опрацювання); удосконалення науково-дослідної роботи (включення до навчальних програм дисциплін індивідуальних завдань науково-дослідного змісту, активізація науково-дослідної роботи курсантів шляхом підготовки наукових публікацій, розробки комп'ютерних програм за проблематикою кожної навчальної дисципліни, проведення щорічних конкурсів на кращу курсантську наукову роботу за напрямом «Техніка та засоби цивільного захисту», залучення курсантів до розробки практичних рекомендацій і пропозицій для впровадження їх у навчальний процес та практичну діяльність підрозділів).

4) Оціночно-результативний: розробка для кожної навчальної дисципліни контрольних завдань проблемно-діяльнісного змісту; створення банку тестів для діагностики творчих здібностей та технічного інтелекту курсантів; організація моніторингу формування професійної компетенції (створення умов для систематичної діагностики компетенцій, наступності в оцінці їх рівня сформованості).

Отже, розроблена модель формування професійних компетенцій курсантів при вивченні техніки та засобів цивільного захисту включає сукупність структурних компонентів (мотиваційний, змістовний, технологічний, оціночно-результативний), що відображають вимоги до змісту та рівнів сформованості компетенцій, методів та засобів їх формування. Перспективи подальших досліджень за даним напрямом: експериментально перевірити ефективність запропонованої моделі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Грибенюк Г.С. Розвиток самоактивності курсанта / Г.С. Грибенюк // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2014. – № 16. – С. 15-21.

2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.01.2017 № 61-р «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>.

3. Ткаченко Т.В. Дистанційне навчання як чинник формування професійних якостей майбутніх фахівців цивільного захисту / Т.В. Ткаченко // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. – 2008. – № 23. – С. 265-270.

**УДК 614.841**

*dr. Katalin FARKAS, MoI NDGDM Disaster Management Training Centre, Hungary*

**WHAT WE'RE LEARNING ABOUT ENGINEERING HUMAN RESPONSE IN FIRE**

It wasn't long ago that professionals in the fire safety community saw evacuee response as a more or less random event. It was thought that occupants of the building, gripped by fear, would dash for the closest exit, regardless of the actual conditions around them.

A computer simulation based on sound assumptions is a vital tool in alleviating congestion in larger building fires and ensuring that first responders make informed decisions.

The value of software simulations can impact the entire lifecycle of a building. The following are just a few of the potential applications where he says a computerized model can play a useful role.

#### **Creating an Optimal Design**

Computer simulations allow architects and engineers to assess the impact of various floor plans and notification systems (including bell and/or voice alarms) when creating their designs. They can also quantify the effect of different evacuation procedures — total evacuation, phased evacuation, etc. — to assess their safety impact. The simulation enables them to determine, with greater accuracy, the time it takes to evacuate a building based on each of these factors.

#### **Adjusting Safety Plans**

By utilizing software models, a building's safety manager can create a more effective plan and, crucially, modify that plan as circumstances evolve. For example, should certain floors increase their occupancy over time, the safety manager can use a simulation to predict the effectiveness of different evacuation routes.

#### **Guiding First Responders**

Simulations are indispensable training tools that allow firefighters to visualize the impact of different interventions based on a variety of fire conditions and population scenarios. As a result, they're able to develop response plans that provide for faster evacuation times.

#### **A Cost-Effective Solution**

By enabling fire experts to gain insights before, during and after designs are employed in the field, computer simulation tools can play a key role in helping to save lives, Gwynne says.

Electronic simulations are certainly not a panacea for the many challenges that a fire presents; indeed their effectiveness depends on the quality of the assumptions that one feeds into the model. But when used appropriately, they enable designers, managers and responders perform their respective roles with great precision and effectiveness. They also represent a highly cost-effective tool, given the cost and risk associated with experimental fires.

Simulation software is becoming more widely used by engineers and researchers, and the cost of these programs has lowered enough that many fire departments and fire safety managers now have it within their budget to purchase a license. If that's not the case, you might consider contracting with an engineering or research organizations that can run simulations for you.

Considering the benefit they provide to professionals across the fire safety spectrum, it's a tool that needs to be more universally embraced.

**УДК 614.841**

*Цвіркун С. В., к. т. н., доц.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ*

**ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ НАВЧАЛЬНОГО  
КОРПУСУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

Методологія оцінювання ризику виникнення пожеж є на теперішній час основою для підтримання прийняття рішень щодо забезпечення прийняттого рівня безпеки практично в усіх сферах людської діяльності. Слід зазначити, що це є законодавчою нормою європейських країн [1]. Сучасні науково-методологічні підходи та досвід розвинених країн свідчать, що ефективна модель такого захисту має спиратися на оцінку ризику виникнення пожежі та її можливих наслідків.

Метою роботи є розрахунок значення індивідуального пожежного ризику навчального корпусу вищого навчального закладу (Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ) різними методами.

Згідно пункту 7 розділу II Методики [2] приміщення, яке характеризується можливістю виникнення найбільш складних умов евакуації людей та можливістю найбільш високої динаміки розвитку пожежі, є приміщення клубу, тому розрахунок індивідуального пожежного ризику проводився саме для людей в цьому приміщенні.

Розрахунок часу необхідного часу евакуації (блокування шляхів евакуації  $t_{\text{бл}}$ ) визначався двома методами: інтегральним та польовим (диференціальним).

В розрахунку була використана стандартна пожежна навантага зал театру, кінотеатру, клубу, цирку тощо [4].

**Інтегральним методом** були отримані такі критичні значення настання небезпечних факторів пожежі:

критична тривалість пожежі за підвищеною температурою  $t_{\text{кр}}^T = 477,24 \text{ с}$  ;

критична тривалість пожежі за втратою видимості  $t_{\text{кр}}^{\text{ПВ}} = 180,44 \text{ с}$  ;

критична тривалість пожежі за зниженому вмісті кисню  $t_{\text{кр}}^{\text{O}_2} = 612,42 \text{ с}$  ;

критична тривалість пожежі за підвищеним вмістом окису вуглецю  $t_{\text{кр}}^{\text{CO}} = \text{безпечно}$  ;

критична тривалість пожежі за підвищеним вмістом двоокису вуглецю  $t_{\text{кр}}^{\text{CO}_2} = \text{безпечно}$  ;

критична тривалість пожежі за підвищеним вмістом хлористого водню  $t_{\text{кр}}^{\text{HCl}} = 268,22 \text{ с}$  .

**Польовим методом** (з використанням програмного комплексу FDS [5]) були отримані наступні результати. Геометрія приміщення була створена в графічному редакторі Pyrosim [6]. Датчики, які знімали показники небезпечних факторів пожежі розміщені біля виходу з приміщення на рівні 1,7 метри.

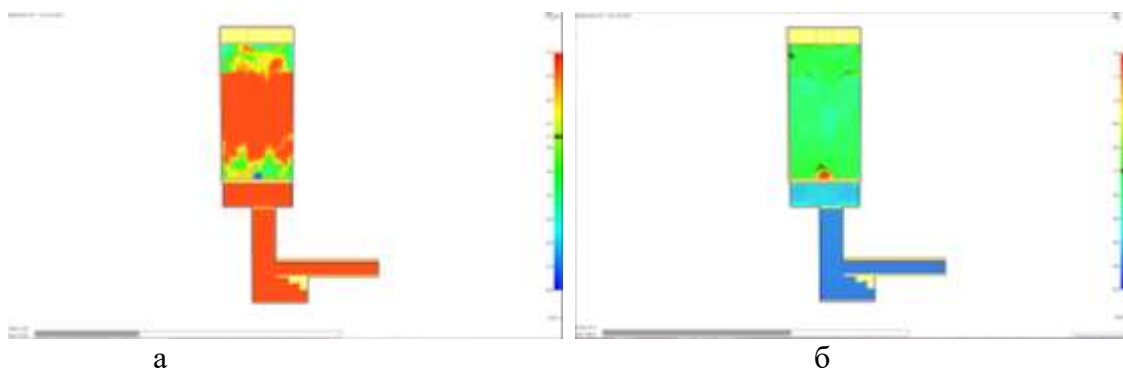


Рисунок 1 - Розподілення полів видимості в приміщенні на 270 с (а) та розподілення температурних полів в приміщенні на 490 с (б).

Таблиця 2. Час блокування шляхів евакуації

Модель розрахунку	Час блокування шляхів евакуації, с	Час блокування шляхів евакуації, хв
Інтегральний метод	180	3
FDS (польовий)	270	4,5

Розрахунок часу евакуації з приміщення клубу визначався як спрощеним аналітичним методом (додаток №2) до Методики [2] так і програмним комплексом Pathfinder (багатоагентне імітаційне моделювання евакуації) [7].

З використанням спрощеного аналітичного методу руху людських потоків [2] було визначено час евакуації  $t_p = 2,42$  хв.

Розрахунковий час евакуації людей з клубу згідно розрахунків проведених за допомогою програмного комплексу Pathfinder, отримано та прийнято  $t_p = 2,32$  хв.



Рисунок 2 - Розташування людей в клубі на 40 с від початку евакуації з використанням програмного комплексу Pathfinder.

Розрахунок величини індивідуального пожежного ризику будемо розраховувати для двох варіантів, а саме:

1 варіант:  $t_{\text{бл}} = 3$  хв,  $t_p = 2,42$  хв (інтегральна модель, аналітична модель),

2 варіант:  $t_{\text{бл}} = 4,5$  хв,  $t_p = 2,32$  хв (польова модель, багатоагентна імітаційна модель).

Визначивши розрахункову величину індивідуального пожежного ризику підставляємо її до формули :

$$Q_B \leq Q_B^H$$

де  $Q_B^H$  - нормативне значення індивідуального пожежного ризику,  $Q_B^H = 10^{-6}$ .

Відповідно:

1 варіант:  $Q_B = 2,3 \cdot 10^{-4} > 1 \cdot 10^{-6}$  - умова не виконується

2 варіант:  $Q_B = 0,23 \cdot 10^{-6} < 1 \cdot 10^{-6}$  - умова виконується

**Висновки.** При проведенні розрахунків значення індивідуального пожежного ризику для людей в навчального корпусу вищого навчального закладу (Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗУ) за допомогою інтегрального методу визначення  $t_{\text{бл}}$  (додаток №6 до Методики) та аналітичної моделі руху визначення  $t_p$  (додаток №2 до Методики) отримано недопустиме Методикою значення пожежного ризику. При використанні більш сучасних та точних методів, польового методу визначення  $t_{\text{бл}}$  (програмний комплекс «FDS») та індивідуально-поточної моделі руху визначення  $t_p$  (програмний комплекс Pathfinder) отримано допустиме значення індивідуального пожежного ризику, встановлене як Методикою [2] так і ГОСТ 12.1.004-91[3]. Такий результат свідчить що при використанні різних

методик, можна отримати результати котрі різняться між собою та значно впливають на величину пожежного ризику на певному об'єкті.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мосов С.П. Стан питання щодо оцінювання рівня пожежної небезпеки адміністративно-громадських закладів з урахуванням зміни пожежонебезпечних навантажень// Мосов С.П., Щербина В.С. - «Пожежна безпека: теорія і практика» №12 2012р. с.76-83.
2. Об утверждении Методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, приказ МЧС РФ от 30.06.2009 г. № 382.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие. М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с.
5. Fire Dynamics Simulator [Електронний ресурс] <http://fds.sitis.ru/>
6. Рекомендации по использованию программы FDS с применением программ PyroSim 2012, SmokeView и «СИТИС: Фламмер 3.00» [Електронний ресурс] <http://sitis.ru/media/documentation/PRS-sitis-4-12.pdf>
7. Agent Based Evacuation Simulation Advanced movement simulation combined with high-quality 3-D animated results, gives you reliable answers quickly [Електронний ресурс] <http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>

УДК 614.841.45

*Цинкуш О. С., магістр, Рудешко І. В.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ПРОГНОЗУВАННЯ ШВИДКОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПО ПУСТОТАХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ

На початковій стадії пожежі у приміщенні повітря збільшується в об'ємі, що сприяє виникненню надлишкового тиску. Внаслідок цього нагріте повітря і продукти горіння виходять і розповсюджуються по будівлі через нещільності у стиках конструкцій, зазори у притворах, повітропроводи і інші отвори. Зміна аеродинамічного опору, що виникає під час руху продуктів горіння по отворах, тріщинах і прогарах, які утворилися у будівельних конструкціях, сприяє обмеженню прихованого розвитку пожежі.

Аеродинамічний тиск обумовлений опором тертя і місцевим опором, що виникає при зміні швидкості потоку за величиною і напрямом. При цьому втрати тиску за рахунок опору тертя у каналах, спричинених прогарами і тріщинами можна визначити за формулою:

$$\Delta P = (\lambda/l/d_e + \Sigma \xi) \rho \omega^2 / 2, \quad (1)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт тертя, (кг·с<sup>-1</sup>);

$l, d_e$  – відповідно, довжина і еквівалентний діаметр каналу, (м);

$\Sigma \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів;

$\omega$  – швидкість руху продуктів горіння, (м/с);

$\rho$  – щільність газу, (кг/м<sup>3</sup>)

Величина швидкості руху продуктів горіння у каналах залежить від величини надлишкового тиску у приміщенні. Величина тиску  $P_\tau$  під час пожежі у приміщенні на момент часу  $\tau$  буде змінюватись, згідно рівняння стану ідеального газу. При цьому,



температура і об'єм газів у приміщенні залежать від часу і площі пожежі і можуть бути розрахованими за існуючими методиками. Враховуючи витрати кисню на горіння і приймаючи умови, що у процесі горіння утворюються продукти повного згорання, збільшення об'єму у приміщенні визначається за наступною формулою:

$$\Delta V_{\tau}^0 = v_r \cdot \tau \cdot S_n, \quad (2)$$

де  $\Delta V_{\tau}^0$  – збільшення об'єму у приміщенні, (м<sup>3</sup>);-

$v_r$  – швидкість збільшення об'ємів газів у приміщенні під час горіння, (м/с);

$S_n$  – площа пожежі на момент часу  $\tau$ , (м<sup>2</sup>);

Після використання рівняння (2) у «рівнянні стану ідеального газу», отримаємо:

$$P_{\tau} = K \cdot T_{\tau} \cdot (V_n + V_r \cdot \tau \cdot S_n), \quad (3)$$

де  $V_n$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$K$  – постійна, що визначається за формулою:

$$K = P^0 / T^0 \cdot V_n, \quad (4)$$

де  $P^0$  – нормальний тиск (101325 Па);

$T^0$  – нормальна температура (273 К);

$P_{\tau}$  – тиск у приміщенні під час пожежі на момент часу  $\tau$  (Па);

$V_r$  – об'єм суміші газів у приміщенні під час пожежі на момент часу  $\tau$  (м<sup>3</sup>);

$T_{\tau}$  – температура пожежі на момент часу  $\tau$ , (К).

**Висновок** : рівняння (2)-(4) дозволяють зробити оцінку прогнозованої швидкості розповсюдження продуктів горіння по пустотах будівельних конструкцій залежно від наявності технологічних отворів, а також каналів, що утворені у результаті порушення цілісності конструкцій, залежно від пожежного навантаження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1954. – 304с.

2. Абдурагимов И.М., Андросов А.С, Исаева А.К., Крылов Е.В. Процессы горения.- М.: РИО ВИПТШ МВД СССР, 1984.-270с.

3. ГОСТ 12.1.004-91 .ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

4. Теплотехника: Учеб. Для вузов /В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. шк., 2000.-671 с: ил. УДК 624.012

*Отрош Ю. А., к. т. н., доцент, Мошенець К. О.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА ТА ЖИВУЧІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В даний час зростає вірогідність виникнення поза проектних навантажень природного та техногенного впливу, а також впливу диверсійного походження.

Як показує статистика Національної доповіді, стихійні лиха, техногенні аварії і катастрофи виникають і будуть виникати в найближчому майбутньому.

Більшість з існуючих будівель та споруд не можуть сприймати поза проектні навантаження без аварійних руйнувань. Тому виникає необхідність створювати нові концепції проектування, розрахунку, експлуатації будівель та споруд.

Новий підхід повинен містити вимоги конструктивної безпеки та живучості будівель та споруд [1-3]. Конструктивна безпека характеризує відсутність руйнування протягом експлуатаційного терміну експлуатації, а живучість характеризує відсутність руйнування при дії не проектних зовнішніх впливів протягом евакуаційного проміжку часу. Не проектними впливами можуть бути силові, деформаційні та температурні.

Аналіз сучасних конструктивних рішень несучих конструкцій каркасів будівель і споруд говорить про те, що вони не змінилися з 70 – 80-х років минулого століття [4]. Багато будівель і споруд запроєктовані за методом граничних станів і діючої нормативної бази на проектні навантаження і впливи, як не можуть безаварійно їх сприйняти. Будівлі і споруди запроєктовані по принципу мінімізації витрати матеріалів та з врахуванням пружно-пластичної стадії. Але враховуючи ще і рівень спрацювання експлуатованих конструкцій після впливу таких не проектних чинників як термін експлуатації, оточуюче середовище, деформації основ, вплив високих температур, можна прийти до висновку, що дана концепція не відповідає вимогам сьогодення. А також, норми лише встановлюють мінімальний рівень безпечної експлуатації і довговічності конструкцій на стадії проектування.

Існуючі теорії розрахунку, методи оцінки надійності і оптимізації будівельних конструкцій знаходяться в межах граничних станів. Вітчизняні і зарубіжні норми базуються на основних положеннях граничних станів. Відсутні теоретичні визначення вірогідності, величин поза проектних впливів, аналітичні методи оцінки початкових пошкоджень.

Також в наш час виникає необхідність проведення реконструкцій будівель і споруд, що вимагає відновлення і посилення різних типів конструкцій.

Задачі з вивчення характеру деформування і руйнування будівельних конструкцій при оцінці поза проектних станів, мають лише постановочний характер.

Тому проблема живучості та конструктивної безпеки при проектуванні, будівництві та реконструкції будівель в умовах значного спрацювання основних фондів є актуальною.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення
2. ДСТУ 3970-2000 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Надзвичайні ситуації на акваторіях. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 2444-94 Розрахунок та випробування на міцність. Опір втомі. Терміни та визначення.
4. Ключева Н.В. Основи теорії живучости железобетонных конструктивных систем при запроектных воздействиях: Автореф. дис. докт. техн. наук. Специальність 05.23.01. – Москва, 2009. – 42 с.

**УДК 614.841**

*Фещук Ю. Л., науковий співробітник, УкрНДІЦЗ*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОЛОН З ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ**

Деревина є одним найрозповсюдженіших будівельних матеріалів. Значним недоліком деревини є її горючість.

Проведений аналіз наукових досліджень показав, що в якості вогнезахисту дерев'яних конструкцій використовуються вогнезахисні просочення, фарби, лаки [1, 2, 3], а також плитні матеріали [4, 5]. Зазначені типи захисту конструкцій мають свої переваги та недоліки. Однак в цих дослідженнях не розглянуті питання: довговічності вогнезахисту, його вплив на фізико-механічні властивості деревини, собівартість, раціональну область застосування.

На сьогоднішній день в будівництві існує необхідність пошуку принципово-нових, нестандартних способів вогнезахисту дерев'яних конструкцій, такий захист можуть забезпечити вогнезахисні системи на основі плит OSB.

В умовах пожежі найбільш тяжкі наслідки настають в результаті втрати несучої здатності колонами, балками [6, 7].

Враховуючи вище сказане, виникає необхідність вивчення поведінки дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням на основі плит OSB в умовах пожежі, а також дослідження впливу OSB на межу вогнестійкості дерев'яної колони та глибину обуглення. Це необхідно для розкриття питань щодо збереження несучої здатності дерев'яними колонами при використанні нестандартного захисту.

Метою роботи є дослідження поведінки дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням здійсненим за допомогою плит OSB в один та два шари в умовах пожежі при їх випробуванні у спеціальній вогневій печі за стандартним температурним режимом. Для досягнення поставленої мети згідно методики [8] проведено експериментальні дослідження поведінки дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням у вигляді плит OSB товщиною 10 мм в один та два шари рисунок 1.



Рисунок 1 – Випробувальні зразки для проведення експериментальних досліджень

При проведенні 15 хвилинних випробувань в умовах пожежі спостерігалася наступна поведінка дерев'яних зразків:

- Випробувальні зразки без вогнезахисту, починаючи з 3 хвилини почали обуглюватися, полуменеве горіння не спостерігалось аж до 5 хвилини, на протязі всього періоду випробування виділявся дим;

- зразки з вогнезахистом у вигляді плит OSB в 1 шар (товщина 10 мм) краще протидіяли вогневному впливу, про це свідчать покази першої термопари вже на 5 хв., різниця становить близько 30 ° С. На протязі всього даного часового проміжку експерименту спостерігалось тління плити OSB, руйнування якої не зафіксовано;

- зразки з вогнезахистом у вигляді плит OSB в 2 шари (товщина 20 мм) найкраще протидіяли вогню, різниця в температурі на першій термопарі вже на 5 хв. в

порівнянні з зразком без захисту становить близько 50 ° С. Це свідчить про здатність даного вогнезахисту протидіяти тепловому впливу на деревину перешкоджаючи її займанню. Займання зразка не було зафіксовано.

На 30 хвилинному часовому проміжку випробувань спостерігалася більш чіткіша різниця на показах термопар між захищеними та незахищеними зразками:

- у випробувальних зразках без захисту наростання температури відбувалося з тією закономірністю, що й на 15 хвилинному часовому проміжку, полуменеве горіння спостерігалось починаючи з 5 хв. випробувань;

- більш чіткі уявлення про роль вогнезахисту дали випробувальні зразки з вогнезахистом у вигляді плит OSB в 1 шар (товщина 10 мм). Так, на 30-ій хвилині випробувань різниця на показах термопар становить близько 200 ° С, однак, цього виявилось недостатньо для запобігання обуглюванню деревини. Хоча обуглення вогнезахисту відбулося повністю, проте до 30 хвилини він тримався на саморізах, тим самим перешкоджаючи прямої дії вогню на зразок;

- найкращі вогнезахисні властивості показав захист дерев'яного зразка плитами OSB в 2 шари (товщина 20 мм). Протягом всього періоду випробування наростання температури в зразку відбувалося досить повільно. Прогрівання дерев'яного зразка у першій контрольній точці, що знаходиться найближче до поверхні дійшло до позначки в 55 ° С на 30-ій хвилині випробувань. В цілому фактична температура на поверхні зразка в порівнянні з випробувальними зразками без захисту менша в 5 разів. Обуглення дерев'яного зразка так і не почалося.

Вогневі випробування на протязі 60 хвилин показали наступні результати:

- на зразках без вогнезахисту захисту починаючи з 30 хвилини відбулося різке зростання температури;

- зразки захищені плитою OSB в 1 шар (товщина 10 мм) показали набагато кращі результати в порівнянні з незахищеними, починаючи з 40 хвилини випробування почалося плавне підвищення температури, температурного стрибка зафіксовано не було;

- випробувальні зразки захищені плитою OSB в 2 шари (товщина 20 мм) продовжили тенденцію чинити протидію вогневному впливу. Незначний підвищення температури зафіксовано на 40 хвилині випробування. В цілому на 60 хвилині різниця в температурі порівняно з зразками без захисту становить близько 500 ° С, що свідчить про значні вогнезахисні властивості плити OSB при застосуванні її в 2 шари.

Найкраще виражена різниця між показами термопар спостерігалася на 90 хвилинному періоді випробування. Цікава тенденція спостерігалася на третій термопарі, що знаходилась по середині перерізу випробувальних зразків, різниця між її показами не перевищувала 100 градусів на всіх трьох дерев'яних зразках, незважаючи на те, що зразок без захисту обуглився більше як на 100 мм, а це підтверджує низьку теплопровідність деревини. Випробування показали, що різниця в температурах слоїв в захищених та незахищених зразках може становити більше 400 ° С

Вимірювання товщини обугленої зони проводилося відповідно до методики [8]. Результати вимірювань занесені в таблицю

№ п/п	Номер зразка	Тип облицювання	Час випробування, хв	b <sub>1</sub> , мм	b <sub>2</sub> , мм	b <sub>3</sub> , мм	b <sub>4</sub> , мм	b <sub>5</sub> , мм	b <sub>6</sub> , мм	b <sub>7</sub> , мм	b <sub>8</sub> , мм
1	1.1.1	ОСБ 1 шар	15	198	200	200	198	197	198	268	268
2	1.1.2	ОСБ 2 шари	15	200	200	200	200	200	200	280	280
3	1.1.0	б/о	15	175	175	175	173	175	175	235	235
4	1.2.1	ОСБ 1 шар	15	195	195	196	195	197	197	268	267
5	1.2.2	ОСБ 2 шари	15	200	200	200	200	200	200	280	280
6	1.2.0	б/о	15	175	174	175	175	175	173	235	232
7	1.3.1	ОСБ 1 шар	15	199	199	200	198	197	198	267	269
8	1.3.2	ОСБ 2 шари	15	200	200	200	200	200	200	280	280
9	1.3.0	б/о	15	174	175	175	175	174	175	234	235
10	2.1.1	ОСБ 1 шар	30	175	175	176	174	177	174	232	228
11	2.1.2	ОСБ 2 шари	30	200	200	200	200	200	200	280	280
12	2.1.0	б/о	30	156	155	155	153	155	152	200	199
13	2.2.1	ОСБ 1 шар	30	178	180	177	177	177	179	235	234
14	2.2.2	ОСБ 2 шари	30	200	200	200	200	200	200	280	280
15	2.2.0	б/о	30	160	164	157	160	161	159	207	206
16	2.3.1	ОСБ 1 шар	30	180	185	183	183	177	180	240	237
17	2.3.2	ОСБ 2 шари	30	200	200	200	200	200	200	279	279
18	2.3.0	б/о	30	157	149	155	157	155	153	206	207
19	3.1.1	ОСБ 1 шар	60	145	142	143	138	142	143	187	177
20	3.1.2	ОСБ 2 шари	60	162	165	167	165	165	169	215	214
21	3.1.0	б/о	60	110	112	117	110	121	117	143	152
22	3.2.1	ОСБ 1 шар	60	155	138	154	147	150	145	195	197
23	3.2.2	ОСБ 2 шари	60	169	165	166	172	171	170	213	215
24	3.2.0	б/о	60	110	118	120	113	122	115	150	150
25	3.3.1	ОСБ 1 шар	60	145	149	152	144	138	145	187	187
26	3.3.2	ОСБ 2 шари	60	169	165	167	176	175	172	220	222
27	3.3.0	б/о	60	117	115	110	112	115	116	142	144
28	4.1.1	ОСБ 1 шар	90	95	100	105	90	99	120	133	140
29	4.1.2	ОСБ 2 шари	90	134	120	134	127	120	126	162	165
30	4.1.0	б/о	90	70	80	69	77	90	79	94	99
31	4.2.1	ОСБ 1 шар	90	105	112	109	115	97	108	132	132
32	4.2.2	ОСБ 2 шари	90	130	118	130	130	134	138	160	171
33	4.2.0	б/о	90	71	75	78	85	89	82	95	96
34	4.3.1	ОСБ 1 шар	90	110	112	107	103	90	105	125	134
35	4.3.2	ОСБ 2 шари	90	135	127	127	130	122	127	155	164
36	4.3.0	б/о	90	70	78	69	70	79	82	90	93

**Висновки.** Проведено експериментальні дослідження поведінки дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням та без нього. Встановлено ефективність використання нестандартного захисту з плит ОСБ товщиною 10 мм, особливо при застосуванні в два шари. Актуальність отриманих даних полягає в створенні всіх умов для визначення швидкості зростання обуглення та для відтворення температурного поля у випробуваних зразках, що мають лягти в основу розрахункового методу оцінки вогнестійкості дерев'яних колон з вогнезахисними системами на основі плит ОСБ-3.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Леонович, А.А. Огнезащита древесины и древесных материалов. -С.-Пб.: РИО ЛТА, 1994. 148 с.
2. Арцыбашева О.В., Визгалова Г.И., Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Анализ способов и средств огнезащиты для снижения пожарной опасности и повышения огнестойкости деревянных конструкций // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2014. - № 3. – С. 13-20
3. Гусев, А.И. Повышение огнестойкости строительных деревянных конструкций / А.И. Гусев, С.Н. Пазникова, Н.С. Кожевникова // Пожаровзрывобезопасность. 2006. - Т.15, №3. - С. 30-35.
4. Демчина Б.Г. Поведінка дощатоклеєних колон за місцевого впливу температури / А.Б. Пелех, Г.М. Олексин, М.І. Сурмай // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2009. - № 655. - С. 71-74. - Бібліогр.: 3 назв. - укр.
5. Пелех А.Б. Натурні випробування конструкції дерев'яної рами на вогнестійкість в умовах реальної пожежі / А. Б. Пелех, Б. Г. Демчина, Т. М. Шналь, С. С. Була, О. В.

Крочак // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2008. - № 627. - С. 167-171. - Бібліогр.: 4 назв. - укр.

6. Коченов В. М. Несущая способность элементов деревянных конструкций.-М.: Стройиздат, 1953.-320 с.

7. Канн Э. А., Серов Е. Н. Деревянные конструкции в современном строительстве. Кишинев: Шниинца, 1981.-180 с.

8. Фещук Ю.Л., Поздєєв С.В., Ніжник В.В., Борис О.П., Долішній Ю.В. Методика експериментальних досліджень поведінки дерев'яних колон з вогнезахисним облицюванням та без нього в умовах пожежі // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. – 2017. - № 1 (3). – С. 98-102.

**УДК 331.45:622.81**

*Беликов А. С., д. т. н., проф., Налисько Н. Н., к. т. н., доц.,  
Приднєпровська державна академія будівництва та архітектури*

### **ПАРАМЕТРЫ МАКРОКИНЕТИКИ ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЧИСЛЕННОМ РАСЧЕТЕ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ**

Взрывы шахтной атмосферы в горных выработках являются наиболее тяжелыми видами аварий по разрушающей способности и воздействию на людей.

В работе [1] расчет аварийного взрыва решался путем численного решения методом крупных частиц уравнений газодинамики моделирующих разрывное течения газового потока с учетом химической кинетики горения реагирующих газов. Скорость горения и соответственно скорость энерговыделения определялась с учетом закона действующих масс предварительно перемешанных смесей.

Особенность реакций горения углеводородов в режиме детонации и дефлаграции, при движении газовых потоков в протяженных каналах, состоит в том, что скорость распространения фронта горения обусловлена не только цепно-тепловыми и концентрационными эффектами химических реакций, но и газодинамическими эффектами течения: турбулизацией потока, ударным сжатием, вызывающим очаговое воспламенение, т.е. возникновение горячих точек инициирования реакции в свежей смеси (приводит к возникновению ячеистого фронта детонационного горения) [2]. Данные эффекты приводят к тому, что существующие кинетические параметры в глобальных механизмах оказываются не согласованными с газодинамическими характеристиками быстрого горения. В работе выполняется установление эффективных параметров макрокинетики горения углеводородов в режиме дефлаграция и детонация для схемы численного счета аварийных взрывов в горных выработках.

В условиях двумерного течения газа в горной выработки, уравнение баланса энергии имеет вид:

$$\frac{\partial \rho E}{\partial t} + \text{div}(\rho E \vec{W}) + \text{div}(P \vec{W}) = q \Pi + q_x \rho \frac{\partial \alpha}{\partial t}, \quad (1)$$

где  $E$  – удельная полная энергия;  $q$  – плотность теплового потока в стенку канала;  $q_x$  – тепловой эффект химической реакции горения углеводородов;  $\alpha$  – мольная доля углеводорода в шахтной атмосфере.

Правая часть уравнения баланса энергии (1) включает член скорости притока тепла в процессе взрывного горения  $q_x \cdot \rho \cdot \partial \alpha / \partial t$ , который является функцией кинетики химической реакции. Кинетика рассчитывается по глобальному механизму. Для горения наиболее вероятных углеводородов метан, этан, пропан, ацетилен в воздухе. Скорость реакции по  $i$ -ому компоненту  $i=1, 2$  задается согласно закона действующих

масс, в форме Аррениуса:

$$-\frac{dc_f}{dt} = Z \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) c_f^{v_f} \cdot c_o^{v_o},$$

где  $Z$ ,  $E_a$ ,  $v_i$  – эффективные макрокинетические параметры: предэкспоненциальный множитель, энергия активации и порядок реакции по  $i$ -му компоненту,  $v_f$ ,  $v_o$  – эффективные значения показателя степени концентрации горючего и окислителя.

Установление параметров макрокинетики для конкретных горючих газов производится путем их согласования с известными термо- и газодинамическими параметрами процесса взрывного горения: температурой самовоспламенения, скоростью и давлением детонации, температурой зажигания тепловым сферическим источником и др. [3].

В результате численного эксперимента установлена динамика связи между термо- и газодинамическими параметрами и химической кинетикой процесса взрывного горения (рис. 1).

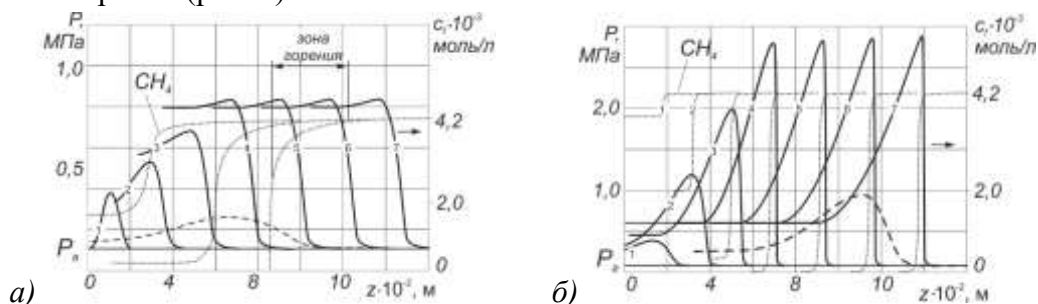


Рис. 1 – Динамика профиля давления  $P$  и концентрации метана  $c_f$  в процессе зажигания и горения газозвушной смеси в режиме дефлаграции (а) и детонации (б), вдоль оси  $z$ , для параметров макрокинетики взрывного (сплошная линия) и ламинарного горения (пунктир)

На основе этого получены эффективные параметры макрокинетики реакций горения в режиме дефлаграции и детонации в протяженном канале:

Газ	$Z$ , $c^{-1}$	$E_a$ , кДж/моль	$v_f$	$v_o$
$CH_4$	$1,3 \cdot 10^6$	115,0	-0,3	1,3
$C_2H_6$	$9,7 \cdot 10^{11}$	110,7	0,1	1,65
$C_3H_8$	$9,1 \cdot 10^{11}$	104,5	0,1	1,65
$C_2H_2$	$5,2 \cdot 10^{12}$	98,3	0,5	1,25

Данные параметры были получены на основании кинетической анализа рассматриваемого процесса (рис. 2).

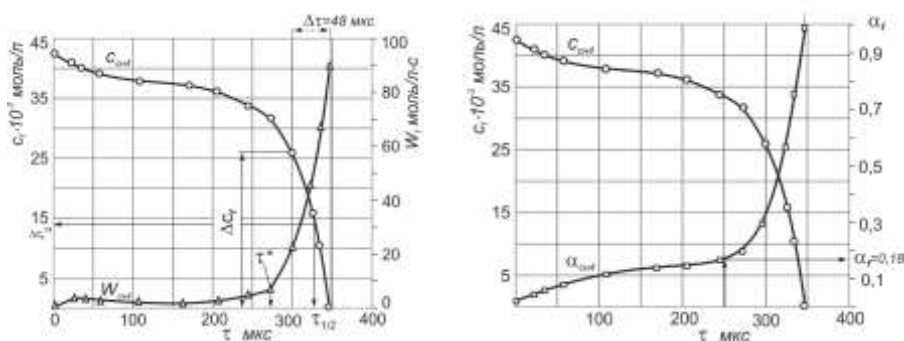


Рис. 2 – Кинетические кривые изменения концентрации метана  $c_f$  ( $\circ$ ), скорости горения  $W_f$  ( $\Delta$ ) и доли метана вступившего в реакцию  $\alpha_f$  ( $\square$ ) от времени протекания реакции  $\tau$

Для этого решалась обратная задача определения константы скорости реакций и энергии активации по экспериментальным данным полученным в численном эксперименте графическим методом. Полученные параметры макрокинетики

глобального механізму реакції взривного горіння, для розглянутих вуглеводородів дозволяють застосовувати прості кінетичні механізми в практичних розрахунках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чернай А.В., Налісько Н.Н., Дерев'яно А.С. Кінетика окислення метану киснем і його роль в формуванні взривної повітряної хвилі в шахтних виробках // Науковий вісник НГУ. 2016. Вип. 1(151). С. 63-69.
2. Ершов А.П. О макрокінетиці швидких реакцій // Фізика горіння і вибуху. 2010. № 6. С. 49-59.
3. Васильев А.А. Детонаційні властивості граничних вуглеводородів // Фізика горіння і вибуху. 2009. № 6. С. 82-90.

#### УДК 624.012

*Беліков А. С., д. т. н., проф., Шаломов В. А., к. т. н., доц., Корж Є. М.,  
Рабіч О. В., к. т. н., доц.,  
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
Маладіка І. Г., к. т. н., доц.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ВОГНЕЗАХИСНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Кожен рік в Україні фіксуються тисячі пожеж в будівлях різноманітного призначення. Упродовж 8 місяців 2017 року в Україні в середньому виникало щодня 261 пожежа, унаслідок яких гине 5 і отримували травми 4 людини, вогнем знищувалося або пошкоджувалося 73 будівлі та 12 одиниць техніки. Щоденні економічні втрати від пожеж становлять суму 21 млн 669 тис. грн [1]. Найжахливіша пожежа 2017 року відбулася в Одесі в ніч на 16 вересня – загорівся один із корпусів дитячого табору "Вікторія". Вогонь повністю знищив один з дерев'яних корпусів. У момент загоряння там перебували 42 діти. Дітей евакуювали, однак трьох із них врятувати не вдалося. Одною з головних причин вважають не якісне нанесення вогнезахисних композицій.

Кафедрою безпеки життєдіяльності ДВНЗ «Придніпровської державної академії будівництва та архітектури» ведуться роботи по підвищенню вогнестійкості будівельних конструкцій. На сьогоднішній день розроблено ряд ефективних вогнезахисних складів, які застосовуються в даний час на народно-господарських об'єктах з метою зниження їх пожежної небезпеки.

Згідно проведених раніше досліджень [2] «чисте» рідке скло (без наповнювачів) має значну величину спучування  $K = 15$ . В процесі спучування в рідкому склі протікають процеси переходу від початкової щільної структури покриття в пористу дисперсну комбіновану систему зі зміною фізичних і теплофізичних властивостей. При цьому виявлено, основний процес спучування покриття протікає в результаті випаровування вільної та кристалізаційної води. Дослідження показали, що початок спучування покриття відзначено при температурі 100-125<sup>0</sup>С, а при досягненні температури 170-210<sup>0</sup>С відбувається перехід рідкої фази в в'язко-піропластичний стан з інтенсифікацією спучування. Особливо інтенсивне спучування покриття відзначається в інтервалі температур 210-370<sup>0</sup>С (випаровування кристалізаційної води). Область



деструкції спученого жидкостекольної покриття становить 580-600<sup>0</sup>С з переходом в рідко-пластичний стан і стікання з поверхні. Згідно досліджень [2, 3] в рідке скло для збільшення межі температурного застосування вводяться різні наповнювачі, які дозволяють за рахунок армування каркаса знизити температурний вплив на покриття.

Авторами був розроблений склад вогнезахисного засобу, який спучується. Винахід відноситься до галузі будівельних матеріалів і може бути використаний при виготовленні вогнезахисного покриття для підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій.

Випробування проводили на дерев'яних зразках прямокутної форми з поперечним перетином 30х60 мм і завдовжки 150 мм. Відхилення в розмірах не перевищували  $\pm 1$  мм. Зразки деревини перед нанесенням захисного засобу повинні були мати вологість  $(8\pm 2)\%$ . Для чого їх кондиціонували в ексікаторі з насиченим розчином азотнокислого 6-ти водного цинку при температурі  $(23\pm 5)^0$ С. На підготовлені (кондиціоновані) зразки деревини з усіх боків наносили покриття досліджуваним захисним засобом згідно з нормативними документами, що є на нього, які затверджені у встановленому порядку. Після нанесення покриття зразки висувалися. Витрата захисного засобу, умови і час сушки відповідали нормативному документу на досліджуваний засіб вогнезахисту. Випробування проводили не менше чим на трьох зразках, виготовлених з прямошарової повітряно-сухої деревини (сосни) щільністю від 400 до 550 кг•м<sup>3</sup>.

Після візуального огляду зразків зі спученим захисним матеріалом, підраховувався коефіцієнт спучення матеріалу.

Захисний спучений шар покриття очищався по можливості, оскільки матеріал має високу адгезію. На рис. 1 чітко видно, на скільки спучився матеріал. Слід врахувати, що товщина захисного покриття становить всього 1 мм.



*Рис. 1. Зразки після випробувань: а – спучений захисний шар; б – очищена і не пошкоджена деревина*

На основі проведених досліджень та оптимізації запропоновані захисні композиції, які відносяться до негорючих, що дозволяє при їх застосуванні підвищити безпеку об'єктів і безпеку шляхів евакуації при виникненні екстремальних умов внаслідок високотемпературного впливу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз пожеж, що сталися в Україні за 8 місяців. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.undicz.dsns.gov.ua/news/171.html>
2. Підвищення вогнестійкості дерев'яних будівельних конструкцій за рахунок зниження горючості деревини / А. С. Беликов, В. А. Шаломов, Е. Н. Корж, С. Ю Рагімов // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 98 : Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве. – С. 38-44.
3. Охрана труда в строительстве : учебник / [Беликов А. С., Сафонов В. В., Нажа П. Н. и др.] ; под общ. ред. А. С. Беликова. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.

*Росточило Н. В., соискатель,  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта*

## **ЗАЩИТА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗДАНИЯХ ПРИ ЭМИССИИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ: ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ, ЭКСПЕРИМЕНТ**

В работе представлены результаты численного и экспериментального моделирования защиты воздушной среды в зданиях от проникновения с наружным воздухом опасных веществ. Данная работа относится к классу научных исследований, которые получили название за рубежом «shelter-in-place». Предлагается использовать экраны, воздушную завесу возле зданий, чтобы минимизировать концентрацию опасного вещества возле зданий и тем самым снизить концентрацию этого вещества в атмосферном воздухе, который инфильтруется внутрь здания. Представлены результаты комплекса экспериментальных исследований по оценке эффективности этого вида защиты.

Разработана специализированная численная модель, которая позволяет оценивать эффективность защитных мероприятий путем проведения вычислительного эксперимента. Разработанная численная модель включает в себя два расчетных блока:

1. Блок «*Решение аэродинамической задачи*» – это модели, на основе которых осуществляется расчет поля скорости воздушного потока в условиях застройки. Данный блок включает в себя две аэродинамические модели – модель безвихревого течения идеальной жидкости (2-D уравнение Лапласа для потенциала скорости) и модель отрывных течений идеальной жидкости [1, 3].

2. Блок «*Решение задачи массопереноса*» – расчет рассеивания опасного вещества и реагента в атмосфере в условиях застройки. В данном блоке осуществляется численное решение уравнения массопереноса примеси в атмосфере [2].

Численное интегрирование моделирующих уравнений осуществляется с помощью неявных разностных схем расщепления. Для практического пользования построенных моделей разработаны специализированные пакеты программ, которые позволяют оперативно рассчитывать эффективность данного метода защиты зданий от попадания в них опасных веществ. Особенностью разработанной системы является оперативность получения прогнозных данных – время расчета порядка 5-10 сек.

Приводятся результаты решения ряда задач для промышленных объектов Днепропетровской области.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 136 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К. : Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Biliaiev, M. (2012), “Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography”, *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. – P. 87-91.

*Діброва О. С., Барановський О. С., ад'юнкт,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України  
Кириченко О. В., д. т. н., с. н. с.,  
завідувач кафедри пожежно-профілактичної роботи Черкаського інституту  
пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ТЕМПЕРАТУРИ І СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ**

В Україні широкого застосування набувають піротехнічні вироби, які застосовуються в різноманітних областях народного господарства та військової техніки, зокрема, фейєрверочні вироби, освітлювальні, сигнальні, імітаційні тощо.

Зазначені вироби виготовляються на основі піротехнічних сумішей, що являють собою ущільнені суміші з порошків металевих палих, неорганічних окислювачів та домішок органічних речовин.

Під час спрацювання піротехнічних виробів відбувається руйнування їх металевих корпусів і відповідно, уламки металевих корпусів та розпечені частини виробів призводять до небезпеки оточуючих об'єктів за рахунок великої температури продуктів згоряння.

Відповідно до цього особливої уваги набувають питання прогнозування значень температури та складу продуктів згоряння піротехнічних сумішей. Вимірювання зазначених параметрів відбувається за рахунок методів термодинамічних розрахунків [1,2].

При проведенні термодинамічних розрахунків температури і складу продуктів згоряння піротехнічних сумішей особливістю являється те, що в зазначених розрахунках враховується значна фазова нерівноважність продуктів згоряння.

Результати проведених термодинамічних розрахунків температури і складу продуктів згоряння, враховуючи вміст в них відносного високотемпературного конденсату в залежності від зовнішнього тиску наведено в таблиці 1. При проведенні розрахунків розглядалися піротехнічні суміші такі, як метал і окислювач та враховувалися можливість утворення газоподібних і конденсованих продуктів згоряння, для яких відомі термодинамічні та кінетичні константи їх утворення. В результаті проведених розрахунків витікає, що при зростанні зовнішнього тиску від  $10^5$  Па до  $10^7$  Па температура продуктів згоряння збільшується в 1,2...1,4 рази, а вміст конденсату збільшується в 1,1...2,8 рази.

Таблиця 1.

Результати проведення розрахунків впливу зовнішнього тиску ( $P$ , Па) на температуру продуктів згоряння ( $T_z$ , К) піротехнічних сумішей і відносного вмісту в них високотемпературного конденсату ( $g_k$ ).

Піротехнічна суміш	$P, 10^5$ Па	$T_z, K$	$g_k$
Ti + Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	3344	0,31
	50	3421	0,43
	100	4598	0,76
Ti + Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	3320	0,24
	50	3400	0,33
	100	4514	0,67

Zr + KNO <sub>3</sub>	1	3939	0,48
	50	3939	0,57
	100	4693	0,68
Zr + Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	4002	0,45
	50	4002	0,54
	100	4779	0,65
Zr + Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	3986	0,39
	50	3986	0,46
	100	4783	0,58

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ващенко В. А., Кириченко О. В., Лега Ю. Г., Заика П. И., Яценко И. В., Цыбулин В. В. Процессы горения металлизированных конденсированных систем. – К.: Наукова думка, 2008 – 745 с.
2. Карпенюк В. И., Найбороденко Ю. С., Кашпоров Л. Я., Гладун В. Д. О максимальных температурах, достижимых при взаимодействии металлов с газами // Физика горения и взрыва, 1986. – № 1. – с. 26 – 29.

**УДК 614. 84**

*Дубінін Д.П., к.т.н., доцент кафедри, Лісняк А.А., к.т.н., доцент, начальник кафедри  
Національний університет цивільного захисту України*

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ В ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

У житловому секторі України кількість пожеж протягом 8-ми місяців 2017 року у порівнянні з аналогічним періодом минулого року збільшилась на 36,4 % і становить 46961, що складає 74,1 % від їх загальної кількості. Прямі збитки склали 696 млн. 646 тис. грн. (+39,0 %), що складає 53,0 % від їх загальної кількості, побічні збитки – 2 млрд. 542 млн. 828 тис. грн. (+93,4 %) що складає 64,4 % від їх загальної кількості [1].

Проведений аналіз виникнення пожеж в житлових будівлях показав, що значна частина пожеж виникають всередині будівель та споруд. Загибель людей на пожежах, в основному, відбувається на ранніх стадіях розвитку пожежі, переважно від отруєння продуктами неповного згорання. Пожежі в приміщеннях житлових будівель характеризуються насамперед, виділенням великої кількості горючих газів, високою температурою пожежі (горіння) та високим ступенем вивільнення енергії. При горінні дерев'яних конструкцій вивільняється дуже велика кількість енергії, що призводить до швидкого вигорання кисню, тому деревина починає тліти, і через недостачу кисню нагріті гази починають виділятися в великому об'ємі. В приміщеннях накопичується чадний газ, метан та водень що може супроводжуватися вибухом нагрітих газів або блискавичним розповсюдження вогню по приміщенню будівлі. Високі температури, що супроводжують процес горіння, посилюють негативний вплив продуктів горіння на

організм людини [2].

У процесі горіння речовин та матеріалів утворюється ряд токсичних продуктів згорання, які смертельно діють на організм людини при досягненні гранично допустимих значень табл. 1.

Таблиця 1. Гранично допустимі значення небезпечних факторів пожеж

Найменування, розмірність	ГДЗ
Температура $t$ , °C	70
Тепловий потік $q$ , Вт/м <sup>2</sup>	1400
Парціальна густина, кг/м <sup>3</sup> :	
– кисню O <sub>2</sub> ,	0,226 (15 %)
– оксиду вуглецю CO,	0,00116
– діоксиду вуглецю CO <sub>2</sub> ,	0,11
– хлористого водню HCl,	0,023·10 <sup>-3</sup>
– ціаністого водню HCN,	0,2·10 <sup>-3</sup>
– фосгену COCl <sub>2</sub> ,	0,2·10 <sup>-3</sup>
– оксидів азоту NO <sub>2</sub> ,	1·10 <sup>-3</sup>
– сірководню H <sub>2</sub> S,	1,1·10 <sup>-3</sup>
Дальність видимості $L_{\text{вид}}$ , м	20

Проблема захисту людей від впливу небезпечних факторів пожежі набуває все більшої актуальності, що обумовлено небезпекою отримання травм, а також небезпекою для життя людей. Виникає питання щодо проведення дослідження розвитку пожеж в приміщеннях житлових будівель, а саме параметрів таких як температура пожежі (горіння), висота нейтральної зони, інтенсивність задимлення та тривалість пожежі в залежності від горючої речовини, а також при проведенні оперативних дій з гасіння пожеж спостереження за розвитком пожежі таких явищ, як зворотна тяга, спалахування шару нагрітих газів та їх вибух [3].

Метою роботи є розроблення методики для проведення експериментального дослідження динаміки температурного режиму пожежі в приміщенні на початковій стадії. На сьогоднішній день відсутня теорія, що пояснює результати численних експериментів, які вказують зональний характер розвитку пожежі в приміщенні. Аналіз наукових праць свідчить про сучасні тенденції та напрямки вирішення завдань, пов'язаних з внутрішніми пожежами, які, як правило, в свою чергу, пов'язані з розбивкою простору приміщення, охопленого пожежею на зони та проведення відповідного розрахунку.

Управління газообміном в умовах гасіння пожежі являється важливою оперативно-тактичною задачею. Газообмін під час пожежі відіграє вирішальну роль у забезпеченні безпеки людей, що знаходяться всередині приміщення, і забезпеченні умов для організації проведення оперативних дій. Для успішної евакуації людей із зони задимлення необхідно проводити заходи щодо регулюванню положення нейтральної зони в об'ємі приміщення [4].

Розроблення методики для проведення експериментальних досліджень процесу газообміну у приміщеннях житлової будівлі дозволить визначити час та ступінь задимленості приміщення в залежності від горючої речовини, розподіл температури та висоти нейтральної зони за висотою. Дослідження процесу розвитку пожежі в приміщеннях будівель насамперед підвищить ефективність практичних працівників пожежно-рятувальних підрозділів при проведенні оперативних дій щодо організації гасіння пожеж та дозволить зменшити час при проведенні рятувальних та пошукових робіт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж (pog\_stat) за 8 місяців 2017 року. Режим доступу: [http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2017/AD\\_08\\_17.pdf](http://undicz.dsns.gov.ua/files/Статистика/2017/AD_08_17.pdf).
2. Основи тактики гасіння пожеж: [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів] / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'яно. – Харків: НУЦЗУ, 2015. – 216 с. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/377>.
3. Лісняк А.А. Підвищення ефективності гасіння пожеж твердих горючих матеріалів в будівлях / А.А. Лісняк, П.Ю. Бородич // Проблеми пожарной безопасности. – Харків, 2013. – № 34. – С. 115-119. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/1063>
4. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ МНС України № 575 від 13.03.2012 р. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0835-12>

**УДК 662.613.12:669.046.44 (024.2)**

*Кириченко О.В., д.т.н., с.н.с., Зайка П.І., к.т.н., доцент, Садлінський Ю.М.,  
магістр, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
НУЦЗ України*

### **ГОРІННЯ КОНДЕНСОВАНИХ НІТРАТНО-МАГНІЄВИХ СИСТЕМ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ЗОВНІШНІХ ТИСКАХ**

Дослідження впливу зовнішнього тиску на концентраційні межі горіння металізованих конденсованих систем (МКС) має важливе значення для визначення умов пожежовибухобезпечного функціонування різних виробів військової техніки та піротехнічних виробів різноманітного призначення.

В роботі представлені результати експериментальних досліджень залежності швидкості горіння  $U$  конденсованих систем магній + нітрат натрію від зовнішнього тиску  $P$  (до  $250 \text{ кг/см}^2$ ), а також вплив на  $U(P)$  початкової температури  $T_0$  (до  $300^\circ\text{C}$ ), коефіцієнта надлишку окислювача  $\alpha$  ( $0.15 \dots 3.5$ ) та добавок органічних речовин (парафіна, стеарина, нафталіна, антрацена) в різній кількості  $\epsilon$  (до 10%). Всі результати експериментальних досліджень були отримані на двох спеціально розроблених установках, перша з яких дозволяє проводити дослідження при  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  і  $P = 1 \dots 250 \text{ кг/см}^2$ , а друга - при сумісному впливі  $T_0 = 20 \dots 300^\circ\text{C}$  і  $P = 1 \dots 250 \text{ кг/см}^2$ . Відносна похибка вимірювання  $U$  не перевищувала 15%. Проведені дослідження дозволили встановити, що оптимальний діапазон зміни співвідношення компонентів в заряді суміші із порошків магній та нітрат натрію складає  $\alpha = 0.2 \dots 0.3$ . Показано, що при  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  збільшення зовнішнього тиску майже до  $250 \text{ кг/см}^2$  призводить до зростання швидкості горіння. Також із збільшенням  $P$  спостерігається послаблення залежності  $U(P)$ . Зменшення  $\alpha$  (з  $\alpha = 0.3$  до  $\alpha = 0.2$ ) призводить до помітного послаблення залежності  $U(P)$ . Збільшення початкової температури майже до  $300^\circ\text{C}$  не призводить до зміни загального характеру залежності  $U(P)$ , тобто і при підвищеній початковій температурі із збільшенням  $P$  спостерігається зростання швидкості горіння та послаблення всієї залежності  $U(P)$ ; при цьому, характер впливу  $\alpha$  на залежність  $U(P)$  також практично не змінюється. Вплив підвищеної початкової температури на залежність  $U(P)$  заключається в тому, що незалежно від  $\alpha$  збільшення початкової

температури призводить до помітного послаблення залежності  $U(P)$ .

Введення в суміш магніюз нітратом натрію добавок парафіна, стеарина, нафталіна, антрацена призводить, в першу чергу, до помітного зменшення швидкості горіння (особливо у випадку стеарину), що спостерігається, як при нормальній початковій температурі  $T_0=20^{\circ}\text{C}$ , так і при підвищених її значеннях (до  $300^{\circ}\text{C}$ ); при цьому, природа добавки незалежно від початкової температури практично не позначається на характері залежності  $U(P)$ . Збільшення кількості добавки в суміші призводить до більшого зменшення швидкості горіння, а також незалежно від початкової температури практично не позначається на характері залежності  $U(P)$ .

В результаті проведених експериментів також встановлено, що незалежно від  $\alpha$  ( $\alpha = 0.2\dots 3.0$ ) зменшення  $d_m$  (від  $d_m = 300$  мкм до  $d_m = 50$  мкм) призводить до посилення залежності  $U(P)$ . Збільшення  $d_N$  (від  $d_N=100$  мкм до  $d_N=500$  мкм) призводить до послаблення залежності  $U(P)$  тільки при  $\alpha < 0.4\dots 0.5$ , а при  $\alpha > 0.4\dots 0.5$  зміни  $d_N$  не позначається на характері залежності  $U(P)$ .

Проведені експериментальні дослідження впливу зовнішнього тиску на процеси горіння нітратно-магнієвих систем надають можливість прогнозувати умови пожежо-вибухобезпечного виробництва, зберігання та використання виробів на основі цих систем.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Силян Н.А., Ващенко В.А., Кашпоров Л.Я. и др. «Горение металлизированных гетерогенных конденсированных систем». М.: Машиностроение, 1982, 232 с.
2. Ващенко В.А. «Оптимізація впливу зовнішніх діянь на процеси взаємодії хвилі горіння з металізованими конденсованими системами» - Вісті АІНУ, 1995, 1, с.32-35.
3. Ващенко В.А. «Высокотемпературные технологические процессы взаимодействия концентрированных источников энергии с материалами». Монография. М.: Деп. В ВИНТИ 07.08.96, № 62 - хп96, 408 с.
4. Ващенко В.А., Краснов Д.М., Заика П.И. Исследование процессов в волне горения при обдуве потоком воздуха и вращении. – Вісник Сумського державного університету, 1998, №1(9), с. 58-67.

**УДК 614.843**

*Хілько Ю.В., к.т.н., НУЦЗУ*

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКОВОГО СКЛАДУ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ**

Одним з ефективних методів ліквідації масштабних пожеж на початковій стадії є метання вогнегасних засобів залпом, або пострілом. Для досягнення цієї мети в Україні використовують установки, які реалізовані на серії машин типу "Імпульс, - 1", "Імпульс - 2м", "Імпульс - штурм" які проводять гасіння пожежі пострілом порошкової речовини.

Але головною проблемою таких установок являється малий радіус застосування (номінальний радіус дії - 50 метрів), вони не в змозі забезпечити дальність падіння і необхідну вогнегасну концентрацію порошку в зоні горіння на віддалених відстанях

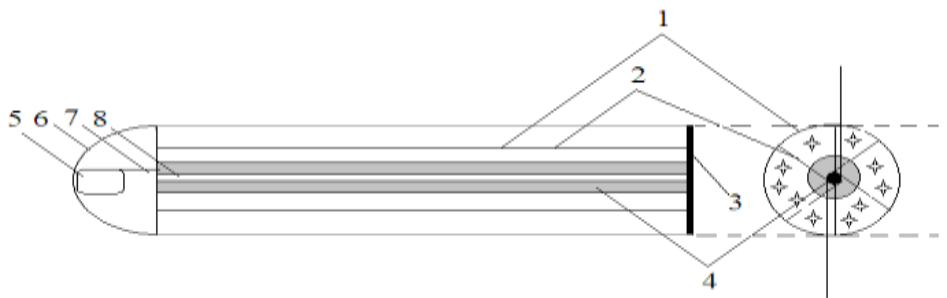
(більше 100 м). Виникають великі труднощі у вирішенні питань доставки і застосування високодисперсних порошкових сумішей, оскільки порошки конвективними потоками відносяться від осередку пожежі, не проникаючи в полум'я.

Вогнегасна ефективність контейнера з порошковим складом може бути оцінена за мінімальною величиною питомої витрати порошкового складу, що бере участь в гасінні. Інтенсивність викиду порошкового складу з внутрішньої порожнини контейнера визначатиметься як кількість вогнегасного порошку, яка викидається в одиницю часу на одиницю розрахункового параметра пожежі з внутрішньої порожнини контейнера.

Загальна витрата ВПС в контейнері визначається на основі розрахунку загальної кількості вогнегасного порошкового складу  $G$  в контейнері із заданою масою ВПС, який витрачається під час гасіння пожежі на одиницю розрахункового параметра пожежі.

До числа методів викиду ВПС з контейнера відноситься вибуховий метод викиду вогнегасних порошоків з внутрішньої порожнини контейнерів.

Виконання цього методу досягається конструктивним виконанням контейнера з багатосекційною внутрішньою порожниною (рис.1). Внутрішня порожнина розділена на секції і заповнена порошковим складом.



**Рис. 1 – Модель контейнеру з порошковим вогнегасним складом:**  
1 – корпус; 2 – розділювач секції; 3 – задня торцева частина контейнеру;  
4 – спонукальний пристрій; 5 – механізм приведення в дію спонукального пристрою; 6 – лобова частина; 7 – запальник механізму; 8 – центральна вісь.

По центру порожнини розташований спонукальний пристрій, наприклад, порохований заряд для отримання надмірного тиску у внутрішній порожнині контейнера і викиду порошкового складу з контейнера. Під час виходу з корпусу контейнера газопорошковий потік утворює вибухову хвилю; викид продуктів вибуху, утворення розпорошеної нерівномірної суміші продуктів вибуху і порошку з переважанням твердої дисперсної фази. Продукти вибуху чинять тиск на газодисперсну порошкову суміш.

При вибуху частина продуктів вибуху обволікає газодисперсну порошкову суміш і посилює передній ударний фронт продуктів вибуху, за яким насувається газопорошковий потік, що розширюється. При цьому флегматизація процесу горіння у осередку пожежі додатково до вогнегасної дії порошкових складів досягається: 1) відривом фронту полум'я від горючого навантаження; 2) дробленням фронту полум'я на окремі ділянки, що не підтримують горіння; 3) розбавленням зони горіння інертними продуктами вибуху. Досягнувши поверхні осередку пожежі, потік розділяється на дві частини. Велика частина потоку, відбиваючись від поверхні, що горить, створює низову хмару, яка забезпечує



екранування горючої речовини від теплового потоку зони горіння, ізолює його і запобігає можливості подальшого поширення горіння по усій площі покриття. Інша, менша частина потоку, на високій швидкості проникає в глибину поверхні, що горить, руйнуючи конденсовану зону, де відбувається горіння твердих речовин.

Оскільки на пожежі в основному є присутнім дифузійне горіння [2, 4], то залежність концентрації вогнегасного порошкового складу, розміщеного в контейнері, від різних чинників при дифузійному горінні після викиду порошку з контейнера можна виразити за формулою:

$$C_{pv} = \frac{\beta \cdot d \cdot PS^{SR2} \cdot \rho}{12 \cdot \varepsilon} \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт дифузії часток порошкового складу в газовому середовищі зони підготовки до горіння,  $m^2/c$ ;  $d \cdot PS^{SR2}$  – середній діаметр частки порошкового складу, м;  $\beta$  – мінімальне значення константи гетерогенної рекомбінації, при якій спостерігається гасіння полум'я,  $c^{-1}$ ;  $\rho$  – щільність частки порошкового вогнегасного складу,  $kg \cdot m^3$ .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Абдурагимов И.М. Физико химические основы развития и тушения пожаров / Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е.: учебное пособие, Москва, 1980. 255 с.
2. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность / Баратов А.Н. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. 364 с.
3. Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. Моделирование пожаров и взрывов. М.: Пожнаука, 2000. 482 с.
4. Огнетушащие порошковые средства: Сборник научных трудов. М.:ВНИИПО, 1983. 131 с.
5. Царев А.М. Стволовые установки пожаротушения контейнерного метания огнетушащих веществ / [А.М. Царев](#) // Экология и промышленность России. – 2012. № 6. - С. 4 - 9.

УДК 69.059.22:699.8

*Шкарабура І.М., Маладика І.Г., к.т.н., доц.*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

Сталеві конструкції будівель та споруд повинні проектуватися для надійного сприйняття всіх можливих навантажень і впливів. Довговічність будівель в процесі зведення забезпечується шляхом використання якісних матеріалів, дотримання технології робіт і повної відповідності проекту.

В сучасній практиці будівництва сталеві конструкції мають широке використання. Висока міцність, надійність, індустриальність виготовлення з урахуванням принципів уніфікації, стандартизації їхніх елементів, можливість

транспортування на великі відстані, малі строки монтажу, відносна легкість, у порівнянні із залізобетонними конструкціями, складають економічність використання сталевих конструкцій у будівництві.

Досвід експлуатації сталевих конструкцій свідчить про їхній достатній запас несучої здатності за умов відсутності непередбачуваних силових і високотемпературних впливів. Суттєвими причинами підвищеної небезпеки для конструкцій за таких умов розглядаються перерозподіл внутрішніх зусиль в елементах, нерівномірний нагрів і зміна характеристик міцності та деформативності матеріалу конструкцій (сталі) під час і після пожежі за умови руйнування елементів вогнезахисту (покриттів, екранів, облицювання тощо).

У відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [1], розрахунок сталевих конструкцій на вогнестійкість враховує такі етапи:

- вибір проектних сценаріїв пожежі;
- визначення відповідних температурних режимів пожежі;
- розрахунок підвищення температури в будівельних конструкціях;
- розрахунок механічної роботи будівельних конструкцій в умовах пожежі.

Розрахунок сталевих конструкцій на вогнестійкість [1] включає прикладання впливів для теплового аналізу та впливів для механічного аналізу.

Класифікація навантажень, що використовується в ДБН В.1.2-2:2006 [2], дозволяє віднести випадок пожежі до особливих впливів, тобто навантаження та впливи на будівлі та споруди внаслідок пожежі [1] класифікують як випадкові (аварійні). У відповідності з цим, для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій використовують постійні та тривалі навантаження.

Для визначення аварійної проектної ситуації на основі оцінки пожежного ризику розробляють відповідні проектні сценарії пожежі та температурні режими, які пов'язано з ними.

Для конструкцій з особливим ризиком виникнення пожежі внаслідок інших аварійних впливів (наприклад, при сейсмічних впливах) цей ризик розглядають при визначенні загальної концепції безпеки.

Для кожного проектного сценарію пожежі температурний режим пожежі у протипожежному відсіку оцінюють відповідно до 5.6 [1].

Температурний режим пожежі стосується тільки одного протипожежного відсіку будівлі, якщо інше не вказано у проектному сценарії пожежі [1].

Конструкції, для яких встановлено вимоги щодо їхньої нормативної вогнестійкості, можна розглядати за стандартним температурним режимом, якщо в нормативних документах не вказано інше [1].

Для теплотехнічного розрахунку окремої конструкції враховують розташування проектної пожежі відносно цієї конструкції.

Для зовнішніх конструкцій враховують вогневий вплив крізь прорізи у фасаді та даху.

Для зовнішніх огорожувальних стін враховують вогневий вплив зсередини (з відповідного протипожежного відсіку) і, як альтернативу, ззовні (з іншого протипожежного відсіку), якщо це необхідно.

Залежно від вибору температурного режиму використовують такі підходи [1, 3]:

– для номінального температурного режиму теплотехнічний розрахунок конструкцій виконують для визначеного проміжку часу (цей проміжок часу відповідає нормованій межі вогнестійкості конструкції [3]);

– для моделі реальної пожежі теплотехнічний розрахунок конструкцій виконується для повної тривалості пожежі, враховуючи фазу затухання.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-4-98\* [4], фактичні межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначаються при дії характеристичних значень величин навантажень, які приймаються у відповідності з ДБН В.1.2-2:2006 [2]. Величини характеристичних значень навантажень встановлюють залежно від призначення конструкцій та умов їхньої експлуатації.

Межею вогнестійкості будівельних конструкцій називають показник вогнестійкості конструкцій, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів з вогнестійкості [3]. Межа вогнестійкості знижується зі збільшенням навантажень, що діють на конструкції.

При розрахунках конструкцій на вогнестійкість необхідно враховувати, що конструкції можуть бути незахищеними, ізольованими вогнезахисним матеріалом або захищені тепловими екранами. Прикладами інших методів захисту сталевих конструкцій є їхнє наповнення водою або частковий захист в стінах або перекриттях.

Вибір конкретного способу захисту конструкцій і, відповідно, розрахунку залежить від проектувальників і власників будівель.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016. Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість – К.: Мінрегіон України, 2016. – 147 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування / Мінбуд України. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.
3. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 35 с.
4. ДСТУ Б В.1.1-4-98\*. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. – Уведено вперше. – К.: Держбуд України, 2005. – 19 с.

УДК 614.8

*Антошкін О.А., викладач, НУЦЗУ*

### **ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ЯК ЗАДАЧІ ПОКРИТТЯ**

Рішення задачі розміщення пожежних сповіщувачів як задачі покриття [1] вимагає формалізації вихідних даних у заданому вигляді. А саме, потрібні значення радіуса зон, що захищаються пожежними сповіщувачами (ПС). Однак у табл. 6.1, 6.2 [2] наведені лише максимальні відстані між сповіщувачами та від сповіщувача до стіни, які варто дотримувати незалежно від розмірів площі, що захищається ПС, яка може бути зазначена виробником у паспорті приладу.

Ілюстрація процедури формалізації для квадратної схеми розміщення наведена на рис. 1.

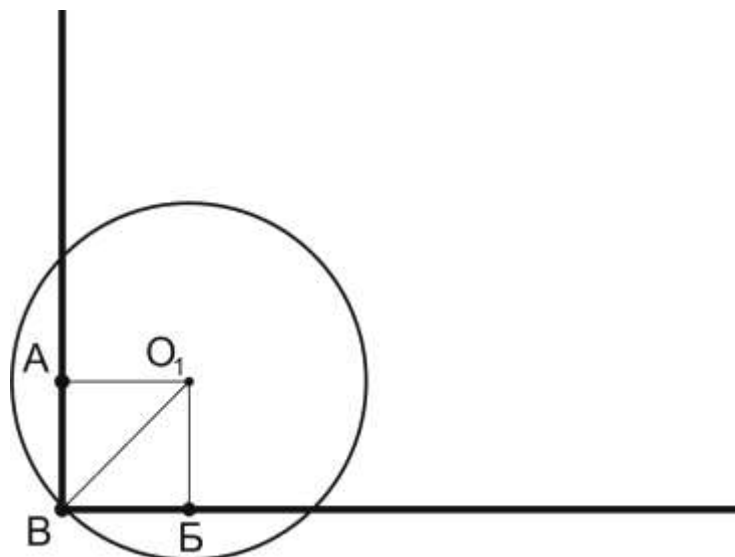


Рисунок 1 - Визначення радіуса площі, що захищається ПІ

При цьому  $\hat{AA} = \hat{AA} = 3,5 \text{ м}$ , а  $\hat{AB}_1 = \sqrt{\hat{AA}^2 + \hat{AA}^2}$  відповідно.

Тобто, на прикладі теплових ПС, у яких максимальна відстань від ПС до стіни становить 3,5 м, радіус області, яку контролює сповіщувач, складе 4,94 м.

Для перевірки правильності запропонованого підходу й отриманих з його допомогою значень можна розрахувати фактичне значення відстаней між сусідніми ПС й порівняти його з максимально припустимим (рис. 2).

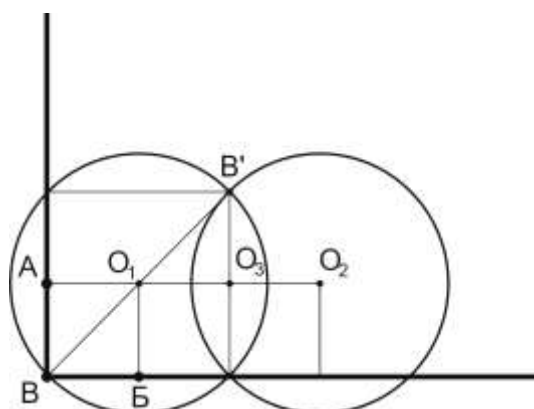


Рисунок 2 - Перевірка відповідності відстаней між сусідніми ПІ

Відстань  $\hat{I}_1\hat{I}_2$  складе

$$\hat{I}_1\hat{I}_2 = 2 \cdot \hat{AA} = 7 \text{ м} .$$

Діагональ квадрата, вписаного в коло, що покриває,  $\hat{AA} = 7 \text{ м}$ . Тоді, знаючи, що діагональ квадрата, вписаного в коло, дорівнює

$$D = \sqrt{2 \cdot a} ,$$

визначаємо фактичну відстань між сусідніми ПІ як

$$2\hat{I}_1\hat{I}_3 = \sqrt{\hat{I}_1\hat{A}^2 - \hat{I}_3\hat{A}^2},$$

де  $\hat{I}_3\hat{A} = \hat{A}\hat{A} = 3,5 \text{ i}$  .

Відповідно

$$2\hat{I}_1\hat{I}_3 = \sqrt{4,94^2 - 3,5^2} = 6,96 \text{ i} .$$

Порівнюючи отриману відстань між сусідніми ПС з максимально припустимою відстанню відповідно до [2], можна зробити висновок про те, що вимоги нормативних документів виконуються, і такий підхід до визначення значень вихідних даних для рішення задачі може бути використаний, бо результати не суперечать обов'язковим вимогам.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антошкин А.А. Особенности построения математической модели задачи покрытия в системах автоматической противопожарной защиты./ А.А. Антошкин, В.М. Комяк, Т.Е. Романова, С.Б. Шеховцов // Радиотехника и информатика. - Харьков: ХНУРЭ. - Вип. 1. - 2001. С. 75-78. - Режим доступа: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2124>

Системи протипожежного захисту: ДБН В.2.5-56-2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К. : ДП «Украхбудінформ».– 2014.– 127 с. – (Національний стандарт України).

УДК 614.843

*Заюков І. В., к.е.н., доцент, Кобилянський О. В., д. пед. наук, професор,  
Вінницький національний технічний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОЇ «РОЗУМНОЇ ТЕХНІКИ» В ПОЖЕЖОГАСІННІ**

У складних економічних умовах нашої країни спостерігаються тенденції до суттєвого збільшення кількості пожеж та, відповідно, людських та матеріальних втрат. Лише за перше півріччя поточного року порівняно з аналогічним періодом 2016 року кількість пожеж зросла на 54%, чисельність загиблих становила 1022 осіб, а матеріальні втрати склали 3,8 млрд. грн. [1].

Отже, без сучасних технологічних розробок у сфері пожежогасіння досягти суттєвого зменшення цих збитків неможливо. Одним із перспективних напрямків, є розробка та використання пожежних роботів, які дозволяють економити час і унеможливити втрати людських ресурсів, а також підвищити ефективність боротьби з пожежею, особливо, якщо є колосальна небезпека для життя і здоров'я людей, вибуху, дії радіації тощо.

Особливостями пожежних роботів є те, що вони можуть: ефективно взаємодіяти з оператором, який задає відповідні налаштування; використовуватись в різних середовищах (на землі, в повітрі, під водою) та дистанційно; забезпечувати високий рівень точності знаходження епіцентру пожежі за мінімальний термін; здійснювати моніторинг і оцінку пожежної ситуації постійно; ліквідувати пожежу будь-якої категорії складності, а при цьому також здійснювати евакуацію людей; забезпечувати комплекс заходів, які унеможливають подальше загорання; самостійно контролювати витрати вогнегасної речовини.

В економічно розвинених країнах, особливо в США, Китаї, Японії та інших країнах пожежні роботи (андроїдні, мобільні, ствольні та ін.) активно застосовуються в якості ефективної системи пожежогасіння, автоматичного пожежного захисту (особливо, якщо не можна застосовувати звичні спринклерні та дренчерні системи), автоматичного виявлення джерела загорання (оснащуються відеокамерами, сканерами, електронними протоколами з реєстрацією послідовності дій тощо).

Таким чином, з метою підвищення рівня пожежної безпеки, суттєвого зменшення збитків від втрат людських і матеріальних ресурсів в Україні варто розпочати системну роботу в напрямку розробки та широкого впровадження сучасної «розумної техніки», зокрема пожежних роботів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Офіційний сайт Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/STATISTIKA-POZHEZH.html>.

Словінський В. К., к. т. н., Пальчинська В. С.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

## РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИРІШЕННЯ МІЦНІСНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ОЦІНКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ

Для визначення межі вогнестійкості залізобетонних колон експериментально-розрахунковим методом на основі їх вогневих випробувань необхідно скористатися схемою, яка показана на рис. 1.

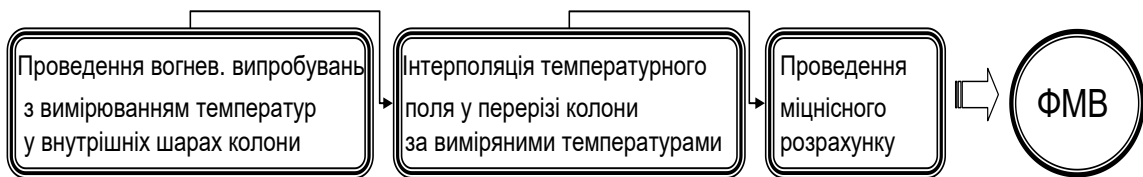


Рис. 1. Схема здійснення оцінки вогнестійкості за допомогою інтерпретації результатів вогневих випробувань.

При визначених температурних розподілах шляхом інтерполяції необхідно вирішити міцнісну задачу. Для розв'язку міцнісної задачі потрібно вибрати відповідний розрахунковий метод. Кожний метод спирається на комплекс математичних моделей, які описують його властивості та поведінку в умовах комбінованої дії механічного та температурного впливів. Крім цього, необхідно врахувати умови закріплення, а також тип та умови прикладання діючого навантаження. Нами пропонується в якості робочого розрахункового метода використовувати алгоритм, який міститься у рекомендаціях частини другої Eurocode 2 [1] у додатку В пункт В3. Даний метод вибраний з огляду на те, що він дозволяє врахувати нерівномірність прогрівання по перерізу колони, нелінійність термомеханічних властивостей компонентів залізобетону, геометричну нелінійність. При цьому даний метод є достатньо простим для його реалізації у вигляді програмного забезпечення при автоматичній обробці результатів вогневих випробувань.

Згідно з рекомендаціями даного метода розрахунок проводиться у такій послідовності.

Спочатку обчислюються температурні розподіли із побудуванням ліній ізотерм. Потім переріз розбивається на зони з приблизно однаковою температурою за побудованими лініями ізотерм.

Для подальшого розрахунку визначається площа  $A_{sij}$  і координати  $x_{ij}y_{ij}$  центра кожної зони. Використовуючи діаграми деформування бетону й арматурної сталі для кожної хвилини випробування будується графіки залежності моменту у поперечному перерізі та залежності моменту поздовжньої сили від радіуса кривизни нейтральної лінії колони, як показано на рис. 2. Графік будується при вирішенні системи рівнянь (1.).

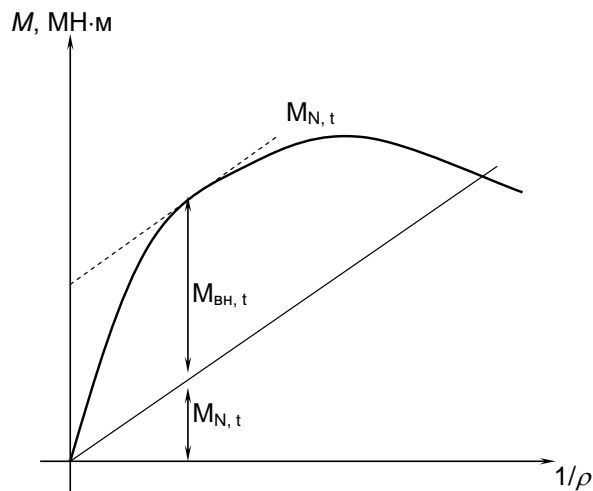


Рис. 2. Схема визначення моментів при розрахунку колони.

В кожний контрольний момент часу перевіряється умова

$$M_{вн,t} > N \cdot e_0, \quad (1)$$

де  $e_0$  – ексцентриситет прикладеного навантаження відповідно до розрахункової схеми.

Якщо умова не виконується це означає, що настає межа вогнестійкості.

Момент від зовнішнього навантаження будується при використанні формули:

$$M_{N,t} = N \cdot (1/\rho) \cdot l_0 \cdot c^{-1}, \quad (2)$$

де  $l_0 = \mu \cdot l$  – приведена довжина колони ( $\mu$  - коефіцієнт закріплення,  $l$  – довжина колони);

$c = 10$  – числовий параметр, що характеризує жорсткість системи.

Для описання термомеханічних властивостей бетону та арматурної сталі застосовуються стандартні діаграми, які описуються формулами.

Для зручності визначення межі вогнестійкості випробуваних колон графік несучої здатності будується за формулою:

$$N_{lim,t} = M_{вн,t} / e_n, \quad (3)$$

де  $e_n = \mu^2 \cdot l^2 / \pi^2$  – ексцентриситет поздовжньої сили.

Результати проведеного розрахунку показали, що розроблений алгоритм є стійким і може ефективно застосовуватися для удосконаленого методу випробувань залізобетонних колон на вогнестійкість.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1-2: General rules - Structural fire design, Brussels, 2004.
2. ДСТУ Б В.1.1-14-98. Захист від пожежі. Колони. Метод випробування на вогнестійкість. – К.: Укрархбудінформ, 2005.



*Фесенко О. О., к. т. н., доцент, Лисюк В.М., к. т. н.,  
Одеська національна академія харчових технологій*

## **ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗЕРНОСУШАРОК**

Зернопереробна промисловість є однією з найважливіших і значущих галузей України, тому що від її стабільної роботи залежить взагалі продовольча безпека держави. Сучасний розвиток зернопереробних підприємств характеризується високим науково-технічним потенціалом, освоюються нові технології і методи переробки сировини та виробництва харчової продукції. Однак цей потенціал не дозволяє досягти абсолютної безпеки і повністю уникнути аварійно-небезпечних ситуацій, оскільки навіть при нормальному протіканні технологічного процесу можливе виділення пожежо- та вибухонебезпечних речовин в повітря робочої зони і утворення небезпечних концентрацій, а також можливе самозаймання. На таких підприємствах зерносушарки відносять до одного із потенційно-небезпечних місць виникнення пожеж.

Для успішного проведення протипожежної профілактики на зернопереробних підприємствах важливо знати основні причини пожеж. На основі статистичних даних можна зробити висновок, що основними причинами пожеж на зерносушарках є організаційні та технічні причини. Так, по-перше, більшість задимлень або загорянь в процесі сушки рослинної сировини відбуваються через неправильну експлуатацію зерносушарок. В цьому велика відповідальність покладається на оператора, який обслуговує сушарки. Не зважаючи на засоби автоматики, за роботою сушарки повинен бути постійний візуальний контроль, тому що інколи можуть підвести навіть автоматичні системи контролю. Окрім того, деякі імпортні зерносушарки мають дуже складну систему керування, яка потребує для забезпечення якісного процесу сушки введення в промисловий контролер до 160 параметрів. Виходячи з вищезазначеного, оператори зерносушарок повинні мати відповідну кваліфікацію і бути ознайомленими із інструкцією по експлуатації сушарки, чітко дотримуючись регламенту та порядку роботи. Одним із важливих моментів є необхідність звертання уваги на температурні режими, при яких можна сушити ті чи інші культури, й не порушувати їх.

Наявність пилу в зерносушарках є причиною пожежної та вибухонебезпеки. Такий пил з'являється внаслідок тертя зерна і при впливі високих температур. У випадках, коли пил накопичується й не прибирається, при попаданні іскри він обов'язково спалахує. Олійні культури особливо небезпечні в цьому плані. А сама іскра може з'явитися внаслідок неякісного теплоагента. Вирішити ці питання можливо за рахунок очищення зерна (хоча не завжди це виконується), а також прибираючи пил, очищуючи, згідно вимог інструкції, сушарку від накопиченого сміття. Спеціалісти елеваторів також рекомендують повне скидання зерна або соняшника, щоб уникнути злежування рослинних культур.

В деяких випадках причиною загоряння сушарок можуть бути конструктивні недоліки. До них відносять: 1) пальники, якщо вони виконані із неякісних матеріалів; 2) нещільності в конструкції; 3) наявність в сушарках ДСП старого зразка горючого утеплюючого шару.

Відповідно до ВБН-АПК-03.07 та ДСТУ Б В.1.1-36:2016 приміщення зерносушарок (без топкового приміщення) за категорією з пожежної та вибухопожежної безпеки відноситься до категорії Б, а топкове приміщення – Г [1].

Щороку перед початком збирання врожаю зерносклади та зерносушарки перевіряються власником на відповідність вимогам пожежної безпеки. Виявлені недоліки в протипожежному стані необхідно усувати до початку сушіння та приймання зерна. В свою чергу, персонал при експлуатації сушарок повинен суворо дотримуватись діючих правил пожежної безпеки для підприємств в даній галузі. Обслуговуючий сушарку персонал допускається до роботи після інструктажу з правил пожежної безпеки при роботі на сушарках.

На сьогодні Державною службою України з питань праці підготовлено проект "Правил охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна", які розроблено на заміну чинного до теперішнього часу НПАОП 15.0-1.01-88 "Правила техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах по зберіганню та переробці зерна Міністерства хлібопродуктів СРСР", так як останній потребує перегляду та доопрацювання в межах вимог діючого законодавства України [2,3]. Згідно цих документів перед початком роботи зерносушарки оператор зобов'язаний підготуватися і особисто оглянути сушильний агрегат: аварійні клапани скидання зерна, всі зони зерносушарки і видалити все зернове сміття. Агрегат при цьому повинен бути виключений. Переконатися в цілісності та герметичності сушарки. Додатково оглянути газове обладнання на предмет витoku газу / палива. Переконатися в працездатності технологічних маршрутів подачі і відведення зерна в зерносушарці. Як мінімум кожні 15 хв. необхідно оглядати зерносушарку, так як багато засобів захисту (на перегрів, загоряння, зупинку руху зерна та ін..) можуть некоректно спрацьовувати. Спільно з лабораторією оператор керує температурними режимами і експозицією зерносушарки.

Якщо оператор сушарки побачив ознаки загоряння, він повинен: погасити вентилятори і пальник; повідомити керівництво про ситуацію; приступати до локалізації, чітко оцінивши рівень небезпеки. У випадку, коли загоряння було визначено із запізненням, рекомендується відразу випускати зерно локально з тієї зони сушарки, де воно загорілося. Повторний пуск сушарки дозволяється тільки після усунення причин загоряння.

Людський фактор є однією із вагомих причин пожеж, тому, щоб персонал сушарок не розгубився, необхідно якісно проводити навчання з питань пожежної безпеки, організовуючи тренувальні заходи щодо порядку дій кожного працюючого на випадок техногенної надзвичайної ситуації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ВБН-АПК-03.07. "Перелік будівель і приміщень підприємств агропромислового комплексу України із встановленням їх категорій з вибухопожежної небезпеки та класів вибухопожеженебезпечних зон за ПБЕ". Режим доступу <http://dnor.com.ua/>
2. Проект наказу Міністерства соціальної політики України "Про затвердження Правил охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна" від 02.11.2016 р. Режим доступу <http://dsp.gov.ua>
3. НПАОП 15.0-1.01-88. "Правила техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах по зберіганню та переробці зерна Міністерства хлібопродуктів СРСР".

*Ференц Н. О., к. т. н., доцент,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

## **КАТЕГОРУВАННЯ ГАРАЖІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ**

Основним показником рівня пожежної небезпеки виробничих приміщень, будівель та зовнішніх установок є категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Нормативні вимоги до конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, необхідність улаштування систем протипожежного захисту (пожежної сигналізації, пожежогасіння, легкоскридних конструкцій тощо) встановлюються на основі категорій приміщень, будинків і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

З 1 січня 2017 року в Україні вступив в дію новий нормативний документ з категорювання – ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [1]. Правильний вибір категорії виробничих приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою дає можливість встановити оптимальне співвідношення між безпекою виробництва і розміром капіталовкладень на його проектування та експлуатацію.

Основні положення і вимоги до об'ємно-планувальних рішень, до інженерного обладнання автостоянок і гаражів, які призначені для постійного та тимчасового зберігання легкових автомобілів та інших транспортних засобів з двигунами, що працюють на бензині та дизельному паливі регламентуються ДБН В.2.3–15:2007 [2]. Згідно з вказаним документом [2] п. 6.6 будинки гаражів та приміщення для зберігання автомобілів за вибухопожежною і пожежною небезпекою відносять до категорії В. Однак, результати розрахунку надлишкового тиску вибуху у приміщеннях для зберігання автомобілів показали, що значення надлишкового тиску значно перевищують 5 кПа. Тобто приміщення для зберігання автомобілів слід віднести до категорії А – вибухопожежонебезпечна.

З метою зниження категорії приміщення для зберігання автомобілів з А (вибухопожежонебезпечна) до В (пожежонебезпечна) необхідно зменшити кількість парів, які утворюються при розливі легкозаймистих рідин і утворюють вибухопожежонебезпечне горюче середовище при можливих аваріях.

У роботі розглянуто інженерно-технічні пристрої, які є ефективними для зменшення кількості парів і зниження категорії. Зокрема, для приміщення зберігання автомобілів зменшення площі випаровування можна досягти шляхом встановлення у приміщенні піддонів з бортиками, у яких у випадку аварії буде знаходитися розлита рідина.

Таким чином, комбінуючи площу випаровування та аварійну вентиляцію можна зменшити кількість парів легкозаймистих рідин і знизити категорію приміщення зберігання автомобілів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ Б В.1.1–36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
2. ДБН В.2.3–15:2007. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів.

*Герасименко Р. І., Черненко О. М., к. мед. н., Пархоменко Т. В.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ДО ПИТАННЯ ПРО СТАН ТА РІВЕНЬ НЕБЕЗПЕК В СУЧАСНІЙ ДЕРЖАВІ**

Україна – сьогодні найкритичніший регіон Європи із техногенного навантаження, що у 5 – 6 разів перевищує середньоєвропейський рівень. На території нашої держави розміщено понад 8 тисяч потенційно – небезпечних об'єктів.

Окрім цього Україну, як і інші країни світу постійно накривають не керовані людиною, небезпечні явища природи, які руйнують і знищують матеріальні цінності та призводять до загибелі і травмування людей.

Також гостро поставленні локальні військові конфлікти, де застосовується зброя.

Розглядають також безпеку суспільства в цілому та окремого індивіда (соціальна та індивідуальна безпека). Усі перелічені вище рівні безпеки тісно взаємопов'язані і взаємопідпорядковані (наприклад, неможливо забезпечити безпеку певного регіону, якщо в цілому країні загрожує певний вид небезпеки).

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

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

У загальному розумінні, категорію «безпека» можна трактувати як стан захищеності життєво важливих інтересів усіх об'єктів безпеки (держави, суспільства, особистості) від реальних чи потенційних, різних за своїм походженням, зовнішніх та внутрішніх небезпек:

- політичних;
- економічних;
- військових;
- інформаційних;
- екологічних тощо.

При забезпеченні техногенної безпеки необхідно враховувати потенційну техногенну небезпеку, що пов'язана із наявністю серед об'єктів техносфери таких, раптові порушення технічних та технологічних процесів на яких можуть стати причиною виникнення значних за масштабами аварій чи катастроф.

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

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

### **Виділяють заходи щодо:**

- попередження НС (тобто дана подія ще не відбувається, проте існує ймовірність її настання), у разі якщо затрати на попередження будуть менші за збитки, завдані даною негативною подією;
- пом'якшення наслідків НС (тобто зменшення їх масштабів), коли визріли умови для даної події чи вона вже відбувається;
- ліквідації наслідків, тобто відновлювальні роботи аж до нормального функціонування суспільно-господарського комплексу.

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

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

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

- оцінка рівнів ризику настання тих чи інших НС на конкретних територіях чи окремих об'єктах. Має на меті, по-перше, подальшу розробку заходів із зниження ризику до прийняттого рівня, і, по-друге, розробку сценаріїв реагування на НС в разі їх настання;
  - класифікація об'єктів підвищеної небезпеки відповідно до рівнів їх ризику, потужності та оточення за ступенем їх небезпечності;
  - класифікація природних явищ відповідно до рівнів їх настання, масштабів локалізації в просторі та часі і зони їх розташування по ступеню небезпеки;
  - класифікація ситуацій на/та довкола об'єктів підвищеної небезпеки та територіях по рівню режиму ситуативного реагування (повсякденний, підвищеної готовності, надзвичайної ситуації, надзвичайний стан);
  - розробка сценаріїв попереджувальних дій та дій по ліквідації негативних наслідків відповідно до рівнів ситуативного реагування на об'єктах та територіях;
  - розробка нормативно-правової бази управління екологічною безпекою;
  - розробка економічних механізмів запобігання та відшкодування збитків від техногенної та природної небезпеки;
  - формування матеріальних, фінансових та людських резервів для ситуативного реагування по сценаріях запобігання та ліквідації НС.

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

### **ЛІТЕРАТУРА**

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

*Мотрічук Р. Б., головний інспектор відділу запобігання надзвичайним ситуаціям  
Управління ДСНС України у Черкаській області,  
Кириченко О. В., д.т.н., с.н.с.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РОЛІ ДЕРЖАВНОЇ І НЕДЕРЖАВНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Підставою дослідження даної теми стало схвалення Кабінетом Міністрів України «Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» (розпорядження від 25 січня 2017 р. № 61-р) та загальнодержавний курс, спрямований збільшення сил цивільного захисту, розширення повноважень органів місцевого самоврядування і створення передумов для оперативного, якісного та швидкого реагування на надзвичайні події.

Загальна статистика каже наступне. Кожного року області виникає значна кількість пожеж. Для ліквідації в області організовано залучення всіх (державної, місцевої, відомчої та добровільної) видів пожежної охорони.

Аналізуючи стан з пожежами в області та наслідків від них за 2016 рік слід навести ряд основних статистичних показників. Так, у Черкаській області

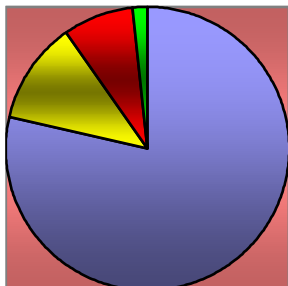
- зареєстровано **1322** пожежі (5,4%);
- матеріальні втрати, завдані пожежами складають **268** млн. **160** тис.грн. (-25,2%);
- внаслідок пожеж загинуло **60** осіб (-1,6%);
- травмовано **42** особи (-8,7%);
- знищено та пошкоджено **870** будівель та споруд (-4,9%), **180** одиниць автотехніки (27,7%).

Упродовж 2016 року пожежно-рятувальними підрозділами Управління на пожежах було врятовано **25** осіб, **635** будівель, **66** одиниць автотехніки, **510** т.кормів та матеріальних цінностей збережено на суму **116** млн. **167** тис.грн.

*До гасіння пожеж залучались підрозділи державної пожежної охорони (Управління ДСНС України у Черкаській області), місцевої пожежної охорони (місцеві пожежні команди створені у сільських/селищних радах) добровільної пожежної охорони (створені у підприємствах, установах, організаціях), та відомчої.*

*Для оперативного реагування на надзвичайні події у кожному районі області розроблено плани залучення сил та засобів, відповідно до яких оперативно-диспетчерською службою оперативно-координаційного центру визначаються та направляються найближчі підрозділи пожежної охорони.*

*Для ліквідації пожеж залучались підрозділи:*



- державної пожежної охорони - 1156 разів;
- місцевої пожежної охорони – 171 раз;
- добровільної пожежної охорони – 122 рази;
- відомчої пожежної охорони – 23 рази.

Наведений аналіз чітко вказує роль державної та недержавної пожежної охорони на теперішній час. Місцева відомча та добровільні формування залучаються,

здебільшого, як первинна ланка гасіння пожежі, або у якості допоміжних. На сьогоднішній день підрозділи державної пожежної охорони являють собою основну рушійну силу спрямовану на ліквідацію надзвичайних подій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України
2. Офіційна статистика виникнення пожеж на території Черкаської області
3. Розпорядження КМУ від 25 січня 2017 № 61-р «Про сзвалення стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій»

#### УДК 614.8

*Куценко С. В. к. т. н., доцент, Землянський О. М., к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ПРИ ПЕРЕРІЗАННІ БАГАТОЖИЛЬНИХ ПРОВОДІВ**

Під час пожежогасіння, при неможливості відключення об'єкту від електричної мережі за допомогою апаратів комутації, або з метою зменшення часу відключення доводиться здійснювати аварійне знеструмлення шляхом перерізання проводів. В роботі [1] наведено, що в житловому секторі існує проблема знеструмлення будівель, ввід яких виконаний самонесучим ізольованим проводом марки СПІ чи кабелем, та обґрунтовано необхідність розробки інструментального засобу, який дозволить в аварійному режимі безпечно знеструмити об'єкт.

Для електричних мереж характерні різного роду аварійні ситуації, зокрема перевантаження, короткі замикання різних видів, обриви електричних проводів, поява великих перехідних опорів у місцях комутації. Існує ряд способів виявлення аварійного режиму роботи електрообладнання. Зокрема, для виявлення короткого замикання та знеструмлення мережі використовують автоматичні вимикачі, запобіжники та різного роду мікропроцесорні апарати. Час спрацювання зазначених апаратів залежить від сили струму, що виникає під час короткого замикання. А точніше від різниці між номінальним значенням сили струму апарату та струмом короткого замикання, чим різниця струму більша тим раніше відбудеться спрацювання. Мінімальний час спрацювання мікропроцесорних апаратів захисту може становити 50 мс.

Оскільки основна задача автоматичних вимикачів, запобіжників, мікропроцесорних апаратів - захист електричної мережі, то до часу виявлення аварійного режиму додається час протягом якого відбувається розмикання електричного кола. Використання таких апаратів захисту не дозволить визначити наявність короткого замикання з незначним підвищенням сили струму в 1,5-4 рази вище номінального значення і тривалістю менше 50 мс.

Існують інші способи виявлення аварійних режимів роботи електрообладнання використовуючи значення сили струму, що виникає в різних проводах електричного кола. Зокрема в роботі [3] для виявлення та ідентифікації аварійного режиму запропоновано використовувати MLP або RBF нейрону мережу. Спосіб дозволяє визначити пошкоджену ділянку та тип аварій на основі даних діючого значення сили струму кожної фази трифазної системи. Проте даний спосіб має ряд недоліків, зокрема обмежену кількість видів аварійних режимів, що виявляються, та характерну для електронних вимірювальних приладів інертність.

Для виявлення аварійних режимів пропонується використовувати миттєві значення сили струму та напруги отримані за допомогою двоканального осцилографа. Один канал осцилографа приєднано до мережі в якості вольтметра, паралельно до споживача електричної мережі. Другий канал приєднано до спеціального шунтуючого резистора встановленого послідовно в коло.

Для кожного виду аварійного режиму роботи електромережі характерний свій перехідний процес. В такому випадку за зміною осцилограми напруги та сили струму можливе виявлення аварійного режиму роботи електроустановки. Крім того аналізуючи осцилограми напруги та сили струму електромережі можна виявити перехідні процеси, характерні для аварійного режиму роботи електромережі, що тривали декілька мс.

Отже, для захисту експериментальної установки та дослідника в коло експериментальної установки варто встановити запобіжник або автоматичний вимикач. А для виявлення аварійного режиму роботи електромережі використовувати дані отримані за допомогою осцилографа.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Мирошник О.М., Землянський О.М. Аспекти знеструмлення приватних домоволодінь Збірник наукових праць «Пожежна безпека: теорія і практика» – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2014 р., – №17 – С.73-77
2. Наказ МНС України від 07.05.2007 №312 „Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України”.
3. Kamran Hosseini Short Circuit Fault Classification and Location in Transmission Lines Using A Combination of Wavelet Transform and Support Vector Machines / Kamran Hosseini //International Journal on Electrical Engineering and Informatics - Volume 7, Number 2, June 2015 Режим доступу: <http://www.ijeei.org/docs-1989203596559ce1a35ffd5.pdf>

*Мосов С. П., доктор військових наук, професор,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **БЕЗПІЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ЯК ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ ТА МОЖЛИВИХ МІСЦЬ ЇХ ВИНИКНЕННЯ**

Сфера застосування безпілотних авіаційних комплексів (далі – БПАК) в інтересах забезпечення пожежної безпеки, виявлення пожеж і місць їх ймовірного виникнення є досить новою для нашої держави. Це пов'язано, у першу чергу, з тим, що застосування БПАК вимагає спеціальної підготовки операторів, технічного супроводження під час їх експлуатації тощо. Мають місце приклади застосування БПАК у низці країн для вирішення локальних завдань, пов'язаних з дистанційним зондуванням пожеж чи можливих місць їх виникнення, а також приклади створення проблем пожежникам під час гасіння пожеж з боку аматорів, які використовують безпілотні літальні апарати (далі – БПЛА) для спостереження за пожежами для особистого піару або інформування про пожежу населення шляхом викладання відеоматеріалів у соціальні мережі.

Основне використання БПАК, як показує світовий досвід, було пов'язане з виконанням бойових завдань: повітряна розвідка, цілевказівка, нанесення ударів з повітря, коректування артилерійського вогню, радіоелектронна боротьба тощо [1, 2].



Такі можливості обумовленні дальністю їх дій на відстань тактичної, оперативної та стратегічної глибини.

Пріоритет у розвитку БПАК був обумовлений як питаннями економічної ефективності, так і питаннями максимального використання новітніх технічних можливостей БПЛА, що було неможливим для пілотованої авіаційної техніки в зв'язку з існуванням у льотчика фізіологічної межі.

Згодом активне поширення різноманітних за розмірами та функціями БПЛА в цивільній сфері дозволило розглянути питання їх застосування для вирішення завдань, пов'язаних із пожежною безпекою та гасінням пожеж. Відомі перші спроби застосування БПЛА. Одним з таких прикладів є використання у Великій Британії пожежною службою Манчестера невеликого за розмірами та вагою квадрокоптеру Aeryon SkyRanger. БПЛА оснащений інфрачервоною камерою і здатний знаходитися в повітрі до 40 хв. на висоті до 3 км [3]. Основна висота при цьому обмежена 120 м відповідно до виконуваних завдань. Управління безпілотним літаком здійснюється дистанційно. Передавання інформації з борта БПЛА відбувається в масштабі реального часу з її виведенням на екран звичайного планшета. Використання інфрачервоної камери дозволяє пожежникам спостерігати за розвитком пожежі в умовах турбулентності атмосфери, що обумовлена задимленістю.

Для вирішення завдань дистанційного зондування з повітря місць виникнення пожеж і спостереження за розвитком пожеж в умовах перенасичення міста хмарочосами в ОАЕ студентами Університету науки і технологій емірату Аджман розроблений БПЛА, оснащений приладом нічного спостереження [4]. Завдяки компактним розмірам БПЛА планується розміщати на автомобілі екіпажу служб порятунку.

Університет Меріленда (США) вивчає можливості використання БПЛА в Південній Африці для вирішення низки завдань, до переліку яких входять і завдання виявлення пожеж. Передбачається застосування безпілотних літаків для виявлення вогнищ чи диму. Ураховуючи просторові межі місцевості, огляд яких здійснюється рейнджерами, для виявлення джерела диму може знадобитися декілька годин. Застосування БПЛА дозволить вирішити це завдання протягом декількох хвилин чи десятка хвилин [5].

Активно використовуються БПЛА в системах пожежної охорони Німеччини, Франції та інших країн Європи.

Офіційний досвід застосування БПАК в Україні досить обмежений. Активне застосування різноманітних аматорських БПЛА відбувалось фактично під час ведення бойових дій у південно-східному регіоні нашої країни в зоні проведення АТО. Це неодноразово висвітлювалося різноманітними ЗМІ.

Сфера пожежної безпеки не стала виключенням у питанні використання можливостей БПАК. На теперішній час на технічному забезпеченні пожежних не має БПЛА, незважаючи на те, що ці засоби стали досить доступні за ціною, хоча приклади їх аматорського застосування є – під час пожежі під Києвом на початку вересня 2015 р.

Розв'язання питання щодо використання БПАК в інтересах забезпечення потрібного стану пожежної безпеки, виявлення та гасіння пожеж слід розглядати у двох площинах. По-перше, треба визначити сукупність завдань, що мають покладатися на БПЛА, і задати вимоги до корисного навантаження, яке буде забезпечувати виконання спеціальних завдань. При цьому має бути створені система підготовки та підвищення кваліфікації операторів БПЛА, технічних спеціалістів з питань експлуатації та ремонту БПАК, навчальний полігон тощо. По-друге, застосування БПЛА змінює ситуацію в повітряному просторі, коли під час гасіння пожежі задіюються вертольоти та літаки, що

вимагає організації відповідної взаємодії в межах повітряного простору над місцем пожежі.

На наш погляд, до завдань, що мають покладатися на БПЛА в інтересах забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки, виявлення та гасіння пожеж у денний та нічний час, у різні періоди року, слід віднести: спостереження за пожежною обстановкою в повсякденних умовах; виявлення місць загоряння та появи диму; розвідка пожежі; спостереження за динамікою та місцевістю розповсюдження вогню; спостереження за процесом гасіння пожежі; виявлення людей і тварин, що знаходяться в периметрі пожежі; оцінка результатів гасіння пожежі; оцінка збитків від пожеж.

Враховуючи час доби та пору року, а також турбулентність атмосфери, викликані погодними умовами чи димом, корисне навантаження БПЛА має забезпечувати отримання інформації в масштабі реального часу. Засобами корисного навантаження мають стати цифрові камери високої та невисокої розрізненості, що мають діяти у видимому та інфрачервоному діапазонах довжини хвиль. Камери високої розрізненості дозволять виявляти місця загоряння та появи диму, а також виявляти людей і тварин у периметрі пожежі, що особливо актуально в умовах гасіння лісових пожеж. Камери невисокої розрізненості доцільно використовувати за умов спостереження за динамікою розповсюдження вогню. Від вимог щодо розрізненості здатності камер залежать характеристики та вартість побудови каналу передачі інформації з борта БПЛА.

У період денного часу та за умов відсутності турбулентності атмосфери (дощ, сніг, туман, димка тощо) можна використовувати камеру у видимому діапазоні довжини хвиль. У сутінках і в період нічного часу, а також за умов турбулентності атмосфери доцільно використовувати камеру в інфрачервоному діапазоні довжини хвиль.

Для найкращого використання БПЛА мають бути визначені їх вид (вертолітний чи літаковий) та необхідні висоти їх застосування в інтересах виконання зазначених вище завдань.

Передавання інформації оператору в масштабі реального часу вимагає наявності відповідного радіоканалу та приймального обладнання, яким може стати або планшет, або переносний комп'ютерний пристрій.

Уведення в систему технічного забезпечення професійних пожежних чи державних пожежно-рятувальних частин (загонів) БПАК вимагає кадрового та навчально-методичного забезпечення. Враховуючи зручне географічне розташування Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля – центральна частина України – та наявність доступних полігонних умов, доцільно здійснювати підготовку та допідготовку операторів БПЛА, спеціалістів з експлуатації та ремонту БПЛА на базі інституту. Полігон щодо підготовки операторів БПЛА має бути побудований у районі м. Черкаси. Разом з цим, основна підготовка таких фахівців має здійснюватися із застосуванням спеціальних автоматизованих програмно-технічних комплексів (симуляторів) і відеофільмів з реальних пожеж.

Прийняття в найближчому майбутньому до складу системи технічного забезпечення пожежних БПАК є питанням актуальним і має гарну перспективу, враховуючи підпорядкованість Державної служби України з надзвичайних ситуацій МВС України. Національна гвардія вже має досвід використання БПЛА для вирішення військових завдань у ході антитерористичної операції, а керівництво МВС добре володіє цим питанням.

Суть іншого питання, що має паралельно вирішуватися з перспективою постачання БПАК пожежним, полягає у вирішенні питань управління повітряним рухом під час гасіння пожеж, коли поряд з вертольотами та літаками для гасіння вогню

будуть використовуватися БПЛА спеціального призначення. Сьогодні вже відомі приклади створення завад процесу гасіння пожеж з використанням аматорами БПЛА для зйомок пожеж.

Так, наприклад, у США в окрузі Сан-Бернардіно внаслідок застосування аматорами квадрокоптерів для спостереження за пожежею, що мала місце в липні 2015 року, повітряні судна не змогли своєчасно прилетіти із-за створення завад у повітрі. Літаки вимушено викидали розчин для гасіння пожежі занадто рано, а вертольоти не могли піднятися в небо, щоб виконати роботу. БПЛА міг потрапити під гвинт и призвести не лише до аварії вертольоту, а також до його катастрофи із загибеллю людей [6].

Підводячи підсумок, треба наголосити, що настав час активного застосування БПЛА як вертолітного, так і літакового типів для оперативного вирішення низки завдань, пов'язаних із забезпеченням потрібного стану пожежної безпеки в Україні, виявленням та гасінням пожеж.

Подальші дослідження мають відбуватися за напрямками, пов'язаними з розробкою концепції застосування БПАК у ДСНС; розробкою чи закупівлею готових БПАК, призначених для виконання вище зазначених завдань; із створенням системи підготовки фахівців з питань застосування, експлуатації та ремонту БПАК, як окремого напрямку підготовки в Черкаському ІПБ ім. Героїв Чорнобиля; створення навчального полігону для підготовки, допідготовки та підвищення кваліфікації операторів БПЛА; створення спеціалізованих підрозділів у складі пожежно-рятувальних частин (загонів) чи професійних пожежних частин, діяльність яких буде пов'язана з використанням БПАК.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мосов С. Беспилотная разведывательная авиация стран мира: история создания, опыт боевого применения, современное состояние, перспективы развития: [монография] / С. Мосов. – К.: Изд. дом “РУМБ”, 2008. – 160 с.
2. Застосування безпілотних літальних апаратів у військових конфліктах сучасності / [Ю.К. Зіатдінов, М.В. Куклінський, С.П. Мосов, А.Л. Фещенко та ін.]. – К.: Вид. дім “Києво-Могилянська академія”, 2013. – 248 с.
3. Пожарная служба Манчестера использует дронов с инфракрасной камерой. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://maxpark.com/community/7024/content/3749908>.
4. Пожарные дроны для тушения небоскребов создали в ОАЭ. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mir24.tv/news/hi-tech/11276469>.
5. Дроны: Дроны смогут хорошо послужить в Африке. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mforum.ru/news/article/113459.htm>.
6. \$75 тысяч за информацию об операторах дронов, которые мешают пожарным. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://shazoo.ru/2015/07/30/32124/75-tysyach-za-informaciyu-ob-operatorah-dronov-kotorye-meshayut-pozharnym>.

*Антонюк М. С., Григор'ян Б. Б., к. т. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГІПСОВИМИ ПЛИТАМИ**

Розширення сфери використання гіпсових будівельних матеріалів спричинило потребу у поглибленому вивченні їх характеристик вогнестійкості та розробці рекомендацій щодо використання плитних виробів в якості вогнезахисту для будівельних конструкцій, до яких висуваються вимоги пожежної безпеки.

Гіпсові будівельні матеріали належать до класичних вогнестійких. Це пояснюється наявністю у них приблизно 20% зв'язаної кристалізаційної води. Під впливом пожежі ця вода випаровується, гіпс зневоднюється. При цьому витрачається енергія, поширення пожежі уповільнюється внаслідок утворення парової завіси між вогнем та гіпсовим будівельним матеріалом.

Для нагрівання, випаровування і десорбції кристалізаційної води, наприклад, з 1 м<sup>2</sup> гіпсової плити завтовшки 15 мм, витрачається приблизно 8400 кДж.

Окрім протипожежної дії, зневоднений гіпс виконує функцію ізолятора, оскільки його теплопровідність нижча, ніж не зневодненого гіпсу.

В Українському науково-дослідному інституті пожежної безпеки на замовлення ТОВ «Кнауф Гіпс Київ» проведено дослідження гіпсокартонних плит в якості вогнезахисних оздоблювальних матеріалів будівельних конструкцій. Результати досліджень було представлено на спеціалізованій конференції у Німеччині і опубліковано у фахових виданнях [2]. У галузі нормативно-методичного забезпечення розроблено низку державних стандартів України на вогнезахисні покриття з використанням гіпсокартонних плит, наприклад ДСТУ Б В.1.1-8:2003 «Підвісні стелі. Метод випробування на вогнестійкість» і Рекомендації з проектування та улаштування гіпсокартонними плитами «Кнауф» перегородок, до яких пред'являють вимоги пожежної безпеки, та вогнезахисту будівельних конструкцій [3].

Для прийняття рішення щодо застосування засобів вогнезахисту слід враховувати конструктивні, експлуатаційні, технологічні та техніко-економічні фактори.

Одним з головних завдань, що стоять перед інженерами-проектувальниками вогнестійких будівельних конструкцій є визначення оптимальних значень товщини шарів вогнезахисних матеріалів конструкції. Оптимальна товщина відповідає мінімальній товщині шару матеріалу, яка забезпечує належну межу вогнестійкості конструкції [3].

Рекомендації з проектування та улаштування гіпсокартонними плитами «Кнауф» перегородок, до яких висуваються вимоги пожежної безпеки та вогнезахисту конструкцій розроблено для виконання вимог нормативних документів, зокрема ДБН В.1.1-7-2016 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва», якими встановлено вимоги до:

- вогнестійкості перегородок, підвісних стель, колон;
- показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів (горючість, займистість, поширення полум'я, димоутворення).

Сфера застосування Рекомендацій поширюється на такі матеріали: гіпсокартонні плити «Кнауф», гіпсові позагребневі плити «Кнауф», плити «AQUA-PANEL Cement Board Indoor», плити «Knauf Fireboard», та на проектування, монтаж і

експлуатацію будівельних конструкцій із застосуванням наведених вище матеріалів у будинках і спорудах житлового, громадського, адміністративно-побутового, виробничого та іншого призначення, під час будівництва, реконструкції, реставрації, ремонту в усіх температурних зонах України.

У Рекомендаціях надаються загальні характеристики плит «Кнауф», їх класифікація, фізико-технічні показники, показники пожежної безпеки.

Ключовим моментом у Рекомендаціях є конструкційні рішення перегородок, підвісних стель та колон.

Розглянуто питання регламенту робіт із вогнезахисту та порядок монтажу конструкцій з ГКП «Кнауф».

Важливою являється представлена методика розрахунку потрібних матеріалів для влаштування вогнезахисних конструкцій.

Рекомендації містять питання контролю якості монтажу та особливостей приймання змонтованих конструкцій із ГКП «Кнауф», умов експлуатації конструкцій, особливостей транспортування та зберігання ГКП, охорони праці та навколишнього середовища.

Рекомендації призначені для працівників проектних, будівельних організацій, інших фахівців, діяльність яких пов'язана із створенням об'єктів будівництва різного призначення та їх вогнезахисту.

#### ЛІТЕРАТУРА.

1. Захарченко П.В., Гавриш О.М., Володин О.О. Застосування будівельних виробів на основі гіпсових в'язучих в якості протипожежних захисних конструкцій //Наук. Вісник УкрНДІПБ. – 2008 № 17.
2. Tagungsbericht der 1. Weimarer Gipstagung (30-31 Maerz 2013).
3. Рекомендації з проектування та влаштування гіпсокартонними плитами «Кнауф» перегородок, до яких пред'являються вимоги пожежної безпеки та вогнезахисту будівельних конструкцій // Схвалено Міністерством регіонального розвитку та будівництва України (Лист №24Е11/905/0/6Е11).
4. Страхов В.Л., Крутов А.М., Давыдкин Н.Ф. Огнезащита строительных конструкций /Под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.:Информационно-издательский центр ТИМР, 2010.

#### УДК 504.05

*Головченко С. І., к. е. н., Загороднюк В.С.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### **ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА ТА КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Проблема надзвичайних ситуацій техногенного характеру стає глобальною за своїми масштабами, торкаючись не тільки національних, але й міжнародних інтересів. Таке становище змушує постійно шукати нові, більш досконалі методи та способи забезпечення захисту цивільного населення в державі. Велика кількість існуючих запасів отруйних та радіоактивних речовин, а також синтез їх нових видів, велика мережа складів та трубопроводів з сильнодіючими отруйними речовинами, використання сильнодіючих отруйних речовин під час терористичних актів тощо,

вимагає вдосконалення знань співробітників ДСНС щодо контролю небезпеки навколишнього середовища.

Під час виконання поставлених завдань особовий склад ДСНС повинен контролювати навколишнє природне середовище і постійно захищати себе від небезпечних чинників. Всі способи контролю стану повітря поділяються на чотири групи:

- 1) технічний спосіб;
- 2) поява запаху, невластивого для такої ситуації;
- 3) поява кольору хмари, туману, диму, невластивого для такої ситуації;
- 4) реакція навколишнього середовища.

Технічний спосіб контролю дозволяє об'єктивно визначити концентрацію шкідливої речовини, і сигналізувати про появу сильнодіючої отруйної речовини і є найпоширенішим зі всіх перерахованих. Для прикладу розглянемо військовий прилад хімічної розвідки (ВПХР).

Принцип його роботи заснований на зміні кольору спеціально підібраних речовин (індикаторів) при взаємодії із сильнодіючою отруйною речовиною (СДОР).

Визначення сильнодіючих отруйних речовин в повітрі таким приладом займе час (6 – 7 хв.), до того ж цей прилад важить 2,3 кг. Так само ускладнює роботу з цим приладом низька температура повітря. Все це зумовлює деякі незручності з роботою ВПХР. До недоліків цього приладу відноситься його здатність визначати тільки наявність бойових отруйних речовин, у той час, коли підрозділи ДСНС України, частіше за все зустрічаються з продуктами горіння і промисловими отрутами. Три останні способи контролю стану навколишнього середовища з другого по четвертий носять загальну назву біоіндикація.

Біоіндикація – властивість організмів або середовища реагувати на зміни фізичних, хімічних і екологічних характеристик незаселеного середовища, що виражається в особливостях росту, розвитку і чисельності.

Метод біоіндикації забруднення навколишнього середовища якісно і наочно доповнює результати технічних засобів. Застосування біоіндикаторів має ряд переваг перед точним вимірюванням властивостей середовища:

- біоіндикація – найбільш «екологічно чистий» і безпечний метод контролю стану навколишнього середовища;
- біоіндикація є способом постійного контролю;
- на відміну від технічних засобів контролю якості середовища біоіндикатори не мають похибок;
- показують негативні зміни в біосфері, які виникають протягом тривалого часу;
- біоіндикатори реагують на всі забруднюючі речовини, тоді як спектр речовин, аналізованих приладами, обмежений;
- біоіндикатори встановлюють наявність впливу шкідливих речовин, які знаходяться в кількостях менших, ніж гранично допустимі концентрації, що відбувається за рахунок біоаккумуляції;
- технічні методи контролю не дозволяють враховувати процеси синергізму й антагонізму;
- біоіндикацією можна скористатися завжди, технічні засоби у нас, як правило, в повсякденному житті відсутні;
- технічні засоби виходять з ладу і вимагають ремонту, калібрування;
- багато приладів технічного контролю вже морально застаріли, а сучасні прилади дуже дорогі [1, 2].

Найпростішим способом є контроль запахів у місцях перебування людей, оскільки багато газів мають специфічні запахи, відображено в табл. 1. Основний

принцип застосування цього способу простий, якщо знайдений запах не властивий для такої ситуації, це говорить про появу небезпеки і необхідності захищатися або евакуювати з цього місця цивільне населення.

**Табл. 1. Запахи сильнодіючих отруйних речовин**

Речовина	Хімічна формула	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Запах
Аміак	NH <sub>3</sub>	0.2	Нашатирного спирту
Ацетофенон	C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> O	0.003	Черемхи
Звеселяючий газ	N <sub>2</sub> O	0.05	Солодкий
Сірчистий ангідрид	SO <sub>3</sub>	0.085	Різкий
Сірководень	H <sub>2</sub> S	0.008	Тухлих яєць
Сірковуглець	CS <sub>2</sub>	0.005	Прілого сіна
Фосген	COCl <sub>2</sub>	0.005	Прілого сіна, гнилого яблука
Фосфін	PH <sub>3</sub>	0.003	Рибно-часниковий
Ціаністий водень	HCN	0.01	Гіркий мигдаль

Цей метод демонструє негативні зміни у біосфері, які виникають упродовж тривалого часу. Крім того біоіндикатори реагують на всі речовини – забруднювачі, тоді як спектр речовин аналізуємий приладами, обмежений. Біоіндикатори встановлюють вплив шкідливих речовин, які є в малих кількостях, що відбувається за рахунок біоіндикації.

Підводячи підсумки, хотілося б підкреслити те, що метод біоіндикації об'єктивно доповнює технічний спосіб контролю стану навколишнього середовища, і має ряд переваг над ним, так само хотілося б, щоб метод біоіндикації обов'язково вивчали і знали фахівці, які працюють в ДСНС України.

#### ЛІТЕРАТУРА.

1. Шутенко В. И. Использование метода биоиндикации во время чрезвычайных ситуаций / В. И. Шутенко, С. И. Головченко // Материалы IV международной научно-практической конференции курсантов, студентов и слушателей. – Минск : МКИИ, 2007, – С. 416–419
2. Шутенко В. І. Інноваційні засади при проведенні моніторингу надзвичайних ситуацій техногенного характеру на основі спостережень за екологічними об'єктами / В. І. Шутенко, С. І. Головченко // Збірник наукових праць ЧДТУ, Серія: «Економічні науки». – Вип. 31. – Ч., 2012. – С. 34–38.

*Заїка П. І., к. т. н., доцент, Заїка Н. П.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ**

З метою ефективної організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі праці, проходження служби та під час виконання завдань за призначенням працюючих та осіб рядового і начальницького складу в ДСНС України створено службу охорони праці (СОП).

Основним завданням управління охороною праці в ДСНС України є забезпечення дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці щодо безпеки умов праці та безпеки технологічних процесів і обладнання, а також впровадження національної концепції розвитку в сфері управління охороною праці.

Система управління охороною праці ДСНС України повинна:

- а) відповідати характеру і масштабу ризиків, які існують в підрозділах ДСНС України в області охорони праці;
- б) включати зобов'язання щодо попередження нещасних випадків під час несення служби та професійних захворювань, а також зобов'язання з постійного поліпшення системи управління охороною праці;
- в) включати зобов'язання відповідати вимогам чинного законодавства та існуючих нормативно-правових актів у галузі охорони праці;
- г) забезпечувати основу для встановлення та аналізу цілей у сфері охорони праці;
- е) забезпечувати доведення до відома особового складу підрозділів ДСНС України індивідуальні зобов'язання у сфері охорони праці;
- ж) бути доступна для зацікавлених сторін;
- з) періодично аналізуватися з метою гарантії того, що політика залишається актуальною і прийнятною для підрозділів ДСНС України.

Підрозділи ДСНС України повинні встановити, впровадити та виконувати процедури для регулярного моніторингу та оцінки результативності охорони праці. Такі процедури повинні передбачати:

- а) якісну і кількісну оцінку, що відповідають потребам підрозділу;
- б) моніторинг ступеня досягнення цілей організації щодо охорони праці;
- в) моніторинг результативності заходів управління (як професійного здоров'я, так і безпеки праці);
- г) упереджувальну попередню оцінку результативності для моніторингу відповідності програмам з охорони праці;
- д) реагуючу оцінку результативності охорони праці за даними моніторингу нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, та інших наявних доказів недостатньої результативності охорони праці;
- е) реєстрацію даних результатів моніторингу та оцінки результативності, при умові, що вони є достатніми для подальшого аналізу застосування коригувальних та попереджувальних дій.

Вдосконалення системи безпеки праці в підрозділах ДСНС України повинно включати у себе наступні шляхи:

- професійний відбір працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки, з урахуванням стану їх здоров'я та психофізіологічних показників, а також попередні та періодичні медичні огляди працівників;



- професійну підготовку, підвищення кваліфікації працівників, навчання їх безпечним методам ведення робіт та навчання з питань з охорони праці;
- вдосконалення чіткості організації та якості роботи осіб, відповідальних за безпеку праці;
- конкретизацію функціональних обов'язків у діяльності працівників ДСНС, регламентацію їхньої роботи посадовими інструкціями, положеннями і правилами з охорони праці;
- організацію безпеки під час експлуатації обладнання, ведення аварійно-рятувальних робіт та робіт з ліквідації відкритих газових і нафтових фонтанів;
- забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями;
- забезпечення раціональних режимів праці та відпочинку працюючих;
- забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- розслідування, облік і аналіз причин нещасних випадків, аварій і профзахворювань, пов'язаних з професійною діяльністю;
- вивчення, розповсюдження і впровадження передового досвіду безпечного ведення робіт, пропаганду передових досягнень у сфері охорони праці;
- організацію виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у сфері охорони праці.

Безпека праці особового складу підрозділів безпосередньо залежить від керівника, від правильності прийняття ним рішення, визначення вирішального напрямку, залучення необхідної кількості та виду сил і засобів, уміння швидко приймати рішення в умовах надзвичайних ситуацій.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ
2. Бондаренко Є. А. Пожежна безпека: Навчальний посібник/ Вінниця: ВДГУ, 2008. – 109 с.
3. Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу: [www.kmu.gov.ua](http://www.kmu.gov.ua).

#### **УДК 614.841.332**

*Ковальов А. І., к. т. н., с. н. с., Олійник І. Я., Станько Я. Я.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### **ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ ПОВІТРОПРОВОДІВ**

Для вогнезахисту металевих будівельних конструкцій, а саме металевих повітропроводів використовується велика кількість засобів та технічних рішень, які неодноразово описані в літературі [1-5]. Поряд з тим, ще не достатньо досліджені композиційні вогнезахисні рулонні матеріали на основі базальтових супертонких волокон (далі – БСТВ), що мають покращені властивості, добру адгезію до поверхні, що захищається, і при більш детальному дослідженні властивостей і науково-технічному обґрунтуванні їх застосування, – кращі вогнезахисні властивості та економічно вигідніше застосування, в порівнянні з існуючими системами вогнезахисту.

При застосуванні вогнезахисних рулонних матеріалів на основі БСТВ постає питання про визначення залежності товщини захисного матеріалу від товщини металу

повітропроводу для забезпечення нормованих меж вогнестійкості цих будівельних конструкцій. В роботах Круковського П.Г., Новака С.В., Цвіркуна С.В., Качкара Є.В., Ковальова А.І., Якименко О.П. наведені методики визначення характеристики вогнезахисної здатності (ХВЗ) покриттів для захисту металевих чи залізобетонних будівельних конструкцій та внутрішнього заповнення тришарових мінераловатних панелей, однак питання визначення ХВЗ покриттів металевих повітропроводів не розглядалися.

Найбільш ефективним методом для проведення досліджень зміни параметрів вогнестійкості таких конструкцій є розрахунково-експериментальний метод, який є сукупністю експериментальних і розрахункових процедур, що дозволяють з необхідною точністю визначати характеристику вогнезахисної здатності об'єкту дослідження [6].

При застосуванні розрахунково-експериментального методу необхідно підняти питання про уточнення складових такої методики застосування, сутність якої полягає у визначенні залежності мінімальної товщини вогнезахисного мінераловатного покриття від приведеної товщини металу, при яких забезпечується нормована межа вогнестійкості металевих повітропроводів за даними випробувань на вогнестійкість, заснований на вдосконаленій математичній моделі теплових процесів, що відбуваються в покриттях, і визначенні їх теплофізичних характеристик методом розв'язання прямих і обернених задач теплопровідності [6].

Тому розгляд особливостей підвищення вогнестійкості елементів припливно-втяжної вентиляції за допомогою рулонних вогнезахисних матеріалів на основі БСТВ і можливості застосування розрахунково-експериментального методу для визначення вогнезахисної здатності композиційних вогнезахисних матеріалів металевих повітропроводів є **актуальною** науково-технічною задачею і **основною метою** подальших досліджень.

Для досягнення поставленої мети і вирішення перерахованих особливостей необхідно вирішити такі **завдання**:

- провести аналіз стану питання визначення параметрів вогнестійкості металевих повітропроводів з вогнезахисними матеріалами і без них, а також методів її оцінки;
- визначити переваги та недоліки існуючих систем вогнезахисту металевих повітропроводів;
- провести аналіз можливості оцінювання вогнезахисної здатності системи вогнезахисту металевих повітропроводів за допомогою розрахунково-експериментального методу за результатами випробувань на вогнестійкість на основі існуючого національного стандарту України;
- розробити математичну модель теплового стану системи «металевий повітропровід – система вогнезахисту», що враховує теплообмінні процеси в ній, та дозволяє визначати теплофізичні характеристики і характеристику вогнезахисної здатності системи вогнезахисту;
- розробити методику застосування розрахунково-експериментального методу для визначення характеристики вогнезахисної здатності системи вогнезахисту за ознаками граничного стану з вогнестійкості по втраті цілісності та (або) втраті теплоізолювальної здатності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вогнезахист металевих повітропроводів плитами Екопласт. Режим доступу: [http://www.aplusb.kiev.ua/ua/?mp=simplecat&category\\_id=19&photo\\_id=20](http://www.aplusb.kiev.ua/ua/?mp=simplecat&category_id=19&photo_id=20).
2. Огнезащита воздуховодов и систем дымоудаления. Покрытия и системы. Режим доступу: <http://www.rosizol.com/mbor.php>.

3. Комплексная огнезащита воздуховодов ОГНЕМАТ. Режим доступу: <http://www.bztm.su/katalog/ogn1.php>.
4. Огнезащита воздуховодов. Режим доступу: [http://www.rusprotect.ru/ognezashita\\_vozdukhovodov](http://www.rusprotect.ru/ognezashita_vozdukhovodov).
5. Огнезащита воздуховодов. Режим доступу: [http://terra-plus.com.ua/services/fireprotection/fireprotection\\_vent.html](http://terra-plus.com.ua/services/fireprotection/fireprotection_vent.html).
6. Ковалев А.И. Усовершенствование метода оценки огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий: дисс. ... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Ковалев Андрей Иванович. – К., 2012. – 163 с.

**УДК 614.895.5:621**

*Костенко Т. В., к. т. н.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕРМОВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ПІДОДЕЖНОМУ ПРОСТОРІ РЯТУВАЛЬНИКІВ**

Термовологісний стан системи «шкіряний покрив тіла – захисний одяг» при веденні рятувальних робіт, в основному, залежить від таких показників, як теплозахисні характеристики спецодягу, показники вологості повітря над поверхнею шкіри та спецодягу, умови конвективного теплопереносу між системою та оточуючим середовищем. Віддача тепла організмом здійснюється випаровуванням води з поверхні шкіри (потові виділення) та із слизових оболонок дихальних шляхів. Навіть у стані комфорту без суттєвого потовиділення крізь шкіру щодобово випаровується до 0,5 л води. Шляхом випаровування з організму випаровується до 20% тепла, втрата одного літру поту дозволяє знизити температуру тіла на 10°C. При температурі оточуючого середовища, яка рівна або перевищує температуру тіла людини, коли інші способи віддачі тепла різко зменшуються, випаровування води стає основним способом віддачі тепла, але при збільшенні відносної вологості повітря до 100% воно повністю припиняється.

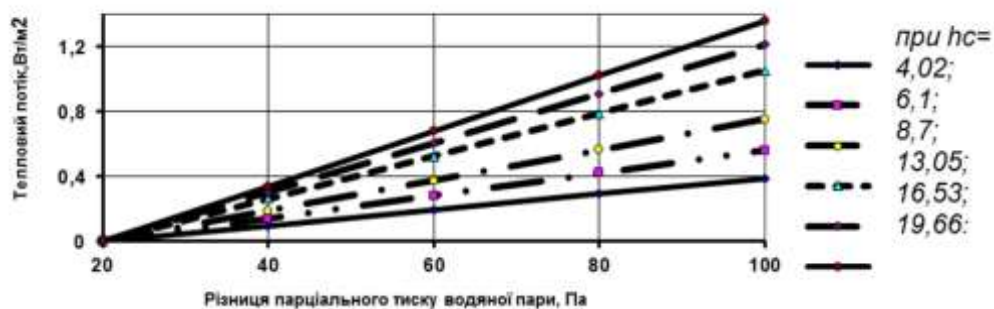
Якщо людина має одяг з гідрофільного матеріалу, то з поверхні тіла пароподібна волога поступає до тканини та просочує її, після насичення волога частково випаровується в зовнішнє оточуюче середовище, що сприяє охолодженню тіла, частково випаровування іде у внутрішній простір між одягом і тілом, гальмуючи охолодження. Збільшення товщини шару тканини призводить до зменшення проникливості пари або води, тому настає варіант переносу вологи, що зображений на рисунку 1а. Уся рідина, що випаровується, залишається у просторі між тілом та одягом. Волога, в основному, накопичується на тілі та частково на одязі. Ефект охолодження за рахунок випаровування досить короткочасний, він проявляється тільки у початковий період роботи.



**Рис. 1** - Динаміка вологи, що виділяється із потом при використанні одягу з гідрофобної оболонки: а – без використання додаткових елементів; б – з поглинаючими вологу вставками: 1- тіло; 2 – виділення поту на шкірі; 3 – потік вологи від тіла; 4 – конденсат на тканині; 5 – вологопрониклива тканина; 6 – потік вологи, що випаровується зовні; 7 – непрониклива оболонка; 8 - потік пари від конденсату, що випарувався; 9 - охолоджуючий елемент; 10 – вставка для поглинання вологи

Було проведено оцінку впливу показників конвективного теплообміну на втрату тепла рятувальником [1]. Незважаючи на збільшення коефіцієнту теплообміну від 4 до 16 Вт/(м<sup>2</sup>·К), тільки одяг з малим показником теплоізоляції (0,2 КЛЮ) забезпечує підвищення виносу енергії в три рази. Збільшення показника теплоізоляції до 1 КЛЮ не призводить до суттєвого охолодження випаровуванням, а при рівні 8 КЛЮ і більше, ефект охолодження майже нульовий. В той же час спеціальний одяг з низькими показниками теплоізоляції не забезпечує захист від дії високих температур повітря та випромінювань. В цьому є суперечка між необхідністю забезпечення відводу теплої вологі в оточуюче середовище, з одного боку, а з іншого не допускати ззовні теплових потоків від джерела горіння.

Суттєвий інтерес представляє розгляд впливу такого показника, як різниця парціальних тисків водяної пари, що безпосередньо пов'язаний з відносною вологістю повітря в піддежному просторі, на величину потужності теплового потоку від поверхні шкіри рятувальника (рис.2).



**Рис. 2** - Вплив параметрів пароповітряної суміші ( $P_k - P_c$ ) на теплової потік, що створений випаровуванням поту при температурі 50°C

Відстежується чітка лінійна залежність від показників парціального тиску. Чим більший перепад між тиском над поверхнею шкіри та оточуючим повітрям, тим відбувається більший винос тепла з організму. Важливим чинником є показник, що характеризує конвективний теплообмін. Чим більшу величину має коефіцієнт  $h_c$ , тим інтенсивніша втрата тепла з організму. Дані вказують на один з можливих шляхів забезпечення комфортних умов роботи рятувальників в складних теплових умовах.

Якщо штучно забезпечити перепад парціальних тисків, або, що еквівалентно, відносної вологості, тоді можна використовувати спеціальний одяг з посиленою теплоізоляцією, здібний витримувати вплив ззовні високих температур і випромінювань.

Прогресивною, на наш погляд, може бути конструкція протитеплого одягу в якому відбувається поглинання вологи шляхом її сорбції (рис.1б). В такому варіанті продукти випаровування поглинаються сорбуючим матеріалом, волога переходить в якісно новий стан, з якого зворотний перехід практично неможливий. Тривалість ефективної дії такої конструкції визначається сумарною сорбційною ємністю поглинаючих вставок.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко Т.В. Охолодження пожежників-рятувальників шляхом удосконалення терморегуляції / Т.В. Костенко // «Пожежна безпека»: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД, 2016. - № 29, с.77-86.

### УДК 536.2.081.7

*Кришталь М. А., к. психол. н., професор, Нуянзін О. М., к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Добростан О. В., к. т. н., Самченко Т. В.,  
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

## ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У зв'язку із зростаючою вартістю енергоносіїв особливої значущості для будь-яких будівель і споруд набула актуальності і потреба у високоефективній теплоізоляції, яка б мала високий коефіцієнт теплового опору при відносно малих товщинах і невеликій вазі.

Асортимент теплоізоляції з кожним роком зростає, розібратися у видах теплоізоляційних матеріалів з кожним днем стає все складніше.

Теплоізоляційні матеріали прийнято ділити по виду основної вихідної сировини на три види: неорганічні, органічні і змішані.

Теплоізоляційні матеріали мають низьку теплопровідність :

Неорганічні теплоізоляційні матеріали – мінеральна вата та вироби з неї, газобетон, пінобетон, піноскло, скляне волокно, вироби із сполучного перліту.

Мінеральна вата та вироби з неї діляться на скловату, шлакову вату, кам'яну вату.

Скловата витримує оптимальну температуру нагріву – 450 °С, граничну – 500 °С, граничну температуру охолодження мінус 60 °С, теплопроцеліст – 0,03-0,052 Вт/м\*К.

Шлаковата витримує температуру +300.С, яка є найнижчою серед усіх видів мінеральної вати, її температуропровідність у сухому стані знаходиться у діапазоні 0.46-0.48 Вт/м\*К і є найвищою серед теплоізоляційних матеріалів цієї групи.

Кам'яна вата витримує граничну температуру нагріву +600°С, має теплопровідність в межах 0.77-0.12 Вт/м\*К.

На будівельних ринках саме кам'яну вату прийнято називати мінеральною.

Кам'яна вата ( «ТехноНКОЛЬ» -- виробник) ділиться за областю застосування: для фасадів, циліндричних і простих покрівель, підлог, стін, покриттів, перекриттів і т.д.)

Для запобігання руйнівній дії вогню Корпорацією «ТехноНІКОЛЬ» розроблені нові теплоізоляційні матеріали (м. Черкаси) на основі кам'яної вати, призначені для використання в системах вогнезахисту:

- металоконструкцій;
- залізобетонних конструкцій;
- повітропроводів.

Для однакових умов теплопередачі товщина стінки, яка виконана з відповідного матеріалу складає (м):

- Пінополістирол -- 0.12
- Мінеральна вата – 0.16
- Дерево -- 0.3
- Керамзитобетон – 0.9
- Кирпич – 1.7
- Залізобетон – 5.1

Коефіцієнт теплопровідності пінополістерола складає 0.037 – 0.043 Вт/м\*К через те, що він на 38% складається з повітря, коефіцієнт теплопровідності якого є одним із самих низьких і складає 0,027 Вт/м\*К ;

**Висновки.** У даній роботі проведено огляд сучасних теплоізоляційних матеріалів. Необхідно пам'ятати, що при виборі матеріалу необхідно зважати на його горючість, токсичність, межі поширення полум'я та інші важливі для пожежної безпеки показники.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельні матеріали. Методи випробувань на займистість. ДСТУ Б В.1.1-2-97 (ГОСТ 30402-96). [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держкоммістобудування, 1997. – 32 с. – (Національний стандарт України).
2. Будівельні матеріали. матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість. ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94). [Чинний від 1996-09-01]. – К. : Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995. – 32 с. – (Національний стандарт України).

*Ищенко І. І., Манільчук М. В.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### **ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЙ ДЛЯ УСУНЕННЯ ЇХ НАСЛІДКІВ**

Надзвичайна ситуація (НС) – це спричинена джерелом небезпеки ситуація, за якої на певній території, акваторії чи господарському об'єкті порушуються нормальні умови життя та діяльності людей, виникає загроза їх життю чи здоров'ю, завдається шкода об'єктам економіки, особистому майну чи природному довкіллю.

До надзвичайних ситуацій, як правило, призводять аварії, катастрофи, стихійні лиха та інші події, такі як епідемія, терористичні акти, збройні конфлікти тощо. Деякі вчені розглядають виникнення НС як наслідок загострення суперечностей між суспільством і природою, пов'язане із занадто великими масштабами впливу людства на природне середовище. Пояснюється це швидким зростанням населення Землі, розширенням господарської діяльності, різким збільшенням

енергоспоживання та використання інших природних ресурсів. Інші пов'язують НС із обмеженістю знань людства про навколишній світ, що нерідко не дозволяє передбачити усі наслідки реалізації тих чи інших науково-технічних рішень та проєктів. Втручаючись у природу, законів якої людство ще далеко не пізнало, та створюючи все більш потужні інженерні комплекси та технічні системи, люди формують нове штучне середовище існування, закономірності існування якого їм ще недостатньо відомі. Якщо ще врахувати, що моральний та загальнокультурний розвиток цивілізації відстає від темпів науково-технічного прогресу, то стане зрозумілим, що внаслідок цього збільшується ризик виникнення надзвичайних ситуацій.

Серед причин, які викликають НС, особливо потрібно виділити такі, як аварії, катастрофи, стихійні лиха. Ці поняття часто переплітаються, люди їх плутають.

Найбільш ефективний спосіб зменшення шкоди та збитків від надзвичайних ситуацій – запобігти їх виникненню, а в разі виникнення виконувати відповідні до даної ситуації заходи.

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій – це підготовка та реалізація комплексу заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Зазначені функції запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру в нашій країні покликана виконувати Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру (ЄДСЗР). ЄДСЗР включає в себе центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад, державні підприємства, установи та організації з відповідними силами і засобами, які здійснюють нагляд за забезпеченням техногенної та природної безпеки, організують проведення роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям і реагування у разі їх виникнення з метою захисту населення і довкілля, зменшення матеріальних втрат. ЄДСЗР складається з постійно діючих функціональних та територіальних підсистем і має чотири рівні: загальнодержавний, регіональний, місцевий та об'єктовий. Кожен рівень ЄДСЗР має координуючі та постійні органи управління.

Координуючими органами ЄДСЗР є:

*на загально державному рівні:*—Державна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;

— Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення;

*на регіональному рівні* – комісії обласних державних адміністрацій з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;

*на місцевому рівні* – комісія районних державних адміністрацій і виконавчих органів рад з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій;

*на об'єктовому рівні* – комісії з питань надзвичайних ситуацій об'єктів.

До систем повсякденного управління ЄДСЗР входять оснащені необхідними засобами зв'язку, оповіщення, збирання, аналізу і передачі інформації:

центри управління в надзвичайних ситуаціях, оперативно-чергові служби уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення усіх рівнів;

диспетчерські служби центральних та місцевих органів виконавчої влади, державних підприємств, установ та організацій.

До складу сил і засобів ЄДСЗР входять військові і спеціальні цивільні аварійно-рятувальні (пошуково-рятувальні) формування, які укомплектовуються з урахуванням необхідності проведення роботи в автономному режимі не менше трьох діб і перебувають у стані постійної готовності, а також недержавні (добровільні) рятувальні формування.

Залежно від масштабів і особливостей надзвичайної ситуації, що прогнозується або виникла, може існувати один із таких режимів функціонування ЄДСЗР: повсякденної діяльності, підвищеної готовності, діяльності у надзвичайній ситуації, діяльності у надзвичайному стані.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012р. // Голос України від 20.11.2012 — № 220.
2. Осипов В.І. Природні катастрофи на рубежі ХХІ століття / В.І. Осипов // Вісн. РАН. - 2001. : 4 - N: 4
3. Основи безпеки життя. - 2003. - N: 3.
4. Морозова Л.Л., Сівков В.П. Безпека життєдіяльності. Ч. 1.- М.: ВАСОТ. 1993.

УДК 626/627(035.5)

*Мигаленко К. І., к. т. н.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### **ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОРФУ**

В період енергетичної кризи, перспективним напрямком є використання торфу в якості палива. В Україні загальна площа торфовищ і земель із торфовим ґрунтом, включаючи деградовані торфовища, становить 0,9 млн. га [1].

Існує дві основні схеми видобутку торфу: порівняно тонкими шарами з поверхні землі й глибокими кар'єрами на всю глибину торф'яного шару. Відповідно першій із цих схем торф витягають, вирізуючи верхній шар, відповідно другій – екскаваторним (або кусковим) способом. Відповідно й торф по способу видобутку розділяють на відрізний (фрезерний) і кусковий. Видобування торфу здійснювалось екскаваторним та фрезерним способами. В залежності від кількості видобутого торфу – площі поділені на виробничі ділянки (400-500 га), які знаходяться на незначній відстані від населених пунктів та лісових масивів.

Торфовиробництво є пожежо- та вибухонебезпечним. Основним джерелом вибухонебезпеки при роботі брикетного заводу є торфовий пил, а пожежної небезпеки – зберігання в штабелях.

Відповідно до аналізу загорянь, які траплялися в попередні роки ймовірність виникнення пожеж в лісгосподарствах та на торфовищах на території області свідчать про те, що їх кількість та загальна площа пов'язані з кліматичними та погодними умовами. Відсутність опадів та суха жарка погода сприяють виникненню пожеж та



розповсюдженню їх на значні площі, а найімовірнішими щодо їх виникнення є площі близькі до населених пунктів.

Гасіння пожеж найбільш ефективно, якщо на самому початку створені штучні рубежі, які зупиняють їх розвиток по всіх напрямках.

Задачі з підвищення протипожежної стійкості вирішують комплексно при проектуванні, в ході будівництва та експлуатації торф'яних підприємств.

Для підвищення протипожежної стійкості торфопідприємств при їх проектуванні і їх будівництві територію полів ділять на окремі ділянки-квартали, влаштовуючи між ними протипожежні розриви, забезпечують поля вузькоколійними дорогами, проїздами для тракторів та машин, а також проходами для успішної евакуації людей і обладнання з небезпечних зон.

Площі полів добування торфу, які становлять 600-800 га і більше, необхідно розділяти протипожежними розривами на ділянках, які не перевищують 200 га. Такі ділянки значно обмежують розповсюдження пожежі. Досвід боротьби з пожежами підтвердив необхідність подібного розділення полів добування торфу.

Між окремими ділянками, полями сушки торфу і прилеглими до них лісовими масивами, або не використовуваними ділянками торф'яних родовищ передбачаються протипожежні розриви 75-100 м. Розриви між полями добування фрезерного торфу і селищами досягають 300 м. Протипожежні розриви очищають від рослинності, по внутрішньому краю розриву копають канали. На протипожежних розривах обладнують, для тракторів та машин, вузькоколіїні дороги або проїзди, які можна використовувати для доставки протипожежного обладнання.

В спекотні літні дні протипожежні розриви на торфополях періодично звожуються. Для цього заглиблюють один з валових каналів і роблять з більшим, ніж звичайно поперечним перерізом. Цей канал повинен бути постійно заповнений водою для зволоження торфу та гасіння пожежі. Без виконання заходів з протипожежної стійкості приймати торф'яні поля в експлуатацію забороняється.

Для попередження самозаймання фрезерного торфу штабелі ізолюють від проникнення в них повітря. Найчастіше для цього використовують сирий фрезерний дрібняк, який наносять на поверхню штабелів. Розрівнювання дрібняку по поверхні штабеля і його ущільнення виконують штабелювальними машинами.

В тепліший час розробляють нові, більш дешеві і ефективні способи ізоляції штабелів. Так наприклад, розроблені два варіанти тонкошарового ізоляційного покриття штабелів, яке складається з двох шарів. При першому варіанті внутрішній шар, який накладається безпосередньо на поверхню штабеля, виготовляють із сирого торфу (товщина шару після висихання 4-9 мм). Зовнішній шар, виконаний з бітумних матеріалів, накладають на внутрішній після його підсихання протягом 8-10 діб. При другому варіанті, ізоляційний шар становить 7 см, складається з інтенсивного переробленого вологого торфу вологістю 82-89 %. Такий шар повністю повітронепроникний. Для попередження від висихання і збереження захисних властивостей ізоляційний шар покривають фрезерним дрібняком вологістю 74-81 %, товщиною 5 см.

Для своєчасного вжиття заходів проти самозаймання фрезерного торфу необхідно контролювати його температуру. Згідно з діючою інструкцією, вимірювання температури в штабелях починають не пізніше ніж через 10 діб від початку робіт зі складування торфу і продовжують до завершення ізоляційних робіт. Виконують також контрольні заміри температури і перевіряють справність ізоляції штабелів добування минулих років, які залишилися на зберіганні. Температуру в штабелях вимірюють вмонтованим термометром або спеціальними термовизначниками.

Всім відомо, що пожежу набагато легше попередити ніж гасити. Профілактика торф'яних пожеж передбачає в першу чергу своєчасне виявлення пожежі наземною лісовою

охороною (охороною підприємства) за допомогою пожежо-спостережних вишок. Кожна ділянка лісової чи торфової території повинна проглядатися не менше ніж з двох, а краще з трьох вишок, щоб якомога точніше і скоріше визначити місце пожежі.

Бажано, щоб комплекс заходів і дій, які направлені на попередження, локалізацію і ліквідацію пожежі проводились силами і засобами наземної державної лісової охорони, працівниками торфопідприємств, особовим складом підрозділів ДСНС та авіацією ДСНС України [2].

Для прийняття правильного рішення по гасінню пожежі на торфопідприємстві проводиться розвідка, яка встановлює напрямок і швидкість розповсюдження фронту і флангів пожежі, наявність загрози об'єктам, польовим гаражам, селам та штабелям торфу. Визначаються перешкоди, які можна використовувати для локалізації пожежі, ступінь загрози переходу вогню в прилеглі лісні масиви та сільськогосподарські угіддя.

Таким чином, на першій стадії гасіння пожежі потрібно створити перешкоди її розповсюдженню, шляхом видалення або зволоження сухого торфу по периметру горючої площі. На другій стадії необхідно вжити заходів для усунення горіння торфу на поверхні штабелів і полів.

Якщо встановлена небезпека поширення пожежі в сторону селища, штабелів торфу, складів горючих рідин та інших важливих ділянок, тоді керівництво штабу підсилює дільниці, які працюють на цьому напрямку, технікою засобами пожежогасіння і працівниками. При збільшенні швидкості розповсюдження задимлення на вирішальному напрямку, при дуже сильному вітрові, керівництво штабу, для запобігання нещасних випадків з людьми, може тимчасово, до зменшення швидкості вітру з підвітряної сторони, перевести техніку і людей на один із флангів.

Гасіння палаючого торфу на поверхні полів і в штабелях є складним процесом. Тому на гасіння повинні направлятись пожежні підрозділи торфопідприємств і всі технічні засоби, які є з залученням працівників.

Гасіння палаючих штабелів фрезерного торфу здійснюється водними струменями і розчинами змочувачів. В середньому на один штабель при роботі двох стволів «Б» затрачається біля 6 годин. Це пояснюється тим, що торф'яний дрібняк дуже погано змочується водою. Значна частина води не проникає в глибину штабелів, а скочується до його підшви і розмиває його. Тому для промивання штабелів торфу найбільш доцільно застосовувати стволи «А» або лафетні стволи, що сприяє більш ефективній і швидкій обробці штабеля протягом 4 годин.

Процес горіння штабелів торфу супроводжується щільним задимленням території торфополів, а також прилеглих лісових масивів та селищ. Для запобігання втрати орієнтації і оточення вогнем, заздалегідь позначаються і виділяються суходільні ділянки, валові канали та інші безпечні місця, куди при виникненні загрози слід відводити людей і техніку [3].

Висновок. Для підвищення пожежної безпеки на торфополях необхідно вибрати оптимальні розриви між штабелями та навколишніми спорудами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. – Київ: ЛДУБЖД, 2012. – с. 359.
2. Мигаленко К.І. Проблеми розповсюдження пожеж на торф'яниках в літній період / Ленартович Є.С. // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД. 2011. – №18. – С.107-113.
3. Ушапівський І.Л. Гасіння пожеж лісових та торф'яних пожеж у Львівській області/ І.Л. Ушапівський, В.Б. Грицай, С.І. Пехник// Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУБЖД. 2005. – №6. – С.35-42.

*Точёный Н. Н., Пастухов С. М., к. т. н., доцент,  
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси*

## **О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА БЕДСТВИЙ**

Количество стихийных бедствий, зафиксированных по всему миру, значительно увеличилось за последние три десятилетия. Каждый год стихийные бедствия, связанные с метеорологическими, гидрологическими и климатическими опасными факторами вызывают значительные потери человеческих жизней и на многие годы отбрасывают экономическое и социальное развитие назад. В период с 1980 по 2005 гг. почти 7500 стихийных бедствий по всему миру унесли жизни более 2 миллионов человек и вызвали экономические убытки, оцениваемые в сумму, превышающую 1,2 триллиона долларов [1].

Стихийные бедствия усугубляются изменением климата. Они увеличиваются в частоте и интенсивности, значительно препятствуют устойчивому развитию. Практика показывает, что воздействие на людей и имущество возрастает быстрее, чем уменьшается уязвимость. Стихийные бедствия малого масштаба и медленно развивающиеся бедствия, влияющие на местные сообщества, домашние хозяйства и малые предприятия, составляют высокий процент всех потерь. Все страны – особенно развивающиеся, где уровень смертности и экономический ущерб от стихийных бедствий непропорционально выше, столкнулись с увеличением скрытых расходов и проблем [2].

Существенные изменения в подходе к противостоянию бедствиям начались в 1994 году, когда в Японском городе Иокогама состоялась Всемирная конференция, которая приняла Стратегию безопасного мира, указавшую на важность мер предупреждения, смягчения и готовности к бедствиям и на то, что только реагирования недостаточно. Переход от ответа на бедствие к снижению риска бедствия был закреплен в Международной стратегии снижения бедствий, которая была принята в 1999 году в развитие Иокогамской стратегии. В 2005 году состоялась Вторая Всемирная конференция по снижению риска бедствий в г. Кобе (Япония). На ней была принята Хиогская рамочная программа на 2005-2015 годы, целью которой было снижение уязвимости и усиление устойчивости стран и сообществ. Ко времени ее завершения эта задача была достигнута лишь частично. В 2015 году в японском городе Сендай состоялась Третья Всемирная конференция ООН по снижению риска бедствий, в которой приняли участие 187 стран включая Республику Беларусь. На конференции была принята рамочная программа снижения риска бедствий на 2015-2030 годы, которая заменила Хиогскую рамочную программу. В Сендайской рамочной программе выделено четыре приоритета действий:

1. Понимание риска бедствий.
2. Укрепление систем управления риском бедствий в целях снижения риска бедствий.
3. Инвестиции в деятельность по снижению риска бедствий для достижения устойчивости.
4. Повышение готовности к бедствиям в целях эффективного реагирования, а также восстановление, реабилитация и реконструкция по принципу «лучше, чем было» [3].

Для содействия оценке хода достижения результата и цели, предусмотренных настоящей Рамочной программой, определены семь глобальных целевых задач:

а) к 2030 году добиться значительного снижения уровня смертности в результате бедствий, чтобы в период 2020–2030 годов среднее количество таких смертей в расчете на 100 000 человек было меньше, чем в 2005–2015 годах;

б) к 2030 году добиться значительного сокращения количества пострадавших людей в общемировом масштабе, чтобы в период 2020–2030 годов среднее общемировое число людей, пострадавших от бедствий, было на 100 000 человек меньше, чем в период 2005–2015 годов;

с) к 2030 году сократить прямые экономические потери от бедствий относительно мирового валового внутреннего продукта (ВВП);

д) к 2030 году значительно уменьшить ущерб, причиняемый бедствиями важнейшим объектам инфраструктуры, и ущерб в виде нарушения работы основных служб, включая медицинские учреждения и учебные заведения, в том числе за счет укрепления их потенциала противодействия;

е) к 2020 году значительно увеличить число стран, принявших национальные и местные стратегии снижения риска бедствий;

ф) значительно расширить международное сотрудничество с развивающимися странами посредством предоставления им достаточной и непрерывной поддержки в целях подкрепления принимаемых ими на национальном уровне мер для осуществления настоящей Рамочной программы к 2030 году;

г) к 2030 году значительно улучшить ситуацию с наличием систем раннего оповещения, охватывающих разные виды угроз, и информации и оценок относительно риска бедствий и расширить доступ к ним людей [3].

Для контроля выполнения указанных рамочных программ ООН создала Глобальную платформу снижения риска стихийных бедствий и предложила создавать Национальные платформы, включающие не только соответствующие государственные органы, но и неправительственные организации и университеты. Основная цель состоит в том, чтобы сделать общество менее уязвимым для стихийных бедствий, начиная с национального уровня.

Таким образом, необходимость разработки Национальных стратегий по снижению риска бедствий является одной из семи глобальных целевых задач Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы.

Поскольку Республика Беларусь приняла на себя обязательства выполнения указанных целей, следовательно, разработка национальной стратегии по снижению риска бедствий является актуальным направлением деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям в целом (доклад межправительственной рабочей группы экспертов открытого состава по показателям и терминологии, касающимся снижения риска бедствий: 71-я сессия Генеральной Ассамблеи ООН от 01 декабря 2016 года; Пункт 19(с) повестки дня Устойчивое развитие: снижение риска бедствий).

Решение данной задачи позволит обеспечить всеобъемлющий подход к снижению риска бедствий – уточнить перечень, урегулировать функции, роли, обязанности, полномочия, а также скоординировать действия органов управления, организаций и общественных объединений, представителей частного сектора, задействованных в данной сфере.

В рамках разработки Стратегии по снижению риска бедствий необходимо реализовывать следующие конкретные задачи:

- провести детальный анализ существующих национальных стратегий по снижению риска бедствий и оценить их применимость к условиям Республики Беларусь;

- уточнить функции, роли, обязанности и полномочия органов управления, организаций и общественных объединений, представителей частного сектора, задействованных в сфере снижения риска бедствий;

- провести анализ адаптации разрабатываемой стратегии к национальной нормативно-правовой базе в сфере снижения риска бедствий;

- провести анализ распределения и степени влияния территориальных рисков чрезвычайных ситуаций по территории Республики Беларусь и выделить приоритетные по степени их повторяемости, нанесенному материальному и социальному ущербу, а также на основании проведенного анализа и оценки приоритетности бедствий разработать планы мероприятий по снижению рисков путем их интеграции в национальные и местные программы развития.

Разработка и принятие Стратегии по снижению риска бедствий тесно связана с достижением новых целей в области устойчивого развития. Предотвращение появления новых рисков и снижение существующих уровней риска имеет важное значение для достижения как минимум двух из семнадцати целей в области устойчивого развития, принятых Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года, таких как, искоренения нищеты и обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов[4].

Также немаловажной целью принятия Стратегии является повышение уровня культуры безопасности жизнедеятельности во всех слоях общества, где безопасность должна расцениваться как потребность. Другими словами, адаптировать население к существованию в условиях возможных чрезвычайных ситуаций, так как ни одно государство не в силах избавиться от всех чрезвычайных ситуаций.

Республика Беларусь как любое развивающееся государство нуждается в развитии и усилении учреждений, механизмов и возможностей для повышения уровня защищенности от опасностей. Национальная стратегия по снижению риска бедствий должна быть взята за основу для совершенствования и укрепления устойчивой среды повышения безопасности общества и государства в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Организация высших органов финансового контроля Европы (EUROSAI) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eurosai.org/handle404?exporturi=/export/sites/eurosai/.content/documents/others/ISSAI/ISSAI-5510-RU.pdf>. – Дата доступа: 30.09.2017.

2. Медеу А. Р., Благовещенский В. П. Современные проблемы снижения рисков стихийных бедствий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cawater-info.net/bk/dam-safety/files/medeu-blagoveshensky.pdf>. – Дата доступа: 05.10.2017.

3. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 : принята резолюцией A/RES/69/283 Генер. Ассамблеи, 3 июня 2015 г. // Орг. Объед. Наций. – Режим доступа: [http://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](http://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf). – Дата доступа: 30.09.2017.

4. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс] : принята резолюцией A/RES/70/1 Генер. Ассамблеи, 25 сентября 2015 г. // Организация Объединенных Наций. – Режим доступа: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/285/75/PDF/N1528575.pdf?OpenElement>. – Дата доступа: 03.10.2017.

## **ОЦІНЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Успішне функціонування підприємства у сучасних умовах неможливе без належного забезпечення таких «невиробничих» і неприбуткових напрямів діяльності, як охорона праці і промислова безпека, виробнича санітарія та гігієна праці, пожежна та техногенна безпека, цивільний захист, охорона навколишнього природного середовища тощо, які визначають безпечність промислового підприємства (БПП).

Розвиток підприємства, забезпечення належних умов праці, підвищення рівнів соціальної відповідальності бізнесу, демонстрування прагнення у досягненні вищих стандартів продукції, соціального захисту працівників та взаємин з довкіллям неможливі без зворотного зв'язку – отримання оперативної та достовірної інформації про хід цих процесів та стан безпечності промислового підприємства.

Ефективне і вчасне реагування на ситуацію щодо забезпечення безпеки промислового підприємства у процесі функціонування об'єкта неможливе без наявності необхідної оперативної повноцінної і достовірної інформації. Збір та аналіз інформації про стан охорони праці, виробничої санітарії та гігієни праці, пожежної та техногенної безпеки і цивільного захисту, охорони навколишнього природного середовища на підприємстві необхідний з багатьох точок зору. Розглянемо основні особливості.

1. Забезпечення безпечності промислового підприємства. Згідно з ДСТУ 2156-93 [1] рівень безпечності вважають прийнятним, якщо забезпечено дотримання вимог державних нормативних документів з безпеки. Забезпечення безпечності підприємства полягає у зниженні потенційної небезпеки до припустимого рівня. Забезпечення безпечності пов'язано з витратами, які, з одного боку, потрібно порівнювати з цінністю продукції чи послуг, що надає підприємством, а з іншого – з можливими прямими та побічними втратами від його функціонування в усіх режимах експлуатації.

Відповідно до ДСТУ 3273-95 [2] потреба проведення процедури оцінювання чи контролю рівня безпечності на різних стадіях циклу існування підприємства, а також перелік оцінюваних чи контрольованих при цьому показників визначається нормативними документами і повинен бути наведений у завданні на проектування підприємства. Оцінювання та контроль безпечності підприємства виконують на всіх стадіях циклу існування (табл.).

2. Діяльність щодо підвищення рівня БПП. У разі необхідності розроблення заходів щодо підвищення ефективності виробничої діяльності, модернізації чи переоснащення, вдосконалення управлінської структури чи реорганізації компанії – вихідними даними є достовірна і повна інформація про організацію виробничої діяльності, функціонування всіх підрозділів, стан устаткування, мереж, будівель та споруд і стан безпечності промислового підприємства загалом. Ця інформація дасть змогу розробити необхідні та ефективні заходи щодо підвищення рівня безпечності промислового підприємства, внести необхідні зміни до режимів роботи, регламентів, правил, інструкцій щодо забезпечення охорони праці, пожежної безпеки, охорони довкілля, зокрема і посадових інструкцій тощо.

3. Мінімізація негативних наслідків очікуваної перевірки стану БПП. Інформація про реальний стан безпечності промислового підприємства необхідна також і в разі очікування здійснення перевірки підприємства (планової чи позапланової) з боку відповідного органу державного нагляду, Фонду соціального страхування від нещасних

випадків на виробництві та професійних захворювань України або проведення аудиту за ініціативою власника чи зі сторони компанії-партнера тощо. Для усунення недоліків у забезпеченні БПП та уникнення небажаних наслідків інспекції (приписи, штрафи, заборона експлуатації окремих одиниць устаткування, дільниць; негативна оцінка рівня соціальної відповідальності бізнесу та привабливості компанії тощо) доцільно заздалегідь оцінити стан безпечності промислового підприємства за конкретним напрямом, виявивши невідповідності вимогам безпечності, переглянути попередні приписи і після аналізування ситуації розробити план заходів щодо підвищення рівня БПП, виділити необхідні кошти і реалізувати заплановані заходи.

**Табл. Оцінювання та контроль безпечності підприємства на стадіях циклу його існування**

Стадія (етап) циклу існування	Мета оцінювання та контролю безпечності
1.Проектування прогнозування очікуваного рівня безпечності підприємств	прогнозування очікуваного рівня безпечності підприємств
2.Проведення експертизи проектної документації на безпечність	проектне оцінювання рівня безпечності
3. Відведення земельної ділянки під будівництво підприємства	перевірка принципової можливості забезпечення безпечності на відведеній та прилеглих територіях
4. Будівництво чи модернізація	здійснення авторського нагляду чи технічного контролю за будівництвом
5. Введення підприємства в експлуатацію, а також його дослідна та промислова експлуатація	визначення фактично досягнутого рівня безпечності підприємства та перевірка його відповідності вимогам безпечності, встановленим у технічному завданні, шляхом апостеріорного оцінювання та імовірнісного прогнозування безпечності на підставі аналізу роботи підприємства.
6. Функціонування підприємства	визначення оперативного рівня безпечності підприємства шляхом проведення оперативного контролю
7. Зняття з експлуатації	проведення технічного контролю за визначеною процедурою ліквідації підприємства

4. Впровадження систем управління БПП. Впровадження компанією різноманітних систем управління (наприклад, якістю (згідно з ISO 9001:2009 [3]), екологічного керування (згідно з ISO 14001:2004 [4]), гігієною та безпекою праці (згідно з OHSAS 18001) тощо) передбачає важливу складову, без якої неможливе налагодження впроваджених систем і їх подальше ефективне функціонування – збір і оцінювання інформації про хід процесів (змін стану БПП) та внесення необхідних корективів.

5. Документальне підтвердження належного рівня БПП. На практиці власникам підприємств необхідно не тільки забезпечити реальну безпеку виробничої діяльності, охорону праці та належний рівень соціального захисту працівників, мінімально можливий вплив на довкілля тощо, але і документально підтвердити рівень безпечності виробництва (підприємства загалом) шляхом демонстрування наявної (отриманої)

відповідної дозвільної та підтверджувальної документації (дозволів, сертифікатів, зареєстрованих декларацій відповідності вимогам безпечності і т. ін.). Для отримання згаданої документації необхідно попередньо отримати позитивні висновки щодо:

- відповідності устаткування вимогам нормативних документів з питань безпечності промислового підприємства;
- спроможності підприємства забезпечити вимоги безпечності чи належні умови праці;
- відповідності санітарно-гігієнічних умов праці вимогам нормативів;
- відповідності фактичних рівнів впливу виробничої діяльності на довкілля (рівнів скидів, викидів) дозволеним значенням;
- приналежності підприємства до об'єктів підвищеної небезпеки чи до потенційно небезпечних об'єктів тощо.

Тому, перед тим, як укласти угоду з експертною організацією, органом сертифікації у сфері промислової безпеки та охорони праці чи компанією з атестації робочих місць за умовами праці тощо (що зазвичай потребує затрат часу і коштів) для отримання необхідного (позитивного) висновку доцільно попередньо організувати проведення аудиту щодо виявлення фактичного стану БПП і ще до початку проведення процедур, наведених вище, вжити необхідних заходів для покращення ситуації з метою досягнення бажаного результату внаслідок подальших експертизи, сертифікації, атестації робочих місць тощо і отримання дозвільних документів.

Питання отримання достовірної інформації про стан справ, зокрема у сфері БПП, є надзвичайно важливим для самого підприємства, оскільки це потрібно для:

- виявлення «слабких місць» (порушень, недоліків, потенційних небезпек) і резервів для підвищення рівня безпеки і запобігання інцидентам (подіям, пов'язаним з роботою, за результатами яких трапилась або могла трапитися травма чи погіршення здоров'я будь-якого ступеня);
- розроблення необхідних коригувальних дій (дії, які виконують, щоб усунути причину виявленої невідповідності або іншої небажаної ситуації) з метою постійного поліпшення системи управління БПП відповідно до політики організації у сфері безпеки промислового підприємства;
- розрахунку ресурсів, необхідних для впровадження коригувальних дій і розроблення шляхів їх реалізації;
- реалізації запланованих заходів і моніторингу зміни стану БПП.

Отримання необхідної інформації про реальний стан виробничої безпеки на підприємстві дасть змогу вжити необхідних заходів і як наслідок – підвищити фактичний рівень БПП, документально підтвердити її високий рівень, претендувати на зниження класу професійного ризику виробництва тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Безпечність промислових підприємств. Терміни та визначення : ДСТУ 2156-93; чинний від 1995-01-01. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://document.ua/bezpechnist-promislovihipidpriemstv>. – termini-ta-viznachennja-nor3429.html.

2. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги : ДСТУ 3273-95; чинний від 1995-12-19. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://document.ua/bezpechnist-promislovihipidpriemstv>. – zagalni-polozhennja-ta-nor8512.html.

3. Системи управління якістю. Вимоги : (ISO 9001:2008, IDT): ДСТУ ISO 9001:2009; на заміну ДСТУ ISO 9001:2001; чинний від 2009-06-22. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://iso.kiev.ua/iso-9001/standart-iso-9001-2008-skachat.html>.



4. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування : (ISO 14001:2004, IDT): ДСТУ ISO 14001:2004; на заміну ДСТУ ISO 14001-97; чинний від 2006-05-15. – К. : Вид-во Держспоживстандарт України, 2006. – VI, 20 с.: табл.; 29 см. – (Національний стандарт України).

5. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги : (OHSAS 18001:2007, IDT) ДСТУ OHSAS 18001:2010; на заміну ДСТУ-П OHSAS 18001:2006; чинний від 2010-12-27. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://document.ua/sistemi-upravlinnja-gigienouy-ta-bezpekoxy-praci>. – vimogi-ohs-nor24609.html.

*Хаткова Л. В., к. пед. н., доцент, Матюха Р. О.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ**

До підприємств з підвищеним ступенем ризику виникнення промислових аварій і надзвичайних ситуацій техногенного походження відносяться підприємства, які мають у своєму складі потенційно небезпечні виробництва, на яких відносно раптове порушення технологічних процесів, правил техніки безпеки, може привести до важких наслідків, негативно впливати на оточуюче середовище, людину і роботу свого та сусідніх об'єктів.

**Усі потенційно небезпечні підприємства підрозділяються на 4 групи:**

- хімічно небезпечні;
- радіаційно-небезпечні;
- вибухово- та пожежонебезпечні;
- гідродинамічно небезпечні об'єкти;

З метою попередження можливих виробничих аварій та зменшення збитків від виникнення на усіх потенційно небезпечних підприємствах, розроблюється та здійснюється комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів. Частина таких заходів здійснюється завчасно, а деякі з них – у період загрози або виникнення надзвичайної ситуації.

При розробці організаційних та інженерно-технічних заходів повинні враховуватися вимоги нормативно-правових документів з попередження виникнення надзвичайних ситуацій, охорони праці та техніки безпеки, правил експлуатації енергоустановок, піднімально-транспортне обладнання, ємностей працюючих під високим тиском та інших засобів виробництва.

Організаційні заходи спрямовані на створення умов для забезпечення безпечного функціонування підприємств, своєчасного виявлення виробничих аварій та прийняття необхідних заходів щодо зменшення збитків від можливих надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру, а також невідкладних робіт в ході ліквідації аварій, які виникли та наслідків надзвичайних ситуацій.

Структурно вони включають:

- прогнозування можливих аварій та наслідків надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження;
- планування заходів на випадок виникнення НС;
- розробку та здійснення заходів щодо попередження та зменшення ризику виникнення аварій, створенню та підтримки на необхідному рівні раціональних умов роботи виробничого характеру;
- формування архіву проектно-технологічної документації та організації його збереження;

▪ характер та ступень безпеки для оточуючого середовища і населення, яке мешкає у зоні можливого впливу наслідків аварії.

Прогнозування можливих аварій і наслідків надзвичайних ситуацій техногенного походження проводиться завчасно як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації діючого підприємства.

У цілях недопущення виробничих аварій, на об'єктах повинні проводитися відповідні заходи з виявлення та уникнення можливих причин виникнення аварій і катастроф.

До таких заходів можна віднести:

- створення безаварійних умов роботи виробничого персоналу;
- розробку заходів по безаварійній зупинці виробництва у разі збоїв в постачанні енергії (теплової, електричної, пари, газу), води та сировини;
- забезпечення стійкого управління виробництвом при надзвичайній ситуації;
- створення та підготовку з призначення спеціалізованих і невоєнізованих формувань до дій у надзвичайних ситуаціях;
- створення запасу матеріалів на випадок швидкої ліквідації неполадок та збоїв у роботі, локалізації і ліквідації аварій на технологічному обладнанні, агрегатах, механізмах і інших засобах виробництва.

Підготовка об'єкта господарської діяльності до стійкої роботи у надзвичайній ситуації проводиться завчасно шляхом виконання інженерно-технічних заходів, які направлені на попередження або максимальне зниження впливу будь якого стихійного лиха, аварій і катастроф.

Інженерно-технічні заходи передбачають:

- підвищення стійкості будинків і споруд;
- захист технологічного обладнання та інженерних комунікацій;
- попередження і зменшення ризику виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах.

Таким чином, організаційні і інженерно-технічні заходи втілюються комплексно, з охоптом усіх питань, від яких залежить безаварійна робота об'єктів, з урахуванням їх виробничих і територіальних особливостей, з притягненням усіх ланок управління промислової діяльності. Попередити надзвичайні ситуації техногенного походження дешевше, ніж ліквідувати їх наслідки.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Кодекс Цивільного захисту України.
2. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки. – Х.: УЦЗУ, 2007.- С. 3 – 36.
3. Михайлюк О.П., Олійник В.В. Пожежна безпека об'єктів підвищеної небезпеки. – Х.: УЦЗУ, 2010 - 343 с.
4. Гіроль М.М., Техногенна безпека - Рівне: УДУВГП, 2004.- 452с.
5. Шоботов В.М. Цивільна оборона – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ**

Любая деятельность человека так или иначе связана с водой. За небольшой промежуток времени на территории Беларуси было построено значительное количество водохранилищ. Но процессы, которые происходят в береговой зоне искусственных водных объектов, оказывают значительное воздействие на функционирование многих отраслей промышленности и сельского хозяйства, в результате чего происходит отторжение земель из сельскохозяйственного использования. Также это приводит к увеличению площади зеркала водоемов и уменьшению их полезного объема, в результате чего затрудняется забор воды для целей питьевого и промышленного водоснабжения, энергетики и пр. Кроме того, наблюдаются деформации откосов грунтовых гидротехнических сооружений и их креплений вследствие разрушения их поверхности, нарушения целостности плит крепления, а также осадочных, температурных и строительных швов [1, 2].

На устойчивость берегоукрепительных сооружений водохранилищ влияют следующие факторы [3, 4]: гидродинамические, гидрогеологические, климатические, гидрометеорологические, геоморфологические, биологические и другие. Они характеризуются следующими основными показателями: ветро-волновым и ледовым режимами; поверхностным стоком, вызывающим эрозию и оврагообразование; вдольбереговым движением наносов; формой подводного берегового склона; высотой берега над отметкой нормального подпорного уровня водохранилища; формой береговой линии в плане; мощностью, структурой, а также физико-механическими свойствами грунтов; избыточным увлажнением и суффозионными процессами [2, 5].

При движении водного потока вдоль берега и берегозащитных сооружений, происходит вымывание грунта из подплоточного пространства и швов и его перенос. При волнении вода также поступает в щели поперечных и продольных швов между отдельно лежащими плитами и происходит вымыв обратного фильтра и грунта из под берегоукрепительного сооружения. При этом наблюдается перераспределение расходов волнового потока по креплению при котором: поверхностный уменьшается, а донный увеличивается. Нарушение устойчивости плит происходит за счет сдвигающей гидродинамической нагрузки, вызванной условиями обтекания плит волновым потоком [4]. Возникающая разница давлений и скоростей волнового потока, набегающего на плиты крепления на поверхности и под плитами, ведет к дисбалансу нагрузок и потере устойчивости за счет выноса грунта, материала подсыпки обратного фильтра и образованию полостей размыва.

Применительно к водоемам Республики Беларусь авторами рассматривалась совокупность факторов, влияющих на устойчивость берегоукрепительных сооружений с целью комплексной оценки их технического состояния и прогнозирования возможных аварийных ситуаций на этих объектах. Это обусловлено частыми прохождениями по территории страны ураганных ветров, расположением водосборных территорий рек за пределами Республики Беларусь, сработкой уровня водохранилищ в период паводков.

В республике эксплуатируется более 250 км закрепленных верховых откосов дамб и плотин. В это число также входят естественные берега, подверженные переработке. Состояние этих сооружений, как показали натурные обследования, имеет

в ряде случаев неудовлетворительное состояние, связанное с разрушением конструкций креплений откоса их основания и стыков, которые ведут к потере устойчивости и чрезвычайным ситуациям на сооружениях.

Деформации креплений, состоящих из сборных железобетонных и монолитных плит, в виде просадок, трещин, разломов, раскрытия швов, креплений откосов и берегов, присутствуют практически на всех обследованных водных объектах, а их наличие может привести к разрушению напорного откоса дамбы или плотины и в итоге – к потере общей устойчивости гидротехнического подпорного сооружения и развитию гидродинамической чрезвычайной ситуации (рисунок 1).



а) состояние берегозащиты

б) вид на автоматический водоброс

Рисунок 1. – Гидродинамическая чрезвычайная ситуация

К причинам, вызывающим разрушение креплений относятся:

– ошибки инженерных расчетов, вызванные применением расчетных схем и зависимостей, разработанных для морских условий и условий крупных водохранилищ, используемых в нормативной и проектной документации [6];

– низкое качество изысканий и строительно-монтажных работ;

– отсутствие должной эксплуатации сооружений.

Анализируя результаты, характер и масштабы просадок, трещин и разломов можно отметить, что наличие деформаций берегоукрепления, приведенных в таблице, указывает на аварийное состояние напорного откоса гидротехнических сооружений. Как показала статистика деформаций, наиболее характерными повреждениями защитных сооружений являются разрушения заполнения швов, что сопряжено с выносом из тела сооружения грунта песчано-гравийной подготовки и обратного фильтра, просадкой плит, появлением трещин и разломов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Качугин, Е.Г. Геологическое изучение динамики берегов водохранилищ [Текст] / Е.Г. Качугин. – М.: Наука, 1975. – 148 с.
2. Кондратьев, Н.Е. Расчет ветрового волнения и переформирование берегов водохранилищ [Текст] / Н.Е. Кондратьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1951. – 107 с.
3. Пышкин, Б.А. Динамика берегов водохранилищ [Текст] / Б.А. Пышкин. – Киев: «Наукова думка», 1973. – 416 с.
4. Широков, В.М. Рекомендации по оценке воздействия малых водохранилищ на окружающую среду [Текст] / В.М. Широков [и др.]; под общ. ред. В.М. Широкова. – Минск: БГУ, 1994. – 112 с.
5. Михневич, Э.И. Устойчивость русел открытых водотоков [Текст] / Э.И. Михневич. – Минск : Ураджай, 1988. – 240 с.
6. Кирвель, И.И. Пруды Беларуси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим [Текст] / И.И. Кирвель. – Минск: БГПУ, 2005. – 234 с.

*Чен Ю. В., Яковчук О. В., Рудешко І. В.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ПУСТОТИ В БУДІВЛЯХ, ЯК ШЛЯХИ ПРИХОВАНОВОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖ**

Приховане розповсюдження пожежі призводить до її більш пізнього виявлення, відповідно збільшенню матеріальних збитків та людських жертв. Крім цього, при виявленні пожежі, що вже розвинулася одночасно у декількох місцях, можливо зробити помилковий висновок про причини пожежі (підпал), внаслідок чого можуть бути покарані безвинні люди.

Протипожежні заходи, що пов'язані із наявністю пустот у дерев'яних перекриттях і перегородках у будівлях кінця 40-х – початку 50-х років, були розглянуті у класичному підручнику [1]. Для перекриттів було рекомендовано:

- Зменшення кількості горючих речовин, що може бути досягнуто заміною спалимого настилу на неспалимий, або важкоспалимий. Так, наприклад, замість настилу із дерев'яних листів було запропоновано настил із шлакобетонних та гіпсолітових плит;

- Розділення повітряних прошарків на відсіки діафрагмами із шлакової крихти. Діафрагми не повинні перешкоджати повітрообміну у вентиляємих порожнинах конструкцій;

- При влаштуванні пустотних перегородок розділення пустот діафрагмами на окремі відсіки площею не більше за 2 м<sup>2</sup> і виключення суміщення із пустотами перекриття.

З того часу дещо змінилося, дещо залишилося без змін. У будівлях з'явилися нові пустотілі об'єкти – кабельні тунелі, підвісні стелі, навісні фасади. Крім цього збереглися будівлі, що були побудовані ще до появи цих рекомендацій.

На жаль, тема прихованого розповсюдження пожежі є актуальною і в наш час.

Пожежі, що виникають у будівлях із суміщеними між собою пустотами, можуть розвиватися тривалий час непоміченими, і навіть розповсюджуватись у інші частини будівлі. Тому, дуже важко виявити зони займання і горіння, що створює значну небезпеку для людей і ускладнює розвідку і гасіння пожежі.

З оперативної точки зору пустотні пожежі являються надзвичайно складними. Зазвичай, пожежні по прибутті виявляють значне задимлення. Складною задачею при цьому є встановлення основних напрямків розповсюдження пожежі, тому небезпека таких пожеж дуже велика.

Для своєчасного прийняття спеціальних заходів щодо попередження розвитку пожежі по пустотах, про їх наявність, керівник пожежного підрозділу має знати заздалегідь. Крім подачі стволів на палаючий поверх, доцільно подати додатковий ствол на вище розташований поверх. Крім цього, слід зробити отвори у перекриттях для відведення продуктів горіння і за допомогою тепловізорів проводити спеціальну розвідку для виявлення найбільш високотемпературних осередків і можливого проникнення вогню до пустот.

Наводяться приклади декількох пожеж у будівлях, що мали конструкційні пустоти по яких пожежа розвивалася повільно і тому вважалася безпечною [2]. Такі пустоти найчастіше зустрічаються у старовинних будівлях. Пожежні під час дії в умовах пожежі повинні це враховувати, щоб мати можливість для швидкого реагування.

На новому випробувальному полігоні управління будівельних досліджень Великобританії у м. Кардингтон проведені повномасштабні вогневі випробування, у ході яких вивчалася динаміка пожеж у жилих приміщеннях, що мають шар теплоізоляції і облицювання поверх нього ззовні – дуже розповсюджену конструкцію [3]. Доведено, що наявність пустот між теплоізоляцією і оздобленням призводить до накопичення в них конденсованої вологи, котра погіршує властивості теплоізоляційних матеріалів і спричиняє корозію металевих елементів конструкції і трубопроводів. Крім цього, по цих пустотах під час пожежі, приховано, може розповсюджуватись вогонь з нижніх поверхів. З метою попередження цього явища пропонується перекривати пустоти на кожному поверсі горизонтальними поясами, що виконані із вогнестійкого матеріалу.

На підставі вищезазначеного можна стверджувати, що приховане розповсюдження пожежі по пустотах конструкцій властиве, як для старовинних, так і для нових будівель. Особливістю старовинних будівель є наявність їх великої кількості, для котрих виконання протипожежних норм неможливе без зміни історичного обліку, а під час гасіння пожежі вимагається мінімум пошкоджень. Тому, особливо важливе значення має виконання заходів протипожежного режиму.

Серед тенденцій розвитку нормативних вимог розвинутих держав (Великобританії, США), спостерігається створення протипожежних вимог до історичних будівель. Ймовірно, для збереження вітчизняної архітектурної спадщини таку можливість слід розглянути і для України.

#### ЛІТЕРАТУРА

2. Ройтман М.Я. Пожарная профилактика в строительном деле. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1954. – 304с.
3. Void spaces // Fire Fight. Can. – 1990 – Vol.34, №7.
4. Fire spread in cladding systems // BRE News of Constr. Res. – 1993/ - October.

УДК 614.841.12

*Семичаєвський С. В., Огурцов С. Ю., к. т. н., с. н. с.,  
УкрНДІЦЗ*

#### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ МАСОВОЇ ШВИДКОСТІ ВИГОРАННЯ ГОРЮЧИХ РІДИН**

В ході виконання робіт було удосконалено установку для визначення швидкості вигорання горючих рідин визначену ГОСТ 12.1.044 [1]. Удосконалення було визначене необхідністю роботи з рідинами, що мають високе значення температури займання у відкритому тиглі (вище 200°C), зокрема дослідженнями масової швидкості вигорання турбінної оливи марки ТП-22.

Доопрацювання установки було виконано за трьома основними напрямками:

- створення системи попереднього підігріву рідини зразка до температури займання;
- улаштування контролю температури у пальнику;
- застосування сучасних засобів реєстрації та обробки даних замість передбаченого [1] реєстратора-самописця на паперовому носії.

Схему експериментальної установки наведено на рис. 1.

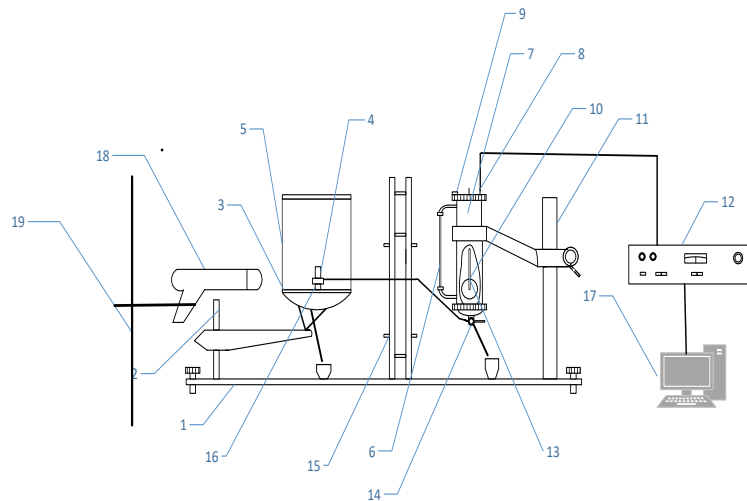


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки

1 - основа; 2, 11 – штанга; 3 – блок пальників; 4 – пальник; 5 – сітчасте огороження (вітрозахист); 6 – рівнемір; 7 – заправна ємність; 8 – штуцер; 9 – гвинт; 10 – трубка; 12 – вимірювальний блок; 13 – оглядове віконце; 14 – трьохходовий кран; 15 – теплоізолюючий екран; 16 – цанговий зажим; 17 – персональний комп'ютер; 18 – технічний фен; 19 - штатив

Для попереднього підігріву рідини у пальнику до температури займання використано повітряний технічний фен потужністю 2 кВт, зафіксований штативом у необхідному положенні напроти пальника.

Контроль температури рідини у пальнику здійснювався за допомогою термопари Type K 0...1370 °С, що прокладено через трубку подавання рідини в пальник із використанням герметичного трійника.

Термопара та вихід вимірювального блоку під'єднувались до аналого-цифрового перетворювача ADAM-4118 виробництва фірми ADVANTECH, що здійснював опитування каналів із дискретністю 1..10 вимір/сек. Реєстрація даних проводилась за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення «Вимірювальний комплекс» розробленого авторами.

На теперішній час проведено калібрування установки при роботі на п'яти пальниках діаметрами 8 мм, 13 мм, 23 мм, 33 мм та 83 мм згідно. Калібрування полягало у визначенні калібрувального коефіцієнту, який визначається за формулою:

$$K = \frac{\Delta U}{\Delta m} \quad (1),$$

де  $\Delta U$  - зміна напруги, що пропорційна зміні тиску в верхній частині заправної ємності, мВ;

$\Delta m$  - зміна маси рідини, г.

Зміна маси  $\Delta m$  визначалась шляхом відбору проб масла з пальника та зважування на вагах з похибкою вимірювання  $\pm 0,01$ г. В результаті калібрування отримані числові значення коефіцієнту  $K$  для пальників п'яти діаметрів, що становив 3,24 мВ/г незалежно від діаметру пальника

Приклад калібрувального графіка для першого пальника наведено на рис. 2.

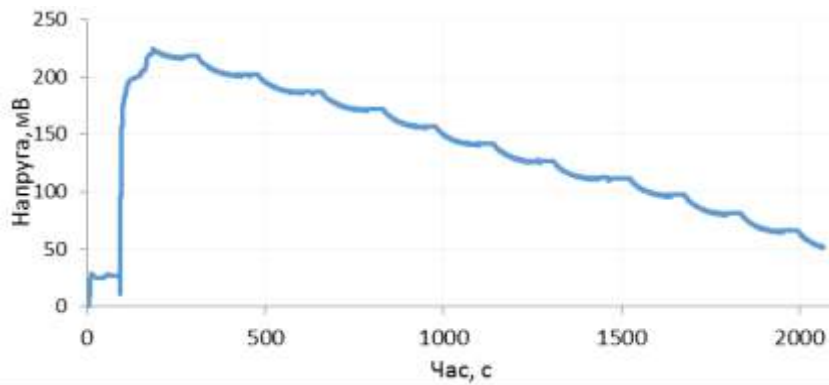


Рисунок 2 Приклад калібрувального графіка

Висновки. Удосконалено експериментальне обладнання для визначення питомої масової швидкості вигорання горючих рідин з високою температурою самозаймання, що дозволить проводити експериментальні дослідження з визначення їх масової швидкості вигорання в залежності від температури рідини у пальнику.

#### ЛІТЕРАТУРА

- ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.

*Самченко Т., Ратушний О.,  
УкрНДІЦЗ*

### ГАРМОНІЗАЦІЯ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ

На теперішній час у Європейському Союзі діє система забезпечення безпеки у будівництві, побудована на положеннях Директиви Ради ЄС 89/106. На розвиток Директиви діють шість Тлумачних документів, які роз'яснюють її положення стосовно забезпечення основних вимог до збереження механічної міцності та стійкості будівлі, пожежної безпеки, забезпечення життя та здоров'я людини, безпеки експлуатації тощо.

В Тлумачному документі стосовно забезпечення пожежної безпеки будинків і споруд визначено основні підходи та принципи, що мають бути покладені в основу нормативних документів та методів визначення характеристик, виконання яких забезпечує певний рівень пожежної безпеки будівлі. Зокрема, в цьому документі регламентовано підходи, за якими необхідно визначати показники пожежної небезпеки матеріалів та класифікувати їх за результатами випробувань за реакцією на вогневий вплив. Вищезазначені нормативні документи є обов'язковими для виконання у всіх країнах-членах ЄС.

На розвиток положень вищенаведених документів у країнах-членах ЄС діє обов'язковий для виконання стандарт EN 13501-1:2007. Цей стандарт визначає гармонізовані процедури для встановлення пожежно-технічної класифікації будівельних виробів за реакцією на вогонь.

У Європейському Союзі на теперішній час основні підходи до пожежно-технічної класифікації будівельних матеріалів засновані на єдиному базовому стандартизованому сценарії пожежі – пожежа у кімнаті, та єдиному стандартизованому методі, що моделює цей сценарій (кут кімнати за ISO 9705). Під час випробувань за цими підходами визначають швидкість тепловиділення, величину теплового потоку, здатність до димоутворення. Для встановлення пожежно-технічної класифікації



зазначенні випробування проводять залежно від виду будівельного матеріалу з урахуванням сфери застосування: наприклад, поверхневі матеріали, підлоги тощо.

Стандарт [1] містить перелік стандартизованих методів, за якими необхідно проводити визначення обов'язкових (також регламентованих в цьому стандарті) показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів за реакцією на вогонь. Відповідно до [1] класифікацію будівельних матеріалів слід проводити за результатами випробувань матеріалів *на негорючість* за стандартом EN ISO 1182, *на поширення полум'я* – за EN ISO 9239-1; *на займання під прямим впливом вогню* за EN ISO 11925-2; з визначенням *теплоти згорання* за EN ISO 1716; *термічного впливу на виріб від одиночного джерела запалювання* за EN 13823. Для впровадження європейських підходів у сфері забезпечення пожежної безпеки у будівництві в Україні на основі положень вищезазначених Директиви та Тлумачного документу розроблено Технічний регламент будівельних виробів будинків і споруд, за ДБН В.1.2-7-2008, які діють на правах закону. Зокрема, в цих документах регламентовано необхідність визначення пожежно-технічної класифікації будівельних виробів за реакцією на вогневий вплив за європейськими підходами.

На теперішній час в Україні класифікацію будівельних матеріалів проводять за вимогами ДБН В.1.1-7-2002 за показниками горючості, займистості, здатністю поширювати полум'я поверхнею, димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння за визначеними у ньому стандартизованими методами. Класифікація, яка регламентована в Україні на теперішній час, відрізняється від такої, яка прийнята у ЄС, як за методами визначення показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів так за і принципами, покладеними у основу класифікації матеріалів за отриманими значеннями цих показників.

Визначення показників пожежної небезпеки, прийнятих у ЄС, та встановлення пожежно-технічної класифікації будівельних матеріалів відповідно до стандарту [1] на теперішній час в Україні неможливо через відсутність відповідної нормативної бази.

Питання стосовно впровадження європейської системи класифікації опрацьовується в багатьох країнах СНГ. В цьому напрямку проводиться відповідна робота. Для впровадження в Україні зазначеної європейської класифікації, а також на нормативну підтримку Технічного регламенту будівельних виробів будинків і споруд та ДБН В.1.2-7-2008 необхідно створити випробувальну базу, яка відповідає цим стандартам. Також необхідно внести відповідні зміни у державні будівельні норми, які регламентують вимоги до вищезазначених показників пожежної небезпеки, встановленими за стандартами, які регламентовано [7], та значеннями аналогічних показників, визначеними за стандартами EN.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. EN 13501-1:2007 Пожежно-технічна класифікація будівельних виробів та інструкцій – Частина 1: Класифікація за результатами випробувань за реакцією на вогонь.
2. EN ISO 1182 Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. Випробування на негорючість.
3. EN ISO 9239-1:2010 Випробування покриттів для підлог щодо реакції на вогонь. – Частина 1. Визначення поведінки під час горіння із застосуванням тепловипромінювального джерела.
4. EN ISO 11925-2 Випробування щодо реакції на вогонь.
5. EN ISO 1716 Випробування виробів на вогонь. Визначення вищої теплоти згорання.
6. EN 13823 Випробування будівельних виробів щодо реакції на вогонь. – Будівельні вироби, за винятком покриттів для підлог, які піддаються термічній дії від одиночного предмету, що горить.
7. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна Безпека об'єктів будівництва.

*Тищенко А. М., к. т. н., проф.,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины,  
Беликов А. С., д. т. н., проф., Шаранова Ю. Г.,  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,  
Улитина М. Ю., к. т. н.,  
Харьковская областная государственная администрация  
Рагимов С. Ю., к. т. н., доц.,  
Национальный университет гражданской защиты Украины*

## **ЦЕЛЕВЫЕ ФУНКЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Осуществляя предварительную проработку вопросов, относящихся к созданию тактико-технического обеспечения, на первом шаге любые положительные исходы принятия решений для спецподразделения имеют приемлемое значение. Цель здесь – найти все те альтернативы  $A_i$ , которые позволяют достичь не отрицательных исходов: авария (или ЧС) должна быть локализована (ликвидирована); или же число пострадавших сведено к минимуму (случаи со смертельными исходами отсутствуют); материальный ущерб минимальный.

При локализации/ликвидации ЧС на объекте возможны такие исходы:

« $I_{-1}$ » - худший – самоликвидация аварийного объекта;

« $I_0$ » - неплохой, но не лучший – локализация ЧС на отдельных участках;

« $I_{+1}$ » - лучший – авария или иная ЧС полностью ликвидирована.

Для создания тактико-технического обеспечения на каждом шаге устанавливается, какие неотрицательные исходы ведут к достижению качественной цели после принятия решений, и в банк данных группируются только положительные альтернативы  $I_{+1}$ , приводящие к исходу: «авария локализована / ликвидирована» (блоки 1, 2, 3, 4 и 5) [1]. При этом, оцениваются все имеющиеся резервы и возможности выполнения тех или иных действий ( $A_i$  – альтернативы первого шага), где должны быть учтены потери времени, безопасность, эффективность технических средств и работа спецподразделений, характеризующие множество рациональных решений (тактико-техническое обеспечение задачи), которые в той или иной мере обеспечивают достижение поставленной качественной цели ( $I_k$  – исходы первого этапа, где  $k = 0, +1$ ).

Исходы группируют (блок 4 и блок 5) следующим образом: в первом из них отбрасываются, а во втором формируются альтернативы к возможным действиям в последующем шаге, из числа которых специалисты выбирают одно решение – наилучшее (оптимальное), имея в реальности возможность обеспечить достижение качественной цели.

В этой задаче, в соответствии с достижением качественной цели – локализация ЧС в какой-то части объекта – оценка безопасности и эффективности действий спецподразделения, его работа и принятые решения оценивают по факту ликвидации ЧС. При этом руководствуются дополнительными условиями – специальными оценками результатов.

К примеру, если сложная авария или ЧС ликвидирована (с учетом восстановления или разбора строительных конструкций) за время меньшее, чем 12-14 часов и, при этом, отсутствуют человеческие жертвы, то считается – цель достигнута, исход положительный («+1»). В противном случае, при невыполнении даже одного из

этих условий, цель считается недостигнутой – исход отрицательный («-1»). Если качественная цель характеризуется тем, что всякий возможный исход либо полностью удовлетворяет задаче, либо ей удовлетворяет в известной мере, то в этих случаях нетрудно математически формировать качественные целевые функции, т.к. исходы, удовлетворяющие цели, неразличимы между собой так же, как неразличимы между собой исходы, не удовлетворяющие цели. И это формируют заранее при создании научно-технического обеспечения (первый шаг многошагового алгоритма).

Качественные целевые функции можно представить на некотором подмножестве исходов  $I_k$ ,  $k = 1, 2, 3$  множества всех исходов из их полного списка  $I_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots$ , ( $I_k \in I_j$ ). Причем, этот список обычно группируют дискретно в табличной форме, или же в виде «реле»-функции (блок 3):

$$I_k \left\{ \begin{array}{l} I_{+1}, \text{ если выбор альтернативы приводит к цели сразу} \\ \text{или не ухудшает сложившейся ситуации } B; \\ I_{-1}, \text{ если выбор альтернативы приводит к} \\ \text{нежелательному (отрицательному) результату;} \\ k = 1, 2. \end{array} \right. \quad (1)$$

В задачах организации и проведения работ на первом шаге следует предварительно компьютерным перебором «отбраковать» неподходящие альтернативы первого шага (блок 4), оставив только те, что позволяют достичь не отрицательных исходов, которые могут стать в дальнейшем альтернативами следующего шага  $I_k$ ,  $k=0;+1$  (блок 5). При этом, разработанный нами алгоритм [2] допускает его раздельное функционирование в том, что касается использования качественных и количественных целевых функций.

Данный подход применим не только при принятии решений во время оперативных действий спецподразделений, но и пригодный для специалистов во время выполнении работ при совершенствовании оснащения спецподразделений новым оборудованием и создании тактико-технического его обеспечения.

Таким образом, исследования показали, что функции реализации  $\Phi$  для задачи обеспечения безопасности и эффективности выполнения работ спецподразделением могут представляться двояко, в виде целевых функций  $\Pi$  двух типов: качественная  $K$  – на первом шаге; и количественная  $\Pi$  – на втором шаге. Функция  $\Pi$  – это предельно полезная функция, оцениваемая количественными показателями потери рабочего времени, материального ущерба и т.д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Обеспечение безопасности при выполнении работ повышенной опасности [Текст] / А. С. Беликов, О. А. Сабитова, В. А. Голендер, В. А. Шаломов // Международный научный журнал. – 2015. – №2. – С. 144–158.
2. Охрана труда в строительстве : учебник / [Беликов А. С., Сафонов В. В., Нажа П. Н. и др.] ; под общ. ред. А. С. Беликова. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.

Беликов А. С., д. т. н., проф., Шаломов В. А., к. т. н., доц., Андреева А. В., к. т. н.,  
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,  
Тищенко А. М., к. т. н., проф., Маладыка И. Г., к. т. н., доц.,  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ НА РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ ПО «ПРИДНЕПРОВСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

Радиационный контроль на радиационно-опасных объектах (РОО), представляет собой систему входного и выходного радиационного обследования людей, транспорта, материалов, грузов и радиоактивно-опасных веществ (РАВ) в условиях действующего и/или законсервированного производственного инфраструктурного объекта по обеспечению надежности и санитарно-гигиенических радиационно-регламентированных параметров (РРП) в зданиях, сооружениях и на открытой местности во время их эксплуатации.

Система радиационного контроля (СРК) на таких РОО, как хвостохранилище «Сухачёвское» – 1 секция и «Сухачёвское» – 2 секция бывшего уранового производства ПО ПХЗ, включает комплекс взаимосвязанных нормативных актов и документов, выполнение норм и правил, которых обеспечивают снижение до нормативных уровней ионизирующего излучения (ИИ) естественных радионуклидов (ЕРН) на вновь построенных, существующих, закрытых и законсервированных объектах. При работе с источниками ИИ, такими как твердые радиоактивные отходы (ТРО) и жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), на хвостохранилищах СРК делится на контроль:

- а) периметра объекта, где осуществляется охрана РОО;
- б) ввозимых/заносимых источников ИИ, организаций осуществляющих деятельность с РАВ;
- в) санитарно-защитная зона (СЗЗ) вокруг периметра «тела» хвостохранилища, защищающая людей, проживающих в непосредственной близости;
- г) контроль РРП непосредственно на хвостохранилище, в котором и складываются элементы оборудования, строительные материалы (изделия), технологическое оборудование, металлические и железобетонные конструкции, фильтры, радиоактивная пульпа, редкоземельные материалы и т.д.

СРК функционирует в соответствии с действующими законами и нормативными документами [1].

В зависимости от решаемых задач СРК может быть двух видов разового и систематического радиационного обследования (РРО) (СРО). Система РРО позволяет реализовать *принцип не превышения* НРБУ-97 по обеспечению РБ, а система СРО позволяет реализовать *принцип оптимизации* НРБУ-97 по обеспечению РБ хвостохранилищ.

Допустимые уровни устанавливаются для не превышения лимита доз на персонал объекта. Допустимые уровни контролируемых РРП на хвостохранилищах промышленной площадки «Сухачёвское» устанавливаются с учетом результатов обследования и мониторинга содержания, доминирующих ЕРН грунтов, воздуха, воды, пыли, ТРО и ЖРО, а также материально-технических возможностей и рекомендаций МКРЗ. В свою очередь контрольные уровни РРП устанавливаются с целью снижения уровня ИИ ЕРН ниже допустимого с учетом экономических и социальных факторов (табл.1).

Таблица 1

## Критерии для принятия решения о проведении радиационного контроля

Категория принятия решения	Аэф Бк/кг	МПД <sub>пом</sub> , мкГр/ч	МЭД, мкЗв/ч	ЭРОА <sub>Rn(Tn)</sub> Бк/м <sup>3</sup> (среднегод )	Принятие решения по проведению РК РРП
I	370	0,44	0,26	50 (3)	Мероприятия не обязательны
II	740	0,44	>0,26	50- 100 (3- 6)	Рекомендуется проведение стандартного комплекса РРК или СРК РРП
III	1350	0,44 >0,44 >0,44	>0,43	>100(6) 100 (6) >100 (6)	Проведение СРК на объекте а также противопопылевых и противорадоновых мероприятий обязательно. Проведение мониторинга
IV	>1350	0,44 >0,44 >0,44	1	100 (6) 100 (6) > 100 (6)	Если мероприятия не приводят к снижению МПД, МЭД, ОА и ЭРОА <sub>Rn(Tn)</sub> решается вопрос об частичном или полном ограничении времени пребывания в нем/на нем людей Проведение мониторинга обязательно

Принятая система организации и ведения входного и выходного РК РОО на территории хвостохранилищ промышленной площадки «Сухачёвское» в Украине позволяет обеспечить непревышение установленных допустимых радиационно-гигиенических уровней контролируемых параметров, но действующая система не содержит конкретных рекомендаций по их снижению на режимной и прилегающей территориях, что бы обеспечило реализацию принципа оптимизации НРБУ-97 и требований публикаций МКРЗ по обеспечению РБ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) : Державні гігієнічні нормативи. — Київ: Відділ поліграфії Укр. центру держсанепідемнагляду МОЗ України, 1998. — 125с.

Беляева В. В., к. т. н., доц.

Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара,

Якубовская З. Н., к. т. н., доц.,

Украинский государственный химико-технологический университет

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИЯХ

В настоящее время значительно усилился интерес к созданию эффективных, быстросчитающих (quick simulating models) моделей для прогноза загрязнения атмосферы в случае аварийных выбросов вредных веществ. Как правило, для решения этих задач используется различные вариации модели Гаусса. Но эти модели имеют ряд недостатков. Поэтому, возникает важная задача по созданию более гибких, реалистичных моделей, требующих небольших затрат времени при реализации на компьютерах малой и средней мощности. В данной работе рассматривается 3-D численная модель для прогноза динамики загрязнения атмосферы при аварийной эмиссии опасных веществ. Модель позволяет рассчитать закономерности формирования зон загрязнения при аварийных выбросах опасных веществ в случае следующих сценариев:

- 1) залповые выбросы опасных веществ в атмосферу;
- 2) полунепрерывные выбросы;
- 3) испарение опасных веществ от зон аварийных разливов.

Для моделирования рассеивания опасных веществ в атмосфере используется трехмерное уравнение массопереноса [1-3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w-w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r-r_i),$$

где  $C$  – концентрация опасного вещества в атмосфере;  $u, v, w$  – компоненты вектора скорости ветра;  $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$  – коэффициенты турбулентной диффузии;  $t$  – время;  $r_i = (x_i, y_i, z_i)$  – координаты источника выброса;  $Q$  – мощность выброса опасного вещества;  $\delta(r-r_i)$ ,  $\delta(r-r_j)$  – дельта функция Дирака;  $w_s$  – скорость оседания аэрозоля.

Для численного интегрирования данного уравнения используется неявная разностная схема. Разработан код для реализации численной модели на компьютере.

Представлены результаты решения ряда задач по оценке последствий аварийных ситуаций на промышленных объектах г. Днипро и Приднепровской железной дороге. Рассматривались залповые выбросы аммиака и аварийные разливы аммиака, кислот на примагистральной территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 136 с.
2. Оценка техногенного риска при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте [Текст] / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. С. Кириченко, Л. Я. Мунтян. – Кривой Рог : Изд. Р. А. Козлов, 2017. – 127 с.
3. Biliaiev, M. (2012), “Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography”, *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. – P. 87-91.

Беляев Н. Н., д. т. н., проф., Римек Я. Е.,  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта,  
Калашников И. В., к. т. н.,  
ГП «Проектно-изыскательный институт «Укрзалізничпроект»

## ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

На территории Украины размещено значительное количество химически опасных объектов. При экстремальных ситуациях (аварии, теракты) произойдет интенсивная эмиссия опасных веществ в атмосферу, что приведет к формированию больших зон поражения. В этой связи возникает важная проблема по оценке размеров зон поражения, динамики их развития, оценки безопасности маршрутов эвакуации и оценки территориального риска [1-3].

В работе представлены два класса численных моделей, разработанных для решения комплекса задач, связанных с оценкой зон поражения в случае экстремальных ситуаций на химически опасных объектах и транспорте. Первый класс численных моделей, основывается на решении уравнений аэродинамики и массопереноса и позволяет решать такие задачи:

- 1) прогноз динамики загрязнения атмосферы при аварийной эмиссии химически опасных, радиоактивных веществ и биологических агентов;
- 2) оценка безопасности маршрутов эвакуации.

Второй класс численных моделей ориентирован на решение таких задач:

- 1) оценка территориального риска при эмиссии химических (биологических) агентов при теракте в условиях застройки;
- 2) оценка риска поражения людей внутри помещений при затекании в них загрязненного атмосферного воздуха.

При использовании разработанных численных моделей учитываются:

- 1) орография местности;
- 2) время, в течение которого происходит утечка опасного вещества;
- 3) возможность выброса от движущегося источника (автомобиль и т.п.);
- 4) неравномерность профиля скорости ветра и тип выброса;
- 5) инфильтрация загрязненного атмосферного воздуха в помещения.

Представлены результаты практического применения численных моделей для решения комплекса задач по оценке риска поражения людей в селитебных зонах при терактах и аварийных ситуациях на железной дороге, Павлоградском химическом заводе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 136 с.
2. Оценка техногенного риска при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте [Текст] / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. С. Кириченко, Л. Я. Мунтян. – Кривой Рог : Изд. Р. А. Козлов, 2017. – 127 с.
3. Biliaiev, M. (2012), “Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography”, *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. – P. 87-91.

Амеліна Л. В.,  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

### ЧИСЕЛЬНИЙ ПРОГНОЗ НАСЛІДКІВ ВИТОКУ АМІАКУ НА АМІАКОПРОВОДІ «ТОЛ'ЯТТІ-ОДЕСА»

Аміакопровід «Тол'ятті-Одеса» є одним з найбільших хімічно небезпечних об'єктів на території України. Прогноз наслідків аварійного витоку аміаку на цьому аміакопроводі є задача особливої уваги. Важливість цієї задачі обумовлена тим, що в наступний час в Україні існує високий рівень терористичених загроз. Для аналізу та прогнозу наслідків аварійного витоку аміаку з цього аміакопроводу було розроблено два класи чисельних моделей. Перший клас моделей орієнтовано на прогноз забруднення атмосферного повітря та селітебних зон у випадку витоку аміаку на насосних станціях. Основою розрахунку процесу забруднення атмосферного повітря є чисельний розв'язок рівняння Марчука Г.І. [1-3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i),$$

де  $C$  – концентрація аміаку;  $u, v, w$  – компоненти вектора швидкості повітряного потоку;  $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$  – коефіцієнти турбулентної дифузії;  $Q$  – інтенсивність викиду аміаку;  $\delta(r - r_i)$  – дельта-функція Дірака;  $r_i = (x_i, y_i, z_i)$  – координати джерела емісії аміаку.

Для чисельного інтегрування рівняння Марчука Г.І. використовується поперемінно-трикутна неявна різницева схема [1, 2].

На базі чисельної моделі розроблено код. На базі коду здійснено прогноз забруднення повітряного середовища поблизу місця аварії для різноманітних аварійних ситуацій. Виконано прогноз інтенсивності та розмірів зон ураження біля с. Вовниги (Запорізька область). Крім цього, на базі коду виконано розрахунок процесу нейтралізації аміаку на території насосної станції за рахунок подачі кислотного розчину.

Другий клас моделей орієнтовано на прогноз забруднення р. Дніпро та атмосферного повітря у випадку теракту на ділянці аміакопроводу, яка проходить крізь акваторію р. Дніпро. Розглядається поширення забруднюючої речовини в акваторії річки та процес випарювання аміаку з поверхні акваторії.

Наведені результати, які дозволяють визначити розміри зони забруднення та ризик ураження людей на території насосної станції та в селітебних зонах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 136 с.
2. Оценка техногенного риска при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте [Текст] / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. С. Кириченко, Л. Я. Мунтян. – Кривой Рог : Изд. Р. А. Козлов, 2017. – 127 с.
3. Biliaiev, M. (2012), "Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography", *Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer)*. – P. 87-91.



*Бунько Т. В., д. т. н., с. н. с., Кокоулин И. Е., к. т. н., с. н. с.,  
ИГТМ НАН Украины,  
Мирошниченко В. В.,*

*Департамент по техническому развитию Дирекции по добыче угля «ДТЭК ЭНЕРГО»*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АВАРИЙ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Все шахты Донецкой топливно-энергетической компании (ДТЭК) оснащены системами и средствами автоматического контроля протекания основных и вспомогательных технологических процессов; к числу последних относится шахтная вентиляция. На шахтах действуют системы аэрогазового контроля (АГК) ти-пов СПИ, КАГИ, УТАС, АСОДУ, одной из задач которых, в соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных шахтах и Временного руководства по внедрению и эксплуатации системы АГЗ, является обнаружение аварийных ситуаций, связанных с изменением состава шахтной атмосферы.

Современный подход к организации стационарных систем аварийного контроля аэрогазодинамических параметров горных выработок базируется на принципе установки датчиков в местах наиболее вероятного возникновения аварий, связанных с выделением в шахтную атмосферу ядовитых газов при условии значительного дебита протекающего воздушного потока. Именно так и организуются системы стационарного контроля, которые должны содержать количество замерных станций, достаточное для максимального охвата зон с изменяющимся при аварии газовым режимом.

Однако, как ни велики возможности систем АГК и АГЗ, контроль ими всех потенциально возможных аварийных участков вентиляционной сети (ШВС) неосуществим по причине неполноты и неточности информации об аварийных условиях реального процесса угледобычи. Поэтому необходимо периодическое решение двух взаимосвязанных задач: проверки соответствия имеющегося на шахте базиса датчиков-детекторов, сигнализирующих о происшедшей аварии по изменению концентрации в шахтной атмосфере окиси углерода (СО), потребностям контроля меняющихся в ходе горных работ потенциально аварийных участков [1], и дополнения новыми датчиками участков ШВС, вышедших из существующей зоны мониторинга.

Существующие методы расстановки датчиков в основном рассчитаны на обнаружение изменения состава шахтной атмосферы при возникновении аварийных ситуаций, т.е. выполняют роль детектора, сигнализирующего о необходимости принятия противоаварийных мер. Дальнейший контроль протекания аварийной ситуации по изменению концентраций вредных газов в шахтной атмосфере не предполагается, хоть и представляет собой актуальную, но более трудную задачу. От количества датчиков такой системы контроля зависит, с одной стороны, время обнаружения и оперативность реагирования на изменение газового состава атмосферы (ввода в действие аварийной позиции плана ликвидации аварии и локализации зон действия ее поражающих факторов), а с другой – отслеживание динамики возникшей аномалии. Решение второй задачи требует разработки метода определения маршрутов распространения газов, ге-нерируемых очагом аварии, по ШВС, и в то же время позволит, при условии имеющейся информации о геометрических и аэродинамических параметрах горных выработок, оценить степень риска различных вариантов ликвидации аварии, составления и реализации мероприятий оперативного ПЛА. Имитационное моделирование работы такой системы мониторинга позволит также

оценивать степень риска возникновения возможной аварии и принимать соответствующие меры по ее недопущению.

Система маршрутного контроля газодинамических параметров шахтной атмосферы формируется из практических соображений, в том числе и на основе данных стационарной системы контроля. Использование данных, поступающих от датчиков стационарной системы, позволит актуализировать систему маршрутного контроля и более эффективно локализовать в ШВС места наиболее возможного возникновения аварий; более точный маршрутный мониторинг позволит обнаружить возможную аварию еще до реакции стационарной системы контроля, причем не по факту возникновения аварии, а по косвенным признакам (скажем, воспламенению горючих материалов в конвейерных штреках предшествует на-грев конвейерной ленты вследствие ее трения о металлоконструкции конвейера). В ходе профилактических обследований горных выработок шахт ДТЭК персона-лом ГВГСС в мае-июле с.г. было произведено 7 связанных с нарушением требова-ний Правил безопасности приостановок ведения горных работ, из которых 4 были связаны именно с возникновением такой ситуации. Аварийная ситуация была пре-дотвращена, но реакции на ее возможное возникновение со стороны стационар-ной системы не последовало.

Таким образом, обнаружение аварии в шахте должно быть основано на трех основополагающих принципах:

а) стационарная система контроля (АГК) сигнализирует о текущем состоя-нии газового режима шахты, в основном ориентируясь на изменение в шахтном воздухе концентрации метана. Собственно возникновение аварийной ситуации в полной мере прогнозировать она не может. Датчики-детекторы СО констатируют лишь факт ее возникновения;

б) использование маршрутного контроля способствует прогнозированию аварийной ситуации по косвенным признакам, чем и отличается от стационарной системы;

в) использование стационарной системы контроля содержания СО в шахт-ной атмосфере позволит отследить, при условии создания соответствующего ал-горитма ее работы, изменение состава атмосферы по ходу распространения ава-рийной зоны и принять меры по оперативной ликвидации аварии.

Таким образом, совместное использование систем стационарного и марш-рутного контроля состава шахтной атмосферы является наиболее эффективным средством управления аэрогазодинамическими аспектами ее протекания и ликви-дации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яценко И.А. Оценка эффективности системы обнаружения экзогенного пожара на угольной шахте / И.А. Яценко // Геотехническая механика: меж-вед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины.- Днепропетровск, 2007.- Вып. 68.- С. 156-158.

2. Состояние техники безопасности и эффективность функционирования противо-аварийной защиты угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Фичев, И.А. Яценко [и др.]. – Днепропетровск: ООО «Норд-Компьютер», 2005.- 266 с.

## СТАНДАРТИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

В земній атмосфері постійно накопичуються частки токсичних та хімічних речовин. В зв'язку з цим постає необхідність ретельного і дієвого контролю ступеня забруднення повітря. Рівень забруднення атмосферного повітря сильно пов'язаний з особливостями джерел емісії забруднювачів (тип джерела, природа і властивості забруднюючих повітря речовин, обсяг викиду) і з впливом метеорологічних і топографічних факторів (напрямок і швидкість вітру, температурні інверсії, атмосферний тиск, вологість повітря, рельєф місцевості і відстань до джерела забруднення).

Відповідно до програм ООН та інших міжнародних і національних організацій з охорони навколишнього середовища на початку 70-х років почали інтенсивно розробляти методи контролю повітряних забруднень і стандарти якості атмосферного повітря. За рекомендацією ВООЗ і ВМО (Всесвітня метеорологічна організація) для вираження ступеня забруднення атмосферного повітря як уніфіковані одиниці прийняті  $\text{мкг/м}^3$  або  $\text{мг/м}^3$ . Для боротьби із забрудненням атмосферного повітря необхідні стандарти якості повітря (у нашій країні – гранично допустимі концентрації ГДК), на базі яких здійснюються всі заходи щодо збереження чистоти довкілля.

В Україні стандарти якості та контролю атмосферного повітря представлені наступними документами: терміни й показники якості повітря декларуються у ГОСТ 17.2.1.03-84. «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения»; характеристики і настанови щодо вимірювання якості повітря декларуються у ДСТУ ISO 6879:2003 «Якість повітря. Характеристики і настанови щодо вимірювання (ISO 6879:1995, IDT)»; одиниці вимірювання якості повітря декларуються у ДСТУ ISO 4226:2008 «Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання (ISO 4226:2007, IDT)» визначає одиниці та символи, які застосовують під час підготовки результатів дослідження якості повітря з посиланням на Міжнародну систему одиниць - Одиниці СІ та рекомендації по використуванню десятичних кратних та дільних від них та деяких інших одиниць.

Підписання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, відкрило нові можливості та створило нові стандарти для впровадження європейського законодавства у сфері якості атмосферного повітря:

У Додатку Угоди про асоціацію виділений сектор контролю якості атмосферного повітря, який передбачає імплементацію наступних директив ЄС:

– ДИРЕКТИВА 2008/50/ЄС ПРО ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД 21.05.2008 р. про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи. Метою Директиви є визначення рамкових вимог щодо контролю та оцінки якості атмосферного повітря.

– ДИРЕКТИВА 2004/107/ЄС ЩОДО As, Cd, Hg, Ni ТА ПАВ У АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ВІД 15.12.2004 р. щодо миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю та поліциклічних ароматичних вуглеводнів у атмосферному повітрі. Завдання Директиви — доповнити пріоритетний перелік забруднюючих речовин для спостереження і регулювання найбільш важливими важкими металами, що визначаються у перерахунку на бензапірен.

– ДИРЕКТИВА 2004/42/ЄС ПРО ФАРБИ ВІД 21.04.2004 р. про обмеження викидів летючих органічних сполук за рахунок використання органічних розчинників у

деяких фарбах і лаках та продукції для транспортних засобів. Метою директиви є обмеження загального вмісту летючих органічних сполук у фарбах та лаках з метою попередження або зменшення забруднення атмосферного повітря та утворення тропосферного озону.

– ДИРЕКТИВА 1999//32/ЕС ПРО СІРКУ У РІДКОМУ ПАЛИВІ від 26.04.1999 р. щодо зменшення вмісту сірки у певних видах рідкого палива. Метою директиви є зниження викидів діоксиду сірки в результаті згоряння рідкого палива і, таким чином, зменшення шкідливого впливу на людину і навколишнє середовище.

– ДИРЕКТИВА 98/70/ЕС ЩОДО ЯКОСТІ БЕНЗИНУ ТА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА від 21.05.1998 р. щодо якості бензину та дизельного палива. З метою забезпечення здоров'я населення та охорони навколишнього середовища Директива встановлює технічні вимоги до якості бензину і дизельного палива при їх застосуванні транспортними засобами, щоб скоротити викиди забруднюючих речовин при спалюванні моторних палив.

– ДИРЕКТИВА 94/63/ЕС СТОСОВНО КОНТРОЛЮ ЛОС від 20.12.1994 р. стосовно контролю летючих органічних сполук, що випаровуються зі сховищ бензину, при його транспортуванні з терміналів до сервісних станцій, операцій перевантаження, споруд та станцій технічного обслуговування, транспортних засобів і резервуарів, що використовуються для зберігання, перевантаження і транспортування бензину. Зокрема директива встановлює конструкційні та експлуатаційні вимоги до зберігання та транспортування бензину, визначає терміни та умови дотримання цих вимог, процедури моніторингу та звітності.

Директивами та Регламентами ЄС – встановлюють загальні правила та стандарти, які повинні бути перенесені до внутрішньодержавного права. Особливістю Директив ЄС є те, що держави повинні адаптувати своє законодавство для досягнення цілей, визначених Директивами, але при цьому самі визначають методи їх досягнення. Пріоритетними напрямками дослідження у сфері стандартизації якості та контролю атмосферного повітря в Україні є зміна наукових підходів та методів контролю небезпечних речовин.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 6879:2003 Якість повітря. Характеристики і настанови щодо вимірювання (ISO 6879:1995, IDT)
2. ДСТУ ISO 9169:2008. Якість повітря. Визначення та встановлювання робочих характеристик автоматичної системи вимірювання (ISO 9169:1994, IDT)
3. ДСТУ ISO 4225:2008 Якість повітря. Загальні положення. Словник термінів (ISO 4225:1994, IDT)
4. ГОСТ 17.2.1.01-76 (СТ СЭВ 1366-78) Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу.

## **КОНТРОЛЬ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ**

Актуальною та важливою залишається задача з контролю забруднень повітряного середовища, а також необхідність розробки дієвих і надійних методів з визначення вмісту небезпечних речовин (токсичних, вибухо та пожежонебезпечних), в атмосфері і повітрі робочої зони промислових об'єктів.

При проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, устаткування необхідно застосовувати вимоги до санітарного обмеження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Шкідливі речовини (концентрації) можуть бути присутні в повітрі робочої зони в вигляді газу, пару, крапель рідини і дрібних твердих частин. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин (ГДК) у повітрі робочої зони виявляються сучасними методами санітарно – хімічного аналізу які можна поділити на три основні групи: лабораторні, експресні методи та автоматичні методи.

Всі засоби контролю повинні відповідати слідуючим вимогам: висока чутливість, висока вибірковість, що дає можливість ідентифікувати речовину, яка визначається, на фоні інших, часто близьких до нього по властивостях та будові; надійність показів, що не змінюються в залежності від складу повітряного середовища, температури, тиску та вологи; можливість визначення речовин, що аналізуються в широкому діапазоні концентрацій, починаючи від ГДК та закінчуючи максимально можливою в даному виробництві при різних аварійних ситуаціях; безперервність аналізу (на виробництвах, що мають справу з найбільш токсичними хімічними з'єднаннями).

Наявність в повітрі робочої зони ГДК небезпечних речовин та їх з'єднань призводить до необхідності ретельного контролю їх концентрації. Вибір засобів та способів контролю ГДК небезпечних речовин повинні забезпечувати визначення кожної складової в повітрі виробничих приміщень на фоні інших з'єднань та можливість кількісної оцінки цих домішок.

На даний час відомо більше 200 різних методів та засобів визначення концентрації шкідливих домішок в повітрі виробничих приміщень.

Методи контролю вмісту хімічних речовин в повітрі поділяються на три групи:

**1. Індикаторні методи хімічного аналізу**, що працюють на принципі кольорової реакції між індикаторним порошком і досліджуваним газом або паром. Більшість цих методів є експресними і не потребують дорогих приладів та обладнання і спеціальних знань. Цим визначається їх поширення в практиці. Недоліки методів - низька точність визначення (похибка  $\pm 10\%$ ) безпеки загазованості повітря.

**2. Санітарно-хімічні методи** – лабораторні методи, які потребують спеціальних знань, кваліфікованих працівників та значних витрат (фотометричні, люмінесцентні, електрохімічні, хроматографічні, спектроскопічні та інші методи). Їх перевага - точність визначення концентрації вимірюваної речовини.

Недоліки методів - лабораторні методи забезпечують найбільш високу точність, але не завжди є достатньо оперативними, так як вимагають, як правило, багато часу. В основному ці методи використовуються при проведенні науково-дослідних робіт.

**3. Безперервно-автоматичні методи** - автоматично контролюють і сигналізують про наявність в повітрі відповідних концентрацій шкідливої речовини. Для цього призначені газоаналізатори і газосигналізатори. Вони працюють на принципі

зміни електричних властивостей речовини (електричного опору, електропровідності, електричної ємності) при хімічній реакції або при розчиненні в ній шкідливої речовини, яка контролюється. За зміною електричних властивостей встановлюються значення концентрації шкідливої речовини.

Автоматичні методи аналізу повітря виробничих приміщень дають можливість швидко та точно отримати результати та можуть бути використані при створенні спеціального захисту хімічних виробництв. Автоматичні газоаналізатори, у відповідності до аналітичних методів які використовуються, поділяються на механічні, магнітні, теплові, спектрометричні, електричні та оптичні. Найбільше розповсюдження отримали спектрометричні, електричні та оптичні газоаналізатори.

Методи автоматичного контролю повітряного середовища промислових підприємств потребують постійного вдосконалення технічних засобів діагностики та нормативно-правового забезпечення процесу ідентифікації небезпечних речовин.

Розроблення методики визначення переліку основних факторів при виборі місць придатних для розміщення датчика газоаналізатора та розробка рекомендацій щодо застосування методики контролю загазованості виробничих об'єктів є актуальною науково-технічною задачею.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2. ДСТУ EN 60079-29-1:2017 Вибухонебезпечні середовища. Частина 29-1. Газоаналізатори. Вимоги до характеристик газоаналізаторів горючих газів.
3. ДСТУ EN 60079-29-2:2016 Вибухонебезпечні середовища. Частина 29-2. Газоаналізатори і сигналізатори. Вибір, установка, застосування і технічне обслуговування аналізаторів і сигналізаторів горючих газів і кисню.
4. ДБН В.2.5-76:2014 Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та сповіщення населення.
5. ТУ-газ-86 Вимог до установки сигналізаторів і газоаналізаторів.

УДК 622.86.004.6:519.87

*Яценко И. А., к. т. н.,*

*Министерство энергетики и угольной промышленности Украины*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ РИСКОВ В СИСТЕМАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Система противоаварийной защиты (СПАЗ) угольной шахты является составной частью системы управления производством и охраной труда (СУПОТ). Она предназначена для предотвращения и ликвидации аварийных ситуаций и снижения производственного травматизма. Руководящими документами СПАЗ являются Правила безопасности в угольных шахтах с соответствующими приложениями, Руководство по проектированию угольных шахт, другие отраслевые нормативно-методические документы, регламентирующие действия персонала шахт и военизированных горноспасательных частей (ГВГСС) при ликвидации техногенных аварий.

Проведение любых технологических операций в процессе угледобычи сопряжено с риском возникновения нештатных ситуаций, способных перерасти в техногенную аварию или катастрофу, повлечь человеческие жертвы и

производственный травматизм, вызвать нарушение технологического процесса и экономический ущерб для шахты. Поэтому на каждой шахте заблаговременно, на основе инженерного опыта, статистики аварийных ситуаций, имитационного моделирования процесса их возникновения, протекания и ликвидации и проведения учений руководящего состава и персонала шахты, командного состава и бойцов ГВГСС, составляется план ликвидации, определяющий стратегию и тактику ликвидации аварийной ситуации и спасения находящихся в аварийных и угрожаемых объектах людей.



Рисунок 1 – Матрица рисков СПАЗ

Таблица 1 - «Таблица умножения» для вербальных оценок

	Н	С	В	ОВ
ОВ	В	В	ОВ	ОВ
В	С	В	В	ОВ
С	С	С	В	В
Н	Н	С	С	В

Матрица рисков (англ.: *risk matrix*) определяется «Руководством ISO 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения» как инструмент классификации и представления риска путем ранжирования последствий и правдоподобности (вероятности). Она демонстрирует лицу, принимающему решения по управлению рисками, более четкое представление о том, в чем заключается риск, что в него вовлечено (относительно безопасности, затрат, изменений в технологических процессах и т.д.), и какой объем времени может быть уделен управлению ими, принимая во внимание опасность и вероятность риска. Матрицу рисков целесообразно рассматривать, в нашем случае, при решении задач снижения шахтной аварийности, производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. В типичной матрице рисков по вертикальной оси расположены критерии последствий (тяжести) рисков, а по горизонтальной – критерии вероятностей. В зависимости от подготовленности объекта к анализу рисков, квалификации составителя и уровня необходимой детализации рисков размерность матрицы может меняться; в практических условиях в большинстве случаев достаточной является размерность матрицы 5×5, как на рис. 1. Элементы матрицы рисков (метрика риска – произведение величины вероятности на величину тяжести) могут быть рассчитаны на основе вербальных оценок по табл. 1.

Данные таблицы могут быть использованы для качественной оценки риска аварийной ситуации в зависимости от частоты ее возникновения и возможных

Составлению и вводу в действие ПЛА предшествует работа по оценке риска возникновения аварии, параметров протекания аварии и принимаемых мер, возможных материальных и людских затрат на ликвидацию аварии, дополнительных трудноформализуемых факторов, осложняющих принятие противоаварийных мер. Основой для такой оценки является теория рисков [1], а инструментом наглядного представления возможностей и хронометража реализации противоаварийных мер – матрица рисков управления аварийной ситуацией [2].

Матрица рисков (англ.: *risk matrix*) определяется «Руководством ISO 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения» как инструмент классификации и представления риска путем ранжирования последствий и правдоподобности (вероятности). Она демонстрирует лицу, принимающему решения по управлению рисками, более четкое представление о том, в чем заключается риск, что в него вовлечено (относительно безопасности, затрат, изменений в технологических процессах и т.д.), и какой объем времени может

последствий (Н – низкое, С – среднее, В – высокое; ОВ – очень высокое). Например, риск аварии с вероятностью возникновения ОВ и последствиями С будет высоким, а с Н и В соответственно – С. Лидеры «рейтинга» (ОВ-В, ОВ-ОВ и В-ОВ) и есть риски, требующие повышенного внимания.

Если присвоить степеням риска по вероятности и тяжести не их порядковые номера по значимости, а численные значения характеристик: вероятности – в % возможного возникновения (по статистическим данным) тяжести – в денежном выражении материальных и человеческих потерь – вербальные оценки приобретают сравнимые по величине (хоть и не имеющие фи-зического смысла) значения. Используя их, уже можно будет выработать эффективную стратегию управления рисками СПАЗ.

Таким образом, структура матрицы рисков, ее размерность, детализация факторов риска при возникновении аварийной ситуации и принципы ее использования не могут быть однозначно регламентированы. Ознакомление с матрицами риска, используемыми несколькими шахтами Минэнергоугля Украины при решении задач СПАЗ, показало нецелесообразность рекомендации одного какого-либо варианта к широкому использованию – слишком они разнятся как по выбору и степени детализации рисков, так и просто по своей величине и сложности. Они лишь дают наглядное представление о структуре и принципах использования матрицы рисков. Каждый пользователь может составлять матрицу рисков по собственному усмотрению с использованием изложенных выше приемов; основным является удобство и эффективность ее использования в аварийной ситуации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стоецкий, В.Ф. Оценка риска при авариях техногенного характера / В.Ф. Стоецкий, В.И. Голинько, Л.В. Дранишников // Науковий вісник НГУ. – 2014. – №3. – С. 117-124.
2. Управление показателями аварийности и травматизма с использованием матрицы рисков / А.Ф. Булат, Т.В. Бунько, И.Е. Кокоулин, И.А. Яценко // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины – Днепр, 2016. – Вып. 128. – С. 19-30.

УДК 622.647.2:622.86

*Бунько Т. В., д. т. н., с. н. с., ИГТМ НАН Украины,  
Шишов М. В.,*

*Департамент по техническому развитию Дирекции по добыче угля «ДТЭК ЭНЕРГО»*

#### ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Основным средством транспортирования горной массы, и в то же время основным объектом повышенной пожароопасности, на шахтах Донецкой топливно-энергетической компании (ДТЭК) являются ленточные конвейеры. В частности, на шахтах ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» находится в эксплуатации 136 горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами, общая протяженность которых составляет 158,032 км, из которых 129,022 км имеют высшую 29,01 км – среднюю степень огнестойкости крепи.

Конвейерные выработки опасны по возможности загазирования выработок при возникновении экзогенных пожаров, связанных с неисправностью электрической части и трением конвейерной ленты о металлические конструкции конвейера. В связи с этим в них принимаются меры системы противоаварийной защиты (СПАЗ). Все конвейерные выработки оборудованы первичными средствами пожаротушения (огнетушителей порошковых – 2216, пенных – 1562, пожарных рукавов – 2592, пожарных



кранов - 2998). Численность членов ВГК в конвейерных выработках составляет 386 человек, в них оборудовано 29 пунктов ВГК. На при-водных станциях ленточных конвейеров установлено 235 автоматических пожа-ротушащих установок УВПК.

Вместе с тем в ходе проверки командным составом ВГСО на шахтах ЧАО «Павлоградуголь» в выработках, оборудованных ленточными конвейерами, выявлен ряд нарушений, данные о которых сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Нарушения Правил безопасности в ЧАО «Павлоградуголь»

Шахта	Наименование показателей			
	по проти- вопожар- ной защите	по эксплу- атации конвейеров	по пылевому режиму	количество случаев запрещения работ
им. Героев Космоса	68	29	5	
Благодатная	16	17		
Павлоградская	11	17	3	
Терновская	8	5	2	
Западно-Донбасская	32	7	6	
Самарская	37	5	3	
Днепровская	12	8	4	
им. Н.И. Сташкова	39	21	2	1
Степная	18	7	1	1
Юбилейная	35	14	1	

Как видно из таблицы, почти 29% нарушений приходится на эксплуатацию ленточных конвейеров. В ходе профилактических обследований горных выработок в 2017 году произведено 7 приостановок ведения работ на шахтах «Днепровская»Б «Степная», «Юбилейная» и им. Н.И. Сташкова, из них 4 – по причине трения ленты о металлоконструкции конвейера, что способно привести к возникнове-нию техногенной аварии – экзогенного пожара.

С целью повышения безопасности эксплуатации ленточных конвейеров на шахтах ДТЭК, недопущения возникновения аварийных ситуаций в конвейерных выработках и обеспечения более эффективного функционирования СПАЗ целесообразно проведение следующих работ:

а) возникновение пожара на ленточных конвейерах предвдваряет стадия нагрева, вследствие трения, конвейерной ленты с ее последующим воспламенением. Причем концентрация СО в выработке, достаточная для срабатывания датчика-детектора, сигнализирующего об аварии, может быть достигнута, скорее всего, уже после факта загорания, т.е. предупреждение аварии средствами АГК достигнуто быть не может, и необходимо присутствие человеческого фактора. В качестве его могут выступать работники шахты, члены ВГК, горные мастера участка ВТБ, осу-ществляющие маршрутный контроль аэрогазодинамических параметров. Таким образом, первоочередной задачей является обнаружение всеми доступными способами первичных признаков нарушения требований Правил безопасности в угольных шахтах [1] и недопущение их развития до опасных пределов;

б) необходимо постоянно осуществлять контроль взаимодействия подсистем «вентиляция» и «внутришахтный транспорт» с целью недопущения ситуации, когда концентрация метана, выделяющегося из транспортируемого по конвейеру угля, может превысить минимально допустимую для его возгорания. В противном случае нагрев и

возгорание конвейерной ленты могут усугубиться вспышкой, взрывом или горением метана, что явится более сложной и труднее ликвидируемой техногенной аварией;

в) на шахте им. Героев Космоса на 1-ых восточном и западном магистраль-ных конвейерных штреках пл. С<sub>9</sub> имеет место необособленное проветривание. Это – тоже возможная причина возникновения аварии, поскольку к этим потребителям воздух поступает уже с определенной концентрацией метана, и необходимо принятие дополнительных мер по ее снижению или, если позволят имеющиеся технологические возможности – изменение существующей схемы проветривания;

г) количество приводов конечных и натяжных станций ленточных конвейеров, эксплуатация которых возможна без обслуживающего персонала, на некоторых шахтах ДТЭК значительна (на шахте им. Героев Космоса – 10, «Западно-Дон-басская» - 17, им. Н.И. Сташкова - 12). Они, как и прочие, подвержены влиянию провоцирующих аварии факторов, не менее контролируемы, поэтому на них следует обращать большее внимание при организации маршрутного контроля.

### ЛИТЕРАТУРА

1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: затв. Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62.- Київ: 2010-2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України).

**УДК 502.36:656.2**

*Долина Л. Ф., к. т. н., Козачина В. А., к. т. н., доц., Саливончик Д. П.,  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта*

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В СЛУЧАЕ АВАРИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ**

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам прогноза последствий аварий на химически опасных объектах [3-5]. Представлены численные модели, на основе которых создана компьютерно-информационная система для оценки последствий аварийных ситуаций на химически опасных объектах. Рассматривается моделирование комплекса физических процессов, возникающих при аварийных ситуациях на производстве:

1. Загрязнение атмосферы при эмиссии опасных веществ.
2. Тепловое загрязнение при пожарах на производстве.

Для решения перечисленных задач разработаны численные модели. Эти модели включают в себя дифференциальные уравнения аэродинамики (уравнения Эйлера), уравнение массопереноса (для моделирования процесса загрязнения окружающей среды), уравнение теплопереноса. Численное интегрирование уравнений моделей осуществляется с помощью неявных разностных схем [1, 2]. Решение моделирующих уравнений позволяет оценить величину поражающего фактора, который возникает при конкретной аварии (концентрация опасного вещества, температура). Данная информация позволяет прогнозировать последствия аварийных ситуаций с большой детализацией моделируемой системы.

На основании этих данных выполняется расчет интенсивности химического загрязнения поверхности земли, конкретных объектов, расчет экологического ущерба, травматизма. Представлены результаты решения комплекса задач по формированию

зон токсичного загрязнения при аварийной эмиссии химически опасных веществ на промышленных складах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д. : «Акцент ПП», 2014. – 136 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К. : Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Biliaiev, M. (2012), “Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography”, Air Pollution Modeling and its Application XXI (Springer). – P. 87-91.
4. “Guidance on safety Risk Assessment for Chemical Transport Operations”, The European Chemical Industry Council. Cefic. October 2013. – Access mode: <http://www.cefic.org>, free.
5. John S. Nasstrom, Gayle Sugiyama, Ronald L. Baskett, Shawn C. Larsen and Michael M. Bradley (2007), “The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Supports System for Radiological and NUCLEAR Emergency Preparedness and Response” (Int. J. Emergency Management), no. 3, vol. 4, pp. 1-32.

*P. Rajca, MSc, Phd student; K. Łukasiak, MSc, Phd student.  
Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów, Katedra  
Pieców Przemysłowych i Ochrony Środowiska*

## ANALYSIS OF HAZARDS IN THE METALLURGICAL INDUSTRY ON EXAMPLE OF SELECTED POSITIONS OF STEEL WORKS

### 1. Introduction

Steel is the basic material in construction industry, many useful machines, tools and objects used in various fields of life are also made from steel. Despite of the increasingly widespread use of modern composite materials, steel is continuously attractive in a world production, due to its good price / quality and durability ratio. The working environment of people employed in the steel industry is related to the specific conditions of work. This includes crucial for this sector: hazard of noise, high temperature, and harmful chemicals and dust [1].

### 2. Specification of the working environment of the steelworker

The work of the smelter / foundryman is carried out in iron and steel plants. The place of work is a production hall, as well as a warehouse and storage site outside the buildings. Metallurgical furnaces give a lot of heat, so there is a high temperature in the hall. On the other hand, during the winter months, the temperature stays low, which shows the variability of working conditions depending on the season. There is substantial noise and vibrations emitted by the machinery and equipment for steel production, as well as dust and gas pollution caused by metallurgical processes. Additional hazards are caused by moving equipment, moving materials, and narrow non-ergonomic passages. There is a possibility of burns with hot material. The work of a steelworker is usually physical and is most often performed individually. Average working time is about 8 hours. There are usually variable working hours, both during the day and at night. Due to the fact that every extinction of blast furnace carries additional costs associated with resumption of production, many plants with this profile decide to introduce a four-pronged work system [2, 3]

### 3. Hazard analysis and assessment of work safety in the steel industry at

### selected workplaces - own analysis

Due to the multitude of hazards that occur at work in the metalworking and manufacturing industries, in the research part of the work, the focus of the study is on the key hazards of noise and dust in the work environment of steelworks.

**3.1. Analysis of noise risk based on measurements of this factor in the work environment** Noise measurements were carried out at selected sites of the steel industry, in accordance with PN-N-1307: 1994 and PN-EN ISO 9612: 2011. These included typical workplace noise hazards, and also accounted for the exposure of this factor to other employees on a given department of the steelworks. In the analyzed plant, the noise measurements were carried out using the indirect method, taking into account the characteristic locations of the employee, as well as the equipment used at the workplace. The measuring instrument used for the measurements was a SVAN 955 sound level meter with a precision class of 1.

- **Job position: lab-qualifier**

- **Place of work: Steel Hall, Laboratory**

The competencies of the employee employed in the above position include the preparation and analysis of the samples. Lab-qualifier is exposed to both the noise present in the steelworks (especially when handling the grinder and lathe) and generated by the emission spectrometer in the laboratory. On the other hand, exposure time of noise is a key issue in terms of noise exposure, as it is based on the noise exposure level related to the 8-hour daily working time. Fig. 1 shows the results of noise measurements for the laboratory-qualifier located at the steelworks department.

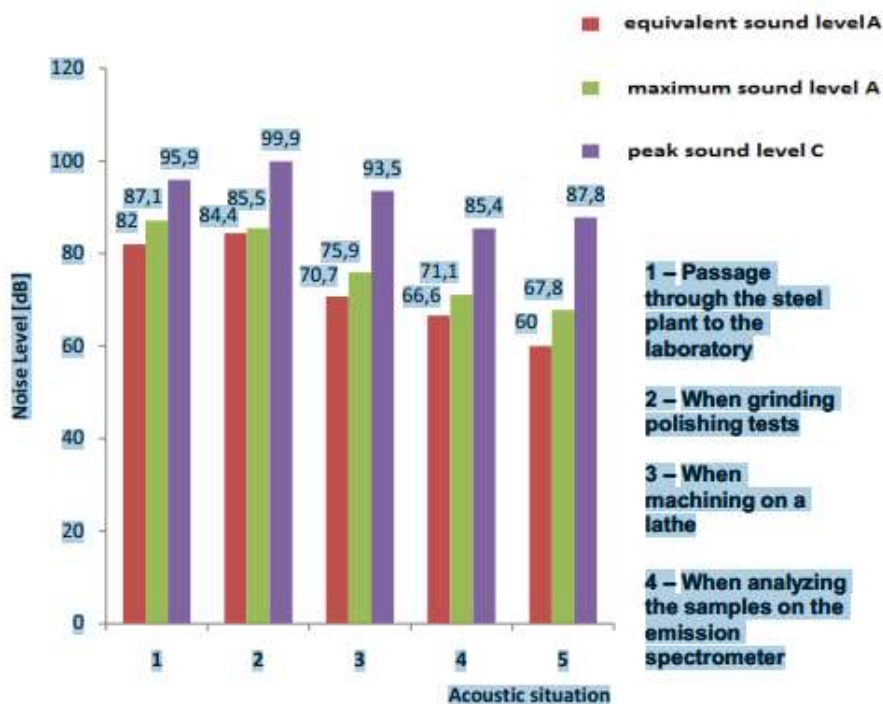
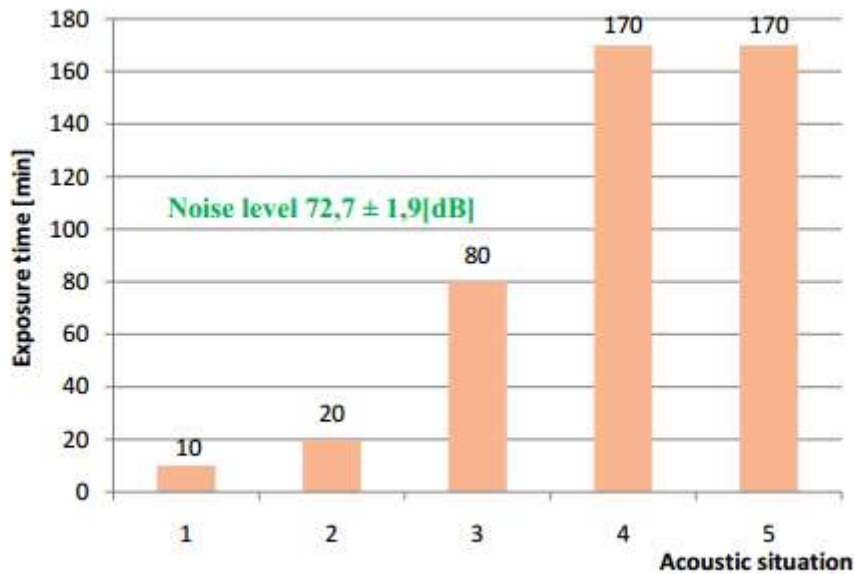


Fig. 1. Summary of noise measurement results at the laboratory: lab-qualifier (steelworks department)

As we can see, the highest noise levels were recorded for the first two acoustic situations (respectively: passage through the steelworks to the laboratory and during the polishing of the test cases). Fig. 2 shows how time exposure to noise affects the level of exposure to the indicated environmental factor.



*Fig. 2. Effect of time of exposure on the level of noise exposure on the analyzed workstation*

These acoustic situations were characterized by a short exposure time (only 10 min and 20 min), which contributed to a slight increase the exposure to noise that did not exceed the limit value (85 dB). In view of the above, the workstation in question complies with the standards for noise in the workplace and no action is required.

**Job position: milling machine operator / turner**

**Place of work: Turning-milling workshop, Hardening**

The duties of the employee employed in the above position are to prepare and analyze the samples. Turner / milling machine operator is exposed to the noise emitted mainly by machine tools: cutter, lathe No. 43090, milling machine No. 42984, milling machine 6H81nr 26168. Fig. 3 shows the results of noise measurements in the position of milling machine operator / turner.

Due to the specifics of the above workplace, there are higher noise levels generated by machining machines. The highest values of noise parameters were recorded during operation of milling machine No. 42984 and operation of cutter (1 and 2 respectively). Fig. 4 shows the impact of exposure time on noise level at milling machine operator, turner.

High noise levels, including long exposures to this factor, translated into high levels of noise exposure for the analyzed workstation (above 85 dB). Due to the fact that the noise level of the 8-hour workday exceeds the established noise standards at the workplace, corrective measures should be taken. These include especially:

- ✓ machine control including selection of the correct operating parameters,
- ✓ checking and possible repairing the enclosures,
- ✓ adequate isolation of the machines from the ground,
- ✓ provide employees with hearing protection.

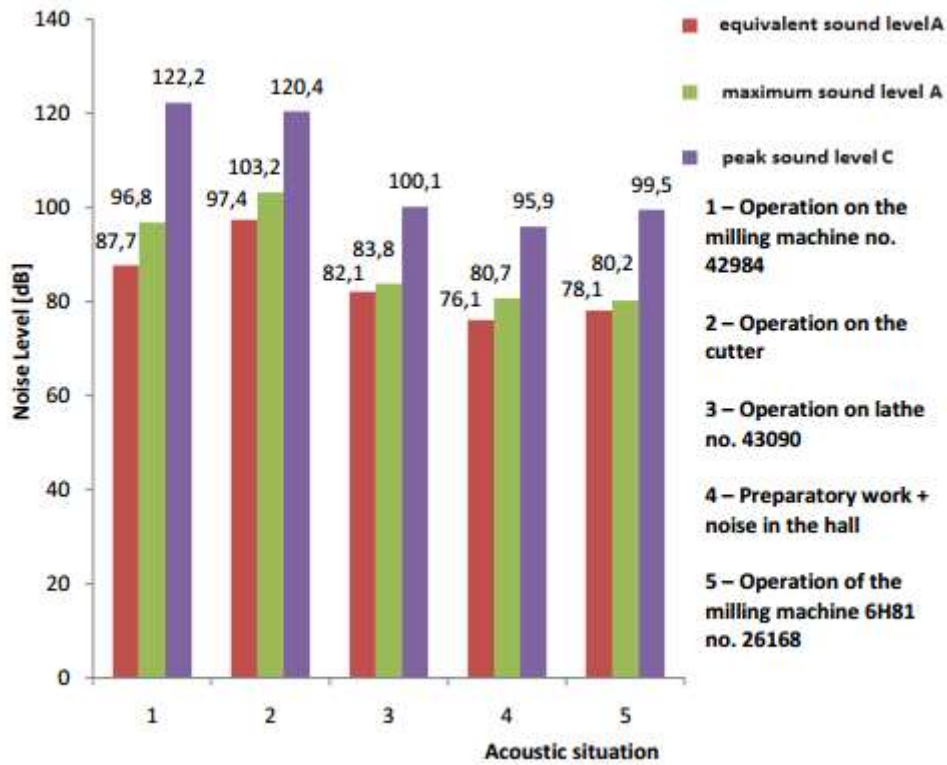


Fig. 3. Summary of noise measurements at the station: milling machine operator / turner

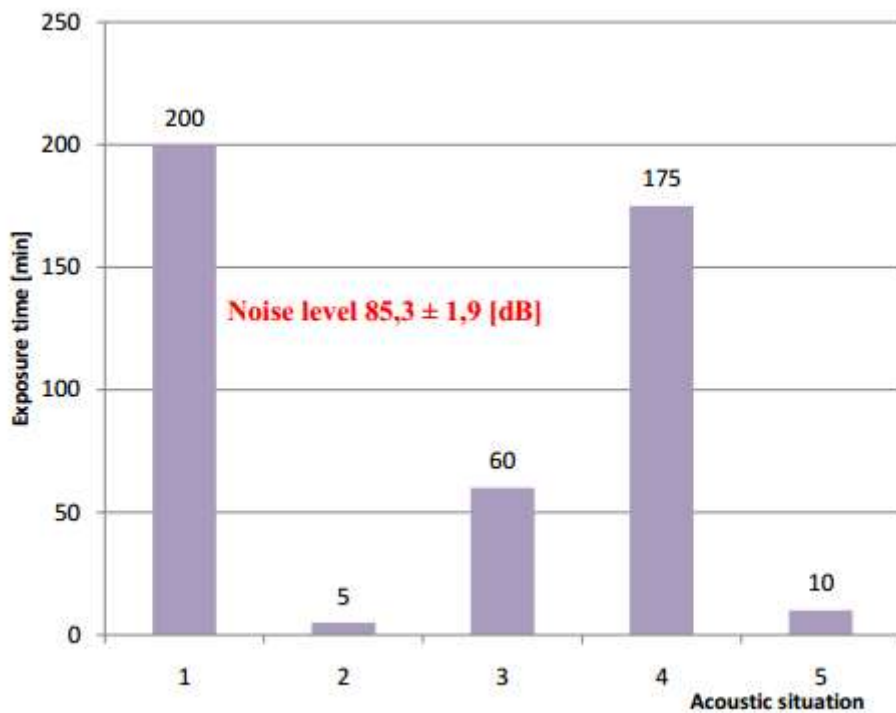


Fig. 4. Impact of exposure time on the level of noise exposure on the aforementioned stand

In the case of additional financial resources, structural changes in the machine tools can also be considered, reducing the harmful impact of noise on the worker, eg installing

additional soundproofing insulation. Taking into account the merits of this solution, it should compare the costs incurred and the results obtained.

### 3.2. Assessment of dust exposure based on dust measurements in the discussed steelworks

In the aforementioned plant, also measurements of chemical factors occurring in the form of dust were carried out taking into account the content of free crystalline silica. Samples of air were taken according to PN-Z-04008-7: 2002 and PN-EN 689: 2002. The workplace was analyzed: hardener and milling machine operator/turner. The main duties of the staff at the designated workplaces are to prepare the samples. Identified sources of dust emission in the form of tests and devices for their mechanical processing. In addition, there was no mechanical ventilation. Fig. 5 shows the dust exposure indexes at the above positions.

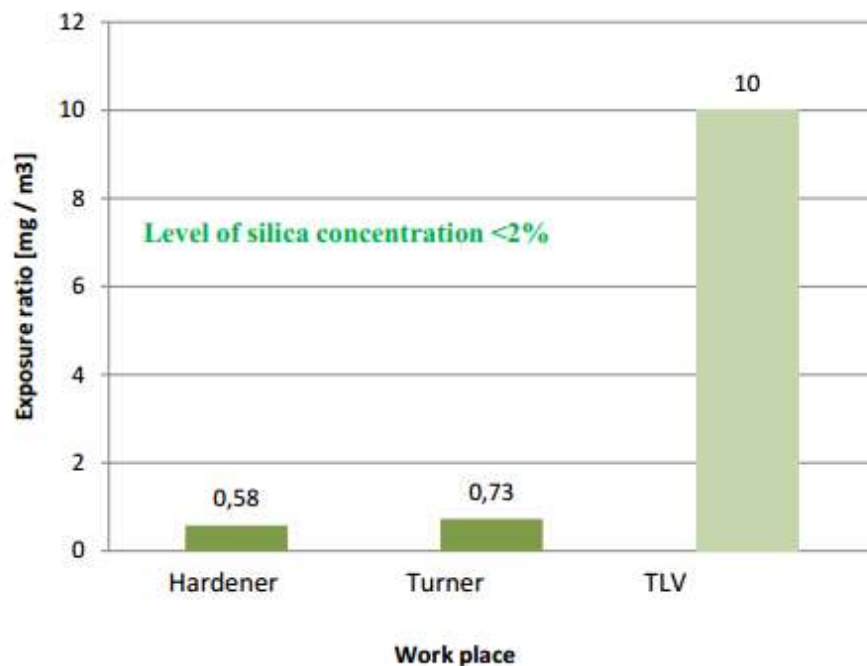


Fig. 5. Composition of dust exposure indices for selected steelworks in comparison with the values of TLV.

The average concentration of inhalable dust fraction at the surveyed workstations did not exceed the corresponding maximum allowable concentration (TLV), and the calculated exposure index was only 0.06 TLV (hardener) and 0.07 TLV (milling machine operator / turner). After analyzing the above workplaces it was found that the requirements of the standards for dusts in the workplace were met, and thus there were no contraindications to its safe performance.

### 4. Summation

The steel industry as a part of heavy industry is an important branch of it, but unfortunately it also involves a large number of occupational hazards. As a result, the study analyzed the key hazards associated with noise and dust in the workplace of the steelworks indicates the level of risk reduction and increase of work safety level. After analyzing noise measurements at selected steelworks sites, one of them was deviated from the standard for this factor and suggested corrective measures using technical methods. After analyzing dust hazards at selected work stations of the steel industry, the requirements of dust standards were met and there were no contraindications for safe work on the tested sites. As a result, the

analyzed steelworks were appropriately treated for the need to respond to emerging threats and successively increase the level of occupational safety.

## REFERENCES

[1] Internet website of Polish Union of Steel Distributors, 2017, Available at <http://www.puds.pl/aktualnosci/wiadomosc-dnia/czolowka-swiatowej-branzy-stalowej>. [Accessed 9 October 2017].

[2] Przewodnik po zawodach - Wydanie II, Tom IV, Ministerstwo Gospodarki, Pracy i polityki społecznej, Warsaw, 2003, Available at: <http://psz.praca.gov.pl>, [Accessed 9 October 2017].

[3] Edukacyjne forum kwalifikacji zawodowych. Multimedialny katalog zawodów. Zawód: Technik hutnik, Program operacyjny kapitał ludzki, Priorytet III Wysoka jakość systemu oświaty, Available at <https://zasobyip2.ore.edu.pl/pl/publications/download/42978>, [Accessed 9 October 2017].

[4] W. Mikulski, A. Karczmarzka, J. Koton: *Halas na stanowiskach pracy*, Zakład Wibroakustyki i Bio-Dynamiki Systemów, Politechnika Poznańska, Available at: <http://neur.am.put.poznan.pl>, [Accessed 9 October 2017].

[5] E. Jankowska, M. Pośniak: *Występowanie pyłów w powietrzu otaczającym człowieka*, Bezpieczeństwo Pracy, no. 5, 2006, p. 16-19.

mgr inż. Magdalena Kocyba mgr inż. Wojciech Małek mgr inż. Adrian Pyrek  
kocyba.magdalena@wip.pcz.pl malek.wojciech@wip.pcz.pl pyrek.adrian@wip.pcz.pl  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Katedra Pieców Przemysłowych  
i Ochrony Środowiska Al. Armii Krajowej 19  
42-200 Częstochowa Polska

## BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE UŻYTKOWANIA URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH MAŁEJ MOCY ENVIRONMENTAL SAFETY OF LOW-POWER HEATING DEVICES

The article deals with the issue of the safety of low-power heating appliances in Poland. The theoretical part shows the classification of boilers in terms of their intended utilization and practical use in households. For the selected Class V natural gas fired boiler, the concentration of selected exhaust gas components was measured. The issue of low emissions was also discussed.

### Klasyfikacja kotłów grzewczych małej mocy

Podstawowymi kryteriami podziału kotłów grzewczych są: rodzaj materiału, jakiego użyto do ich wykonania, w szczególności chodzi o powierzchnię grzewczą, rodzaj spalanego w kotle paliwa oraz ciśnienie i temperatura czynnika ciepłonośnego. Pod względem materiału z jakiego zostały wykonane wyróżnić można kotły stalowe i żeliwne. Biorąc pod uwagę rodzaj spalanego w nim paliwa wyróżnia się kotły koksowe lub węglowe, gazowe i olejowe oraz kotły na biomasę. Ze względu na ich główne przeznaczenie kotły można podzielić na produkujące ciepło na potrzeby ogrzewania – są to tzw. kotły jednofunkcyjne oraz kotły przeznaczone jednocześnie do ogrzewania budynku, ciepłej wody, technologii i wentylacji – tzw. kotły wielofunkcyjne. Kolejnym ważnym kryterium podziału są parametry czynnika ciepłonośnego: kotły niskotemperaturowe (do 100°C), średnitemperaturowe (100°C - 115°C) i wysokotemperaturowe (powyżej 115°C) oraz kotły parowe niskoprężne i wysokoprężne. Ostatni podział jaki można wyróżnić, to podział we względu na moc kotła:



kotły małej mocy są to układy generujące do 50 kW ciepła, kotły średnie od 50 do 500 kW, zaś kotły duże powyżej 500 kW ciepła. Podstawowym i najważniejszym parametrem podziału kotłów jest rodzaj materiału z jakiego kocioł został wykonany i rodzaj paliwa w nim spalane [1].

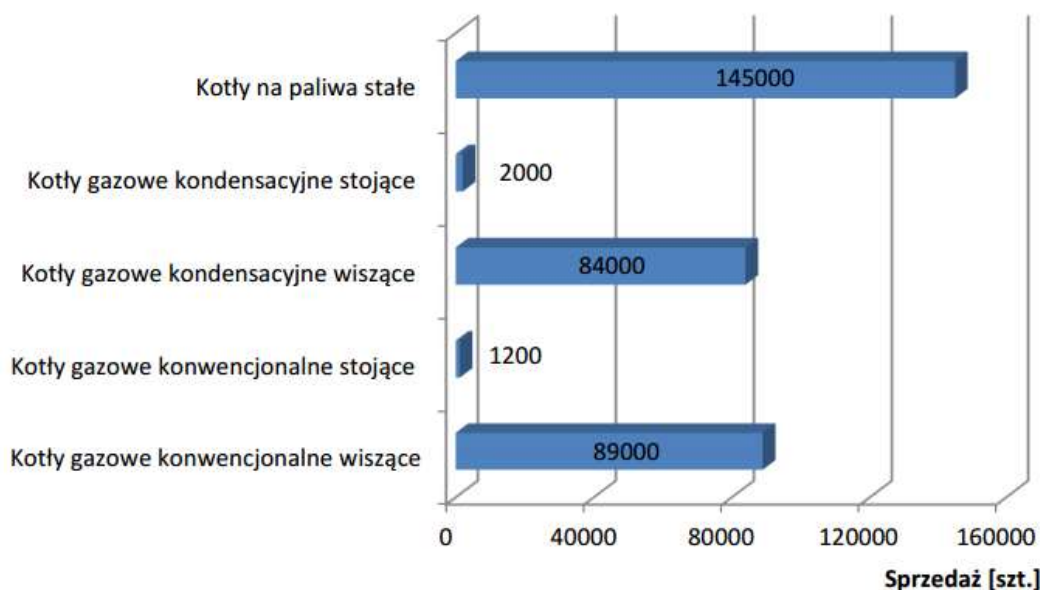
#### Stan i sprzedaż kotłów w Polsce

Obecnie na terenie Polski, w indywidualnych gospodarstwach domowych przeważają w dużej mierze kotły opalane paliwami stałymi. Są to urządzenia o niskiej sprawności i stosunkowo dużej emisji substancji szkodliwych do atmosfery. Polska cały czas dąży do redukcji urządzeń tego typu z gospodarstw domowych. Są prowadzone różnego rodzaju kampanie informacyjne. Polska prowadzi szeroko rozwiniętą politykę rozwoju ekonomicznego i ekologicznego. Z tego tytułu prowadzone są dofinansowania do zakupu kotłów centralnego ogrzewania, spełniających unijne normy dot. emisji substancji szkodliwych i niebezpiecznych [2].

W roku 2015 sprzedaż kotłów do ogrzewnictwa indywidualnego rozkładała się jak na rys. 1.

#### Niska emisja

Według polskiego ustawodawstwa, tj., *Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska* reguluje dwa zjawiska emisję i tzw. niską emisję. Emisja to działanie wywołujące przeniesienie jakiegoś elementu układu do jego otoczenia, który pierwotnie się tam nie znajdował. Przeniesienie to powoduje zmiany jego pierwotnego stanu. W odniesieniu do środowiska jest to jego stan wynikający z wprowadzenia do wody, powietrza oraz gruntu substancji ciekłych, stałych albo gazowych, dodatkowo różnego rodzaju energii w ilościach, które poprzez swoją obecność mogą wywołać zmiany lub negatywny wpływ na zdrowy stan przyrody, ludzi, gleby, klimatu i wodę. Zjawisko takie określa się mianem zanieczyszczenia środowiska.



Rys. 1. Ilość sprzedanych kotłów w ogrzewnictwie indywidualnym w roku 2015 w Polsce [3]

W sytuacji zanieczyszczenia powietrza substancja wprowadzona do niego może pochodzić również ze źródeł naturalnych takich jak: parowanie oceanów i mórz, oraz erupcje wulkanów. Istnieją również źródła antropogeniczne, czyli związane z działalnością człowieka. Zanieczyszczenia powietrza pochodzące ze wszystkich źródeł są najniebezpieczniejszymi ze względu na swoją mobilność, dzięki czemu są zdolne do skażenia

wszystkich terenów i kontynentów na całej kuli ziemskiej. Głównymi i zarazem globalnymi źródłami zanieczyszczeń powietrza są: przemysł ciężki i energetyczny, zakłady produkcji przemysłowej, organizacje komunalno-bytowe oraz wszechobecny transport [4].

#### **Bezpieczeństwo eksploatacji kotłów małej mocy**

Wrocławska firma specjalizuje się w produkcji rozwiązań grzewczych centralnego ogrzewania jak również ciepłej wody użytkowej. Dodatkowo oferuje rozwiązania niekonwencjonalne, takie jak instalacje solarne, fotowoltaiczne, pompy ciepła oraz systemy zdalnego nadzoru. Początkowo firma zajmowała się produkcją żeliwa i stali dla branży przemysłowej, w późniejszym okresie nawet samochodów i elementów z dziedziny kolejnictwa i mechaniki. W roku 1928 ówczesny właściciel otrzymuje dofinansowanie na produkcję grzejników i kotłów centralnego ogrzewania. W tym momencie firma ukierunkowała się na produkcję tych urządzeń i specjalizuje się w tej dziedzinie do dnia dzisiejszego. Obecnie firma jest jednym z największych potentatów systemów grzewczych i technologii niekonwencjonalnych na świecie [5].

#### **Metodyka Badań**

Badania emisji zanieczyszczeń powietrza do atmosfery oraz badania pod kontem bezpieczeństwa użytkowania wybranych kotłów zostały przeprowadzone w firmie De Dietrich, w oddziale we Wrocławiu. Pomiary były przeprowadzane dla gazu GZ50. Zakres nastawy dla zawartości O<sub>2</sub> w powietrzu wynosił kolejno:

- dla mocy dolnej zakres % O<sub>2</sub> w spalinach w zakresie 5,0 do 5,5,
- dla mocy górnej zakres % O<sub>2</sub> w spalinach w zakresie 3,8 do 4,3.



*Rys. 2. Analizator MRU użyty do badań [opracowanie własne]*

#### **Naścienny kocioł gazowy kondensacyjny MCR3Plus 24/28 MI – charakterystyka**

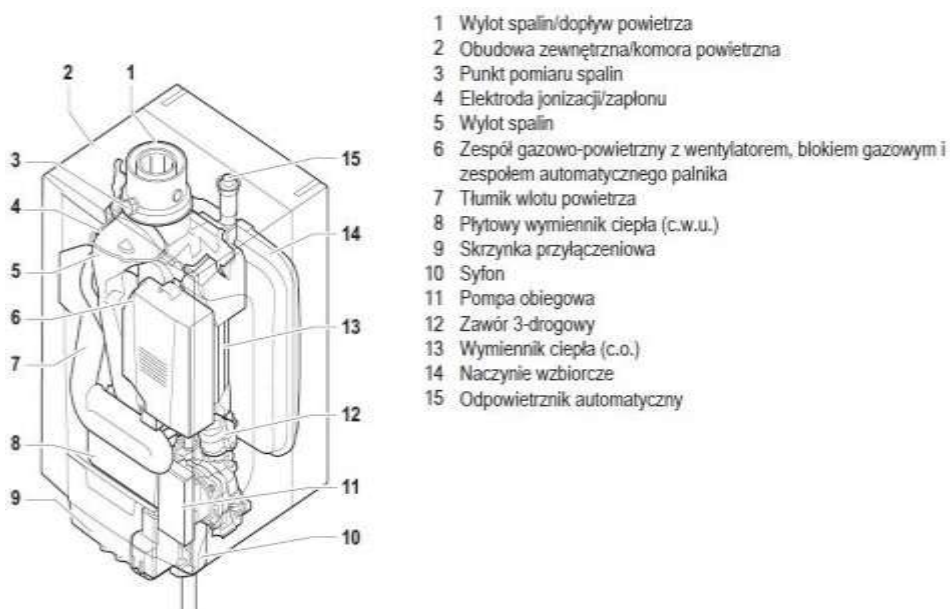
Kocioł gazowy kondensacyjny MCR 3 PLUS (rys. 3) jest kotłem o dużej sprawności ogrzewania jak również niskiej emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Urządzenie jest wyposażone w temperaturowe zabezpieczenie przed uruchomieniem kotła bez wystarczającej ilości wody w obiegu. Ustawienia fabryczne kotła, po przekroczeniu temperatury 110°C wyłączają kocioł aby wychłodził się do poziomu temperatury bezpiecznej – pozwalającej na dalszą pracę kotła. Urządzenie jest wyposażone w systemy zabezpieczeń, takie aby użytkowanie kotła było proste oraz bezpieczne [6].



**Rys. 3. Kocioł MCR3 Plus 24/28 MI [6]**

Producent deklaruje sprawność kotła na poziomie 109,2% przy obciążeniu 30% urządzenia. Klasa energetyczna wybranego kotła odpowiada klasie „A” zarówno dla instalacji centralnego ogrzewania jak również dla instalacji ciepłej wody użytkowej. W omawianym urządzeniu można spalać różne rodzaje paliw gazowych. Na rysunku 20 przedstawiono schemat budowy kotła [7].

Kocioł MCR3 Plus 24/28 MI posiada jeden z najnowszych zespołów gazowo-powietrznych, które pozwalają na uzyskanie tak wysokiej sprawności kotła.



**Rys.4 . Schemat budowy kotła MCR3 Plus 24/28 MI [6]**

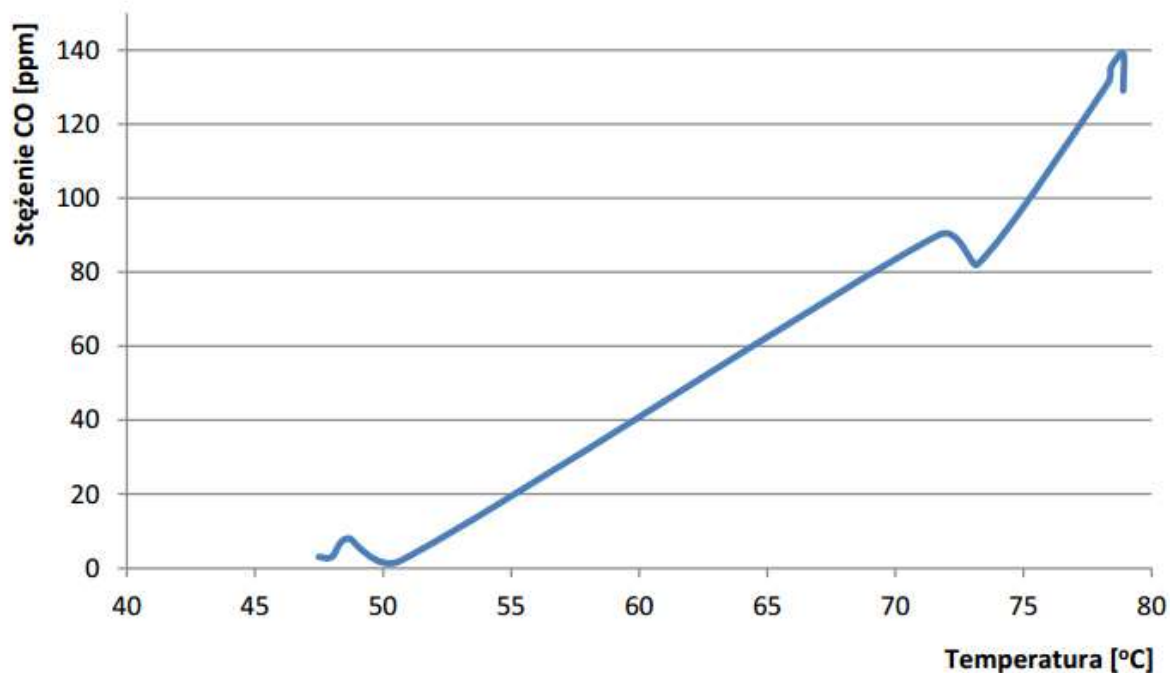
#### **Badania w firmie De Dietrich**

Po przeprowadzonych badaniach otrzymano wyniki, które zostały umieszczone w tabeli 1 oraz na rysunkach 5-7.

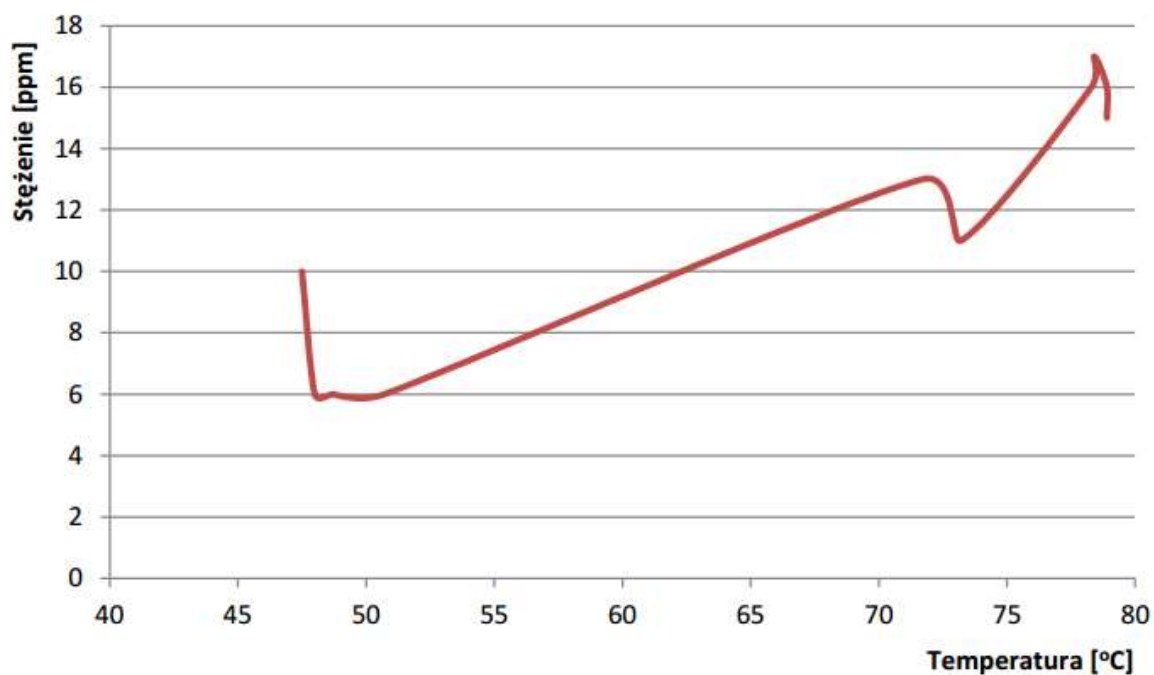
Na rys. 5-7 przedstawiono zależności wzrostu stężenia CO i NO<sub>x</sub> wraz ze wzrostem temperatury. Na ich podstawie można zauważyć, że ich zawartość w spalinach jest mocno skorelowana ze sobą, w zależności od temperatury spalin.

**Tabela 1. Wyniki pomiarów w kotle MCR3Plus 24/28 MI [Opracowanie własne]**

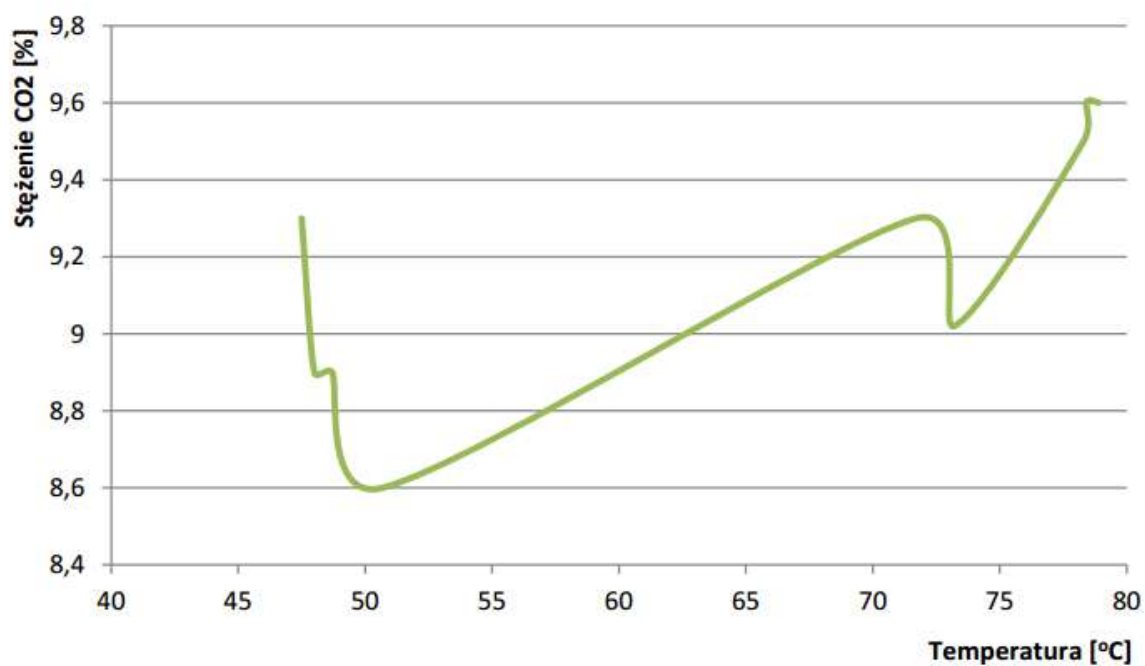
Rodzaj kotła Parametr	MCR3Plus 24/28 MI									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Temperatura spalin [°C]	47,5	48,0	48,7	50,7	71,7	73,2	78,3	78,4	78,9	79,9
Zawartość CO [ppm]	3	3	8	2	90	82	131	135	139	129
Zawartość NO <sub>x</sub> [ppm]	10	6	6	6	13	11	16	17	16	15
Zawartość O <sub>2</sub> [%]	4,3	5,1	5,1	5,5	4,3	4,4	3,9	3,8	3,8	3,8
Zawartość CO <sub>2</sub> [%]	9,3	8,9	8,9	8,6	9,3	9,02	9,5	9,6	9,6	9,6
Lambda	1,26	1,32	1,32	1,36	1,26	1,27	1,23	1,22	1,22	1,21
Straty	1,2	1,2	1,3	1,4	2,3	2,4	2,6	2,6	2,6	2,7



**Rys. 5. Stężenie CO w kotle MCR3Plus 24/28 MI [Opracowanie własne]**



*Rys. 6. Stężenie NO<sub>x</sub> w kotle MCR3Plus 24/28 MI [Opracowanie własne]*



*Rys. 7. Stężenie CO<sub>2</sub> w kotle MCR3Plus 24/28 MI [Opracowanie własne]*

### **Analiza wyników**

Na podstawie przeprowadzonych badań (tabela 1) można wnioskować, że wraz ze wzrostem temperatury wzrasta również stężenie CO, NO<sub>x</sub> w wydzielanych gazach, we wszystkich badanych kotłach.

Na podstawie rys. 6 i 7 można łatwo zauważyć, że stężenie  $\text{NO}_x$  i stężenie  $\text{CO}_2$  są wyraźnie ze sobą skorelowane w zależności od temperatury spalin.

Stężenie  $\text{CO}$  (rys. 5) w spalinach badanego kotła rośnie gwałtownie wraz ze wzrostem temperatury. Wzrost zawartości pozostałych substancji, tj.  $\text{NO}_x$  i  $\text{CO}_2$  nie jest tak znaczny.

Zawartość  $\text{CO}_2$  (rys. 7) we wszystkich dokonanych pomiarach wahała się i wzrastała w bardzo małym przedziale w porównaniu do pozostałych związków. Obecność  $\text{CO}_2$  świadczy o całkowitym i prawidłowym procesie spalania.

Wzrost stężenia  $\text{CO}$  w wydzielanych spalinach może świadczyć o procesie niecałkowitego spalania z niedomiarem tlenu, co skutkuje spadkiem efektywności kotła oraz wydzielaniem dużej ilości substancji szkodliwych dla otoczenia.

Proces ten można zaobserwować na podstawie tabeli 1 i na rys. 5. Spadek zawartości tlenu w wydzielanych spalinach spowodowany jest jego zużyciem w procesie spalania.

W przeprowadzonych badaniach uwzględniono również taki parametr jak straty ciepła. Jego wartość również wzrasta jak w przypadku pozostałych parametrów, wraz ze wzrostem temperatury. Może to świadczyć o tym, że pewna część wyprodukowanego ciepła, zmagazynowana w spalinach zostaje uwolniona do atmosfery razem z nimi. Im większa temperatura kotła i wielkość wytworzonej energii cieplnej, tym większa ilość tej energii zostanie wydalona przez przewód kominowy.

### **Podsumowanie**

Technika zmieniała się na przestrzeni lat. Kotły oraz technologia jakie były dostępne w poprzednim stuleciu w obecnej chwili różnią się diametralnie. Obecnie głównym kryterium wyboru kotłów ogrzewania centralnego lub ciepłej wody użytkowej jest ich sprawność oraz bezpieczeństwo użytkowania. W poprzednim stuleciu głównie ze względu na panujący ustrój głównymi kryteriami była cena oraz moc.

Obecnie poziom bezpieczeństwa użytkowania kotłów małej mocy, jaki oferują światowi producenci, jest na zadowalającym poziomie. Jednak samo zmechanizowanie i skomputeryzowanie wybranych urządzeń nie zapewni nam stu procentowego bezpieczeństwa. Nasz sposób obchodzenia się z obecnie dostępnymi rozwiązaniami ma bardzo duży wpływ na to, jaki poziom bezpieczeństwa jesteśmy w stanie sobie zapewnić. To czy będą przestrzegane zalecenia i warunki użytkowania danego sprzętu, wyznaczone przez producenta, ma realny wpływ na nasz bezpieczeństwo, zdrowie i życie.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przyjąć zaprezentowane poniżej wnioski:

- Przeprowadzone badania pokazały, że wraz ze wzrostem temperatury, wzrasta również stężenie związków takich jak  $\text{NO}_x$  i  $\text{CO}$ . Należy mieć ten fakt na uwadze, przy wyborze kotła centralnego ogrzewania, ze względu na to, że im mniejszą sprawność danego kotła tym wyższą temperaturę trzeba uzyskać do ogrzania zadanej powierzchni, co za tym idzie wydziela się większa ilość toksycznych związków zatrzuwających atmosferę.

- Podczas spalania paliwa poziom  $\text{CO}_2$  oscyluje się w zadanym przedziale. W przypadku znacznego spadku lub wzrostu stężenia  $\text{CO}_2$  w wydzielanych spalinach należy kontaktować się z autoryzowanym serwisem, gdyż może świadczyć to o spalaniu z nieodpowiednią ilością tlenu w komorze spalania.

W czasie bardzo niskich temperatur, należy utrzymywać wyższą temperaturę kotła, aby wyprodukować wystarczającą ilość ciepła do ogrzania gospodarstwa domowego. W tym okresie należy pamiętać, że wzrost temperatury powoduje bardzo znaczny wzrost emisji  $\text{CO}$  w gazach spalinowych. Z tego względu należy wyposażyć kotłownię w detektor  $\text{CO}$ , aby uniknąć zatrucia tlenkiem węgla.

- Wzrost  $\text{CO}$  w wydzielanych spalinach należy kontrolować również z tego

względu, że świadczy on o niecałkowitym spalaniu, lub w przypadku kotłów na paliwa stałe, o spalaniu paliwa o zbyt wysokiej zawartości wilgoci. Spalanie takich paliw może spowodować przedwczesną korozję lub uszkodzenie kotła.

Stosując się do powyższych zaleceń i reguł postępowania można maksymalnie zwiększyć bezpieczeństwo podczas eksploatacji wybranych urządzeń małej mocy. Zaproponowane systemy są w stanie zwiększyć bezpieczeństwo podczas eksploatacji urządzeń grzewczych.

#### **LITERATURA:**

[1] Mizieliński K., Olszak J., Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.

[2] <http://czysteogrzewanie.pl/kociol/rodzaje-kotlow-weglowych/> (10.10.2017)

[3] <http://instalreporter.pl/ogolna/ile-i-jakich-kotlow-pomp-ciepla-sprzedano-w-2015-w-polsce/> (10.10.2017)

[4] <http://misja-emisja.pl/knowledgebase/niska-emisja-polsce-stan-mozliwosci/> (17.05.2017)

[5] <http://dedietrich.pl/o-de-dietrich/> (08.06.2017)

[6] <http://dedietrich.pl/produkty/technika-dla-domu/gazowe-wiszace-kotly-kondensacyjne/mcr3-plus-2428mi-3035mi/> (07.06.2017)

Instrukcja instalowania, obsługi i konserwacji, naścienne gazowe kotły kondensacyjne MCR3 Plus 24S - 24T - 35S - 24/28MI - 30/35MI, De Dietrich, Wrocław 2017.

*Chubina A. S., master's degree of the Educational and Research  
Institute of Economics and Law  
Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University*

#### **EXPERIENCE OF GERMANY IS FOR DECENTRALIZATION IN UKRAINE AND FIRE SERVICE**

At the end of January, 2017 the Government of Ukraine approved the Strategy for Reforming the State Emergency Service of Ukraine. The goal is to increase the level of protection of population and territories from emergencies in peacetime and in a special period. Document envisages the determination of the required number of fire and rescue departments (fire stations) of local and volunteer fire service in the united local communities, their number, home stations considering time of arrival to the place of the incident call (10 minutes in the city and 20 minutes in rural areas). It is important that the Strategy considered the tasks of the local government reform – improvement of the quality and approximation of services to people. Capable communities, communities, who used their legal right of voluntary association and received commissions from the state and resources for their implementation, - got real opportunities to solve the local issues independently, including the issue of fire safety.

Of course, reforming the system, it is impossible not to take into account the experience of advanced European countries, including Germany.

For example, 15 years ago in Stauffenberg (the city is 42 years, the population is 8,500) there has been three fire stations, each of which needed reconstruction and renewal, that required considerable resources. In this regard, territorial community decided not to repair old buildings, but to combine 3 fire stations in one, reducing the cost of its maintenance and receiving assistance from the Land (administrative unit in Germany), build a new downtown specialized building for the unified fire station. But for assistance from the Land, the effectiveness of such a decision had to be proved, that is to prove that these measures will

reduce the cost of the fire station, and allocate a considerable amount of co-financing from the local budget (50%).

In order to find the necessary funds, it was decided to sell the premises, which housed the fire station, and to spend the money on the construction of a new building in the city center.

The idea of the community was supported by the Land, co-financing for new construction was allocated and new building was built. Special vehicles and proper equipment for firefighting were transferred from three stations to the united one.

Services provided to the population in case of emergencies, are provided by volunteer fire brigades, formed in communities whose population does not exceed 100 thousand people. Fundamental «philosophy» manifestation of such consciousness is to provide mutual assistance to those in urgent need, because everybody once might need it.

With volunteers of such stations periodically special professional trainings are held. Moreover, such trainings are conducted for children starting from 6 years.

After inclusion to the voluntary fire brigades and passing the relevant training, volunteers are given special devices (ie.. Pagers), which accepts alarm in case of emergency. After the receipt of the signal, volunteers should arrive within 4 minutes to the place of deployment (Firefighting unit is located in the city center), and only 10 minutes after the first call fire truck has to arrive to the scene.

The composition of such fire brigades necessarily includes municipality workers. As for the other employees working in private companies, the mayor negotiates with the company for compensation of funds from the local budget for workers who stay on the call, but companies usually refuse to do so.

In addition, small municipalities with no specialized professional fire departments, and only voluntary fire brigades, each with its own specialization and, if necessary, they can call for help of other municipalities in which there are no corresponding specialization (for example, one part specializing in flood protection, the other - on chemical-protection, etc.).

According to the mayor, most money is spent on maintenance of specialized vehicles, about 160 thousand per year.

As known, the Federal Republic of Germany (hereinafter - Germany) includes 16 Lands and 3 cities. All federal states of Germany are able to accept and install inside, the so-called, local laws. But the adoption of strategic issues and laws is left on the federal government of Germany. All federal states have the so-called «national responsibility». But also Germany includes three free states - Bavaria, Saxony and Thuringia.

A few more examples, including: joint workshop for maintenance of respiratory masks for 25 communities in the area Vättern; experience and insurance of the efficient operation of the equipment, its purchase and operation (Bad-Nauheim).

Through the conclusion of the agreement on cooperation of local communities, 25 communities, combining their funds ensured the smooth functioning of the joint service workshop for respiratory masks. As the equipment for the implementation of such services is quite expensive, each community separately is unable to hold such a workshop. In addition, work on maintenance of respiratory masks has to be done by qualified specialists.

By combining their efforts, communities had the opportunity to save money on purchasing respiratory masks (as manufacturers make considerable discounts for wholesale purchases) and their maintenance, which is conducted quarterly.

At the indicated fire station are created special training centers, with conditions close to emergencies, where the appropriate training is held and a special class for the lessons with children is equipped.



Gelnhausen has got an interesting experience of central dispatching office. The mentioned center services the area with a population over 400 thousand people so the center specializes in all kinds of assistance.

All the components of prevention of dangerous situations in Main-Kintsh are combined within a single Center: up to 40 multipurpose vehicles, 5 ambulances, 147 fire brigades, 5 local associations for technical assistance, 3 rescue stations on the water, pre-service assistance, rescue service on the water, local doctors, rescue dogs service, numerous departments of the Red Cross, Maltese service, the Union of Workers-Samaritans, the Order of St. Johann, rescue divers, the pastors in the accidents.

The Center of the prevention of dangerous situations provides central dispatching services, emergency services, labor safety, training and professional development, fire protection service, life safety, fire prevention, inspection of fire prevention.

The mentioned dispatching service accepts calls when medical and social assistance is needed and in the case of emergency.

Nowadays it is important to consider the best European practices for successful implementation of the decentralization reform in Ukraine.

### LITERATURE

1. Decentralization of Fire Service: the MIA presented a reform of the SES of Ukraine. - Access to the source: <http://future.cn.ua/decentralizaciya-pozhezhno%D1%97-sluzhbi-u-mvs-prezentuvali-reformu-dsns/>.
2. The Agenda of the Joint Community – Ensuring of Fire Protection (Experience of Germany). – Access to the source: <http://decentralization.gov.ua/news/item/id/4372>.
3. Decentralization of Fire Service - Presentation of the Reform. - Access to the source: <http://decentralization.gov.ua/news/item/id/3511>.
4. Authorities' Decentralization Reform. Official site. – Access to the source: <http://decentralization.gov.ua/>.

**УДК 351.651: 620.26: 004.422**

*Биченко А.О., к.т.н., доцент, начальник кафедри ТтаЗЦЗ, Нуянзін В.М., к.т.н.,  
начальник НДЛПуСЦБ, Пустовіт М.О., старший викладач кафедри ТтаЗЦЗ,  
Загороднюк В.С., курсант*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКІВ МАСШТАБІВ МОЖЛИВИХ АВАРІЙ НА ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ТА ТРАНСПОРТІ**

Головним завданням держави загалом та ДСНС України зокрема є забезпечення безпеки життєдіяльності населення країни. Згідно з даними Аналітичного огляду стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік [1] в Україні існує високий рівень ризику виникнення НС, пов'язаних із аваріями з викидом або загрозою викиду небезпечних хімічних речовин. В Україні на об'єктах різного призначення зберігається, використовується, транспортується більше 285 тис. т небезпечних хімічних речовин.

Серед таких об'єктів: підприємства виробництва вибухових речовин та боєприпасів, виробництва неорганічних речовин, нафто- й газопереробні заводи, підприємства виробництва продуктів органічного синтезу, склади і бази із запасами

отрутохімікатів для сільського господарства, магістральні аміако- та етиленопроводи тощо.

За ступенем хімічної небезпеки об'єкти (далі – ХНО) розподіляються на 4 ступені: I ступеня – 44 об'єкта (у зонах можливого хімічного зараження від кожного з них мешкає більше 3,0 тис. осіб); II ступеня – 99 об'єктів (від 0,3 до 3,0 тис. осіб); III ступеня – 112 об'єктів (від 0,1 до 0,3 тис. осіб.); IV ступеня – 456 об'єктів (менше 0,1 тис. осіб).

Зважаючи на таку велику кількість ХНО головними завданнями ДСНС України є постійний моніторинг ситуації на даних об'єктах (включаючи систему раннього визначення виливу (викиду) хімічно небезпечних речовин та оповіщення виробничого персоналу і населення, що працює та проживає у зоні можливого хімічного забруднення) та проведення оперативних дій щодо локалізації, ліквідації можливої надзвичайної ситуації (події) та прийняття рішення про проведення евакуації.

Саме з метою підвищення ефективності роботи аварійно-рятувальних підрозділів в напрямку підтримки прийняття управлінських рішень, щодо локалізації та ліквідації техногенних аварій, які пов'язані з обігом небезпечних хімічних речовин в усьому світі широко використовуються різного роду оперативні програмні комплекси та сервіси [2].

Однією з задач, яка потребує нагально розв'язку, є розробка програмного комплексу, який би дозволяв проводити розрахунки масштабів надзвичайних ситуацій, які пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин з врахуванням особливості місцевості, погодних умов з подальшим накладанням результатів розрахунків на карту місцевості. Вирішення цієї задачі дозволить мінімізувати наслідки такого роду аварій, значно пришвидшить прогнозування масштабів забруднення навколишнього середовища, дозволить точніше визначати норми забезпечення персоналу хімічно-небезпечних об'єктів та цивільного населення, яке попадає в зону можливого хімічного забруднення засобами індивідуального захисту тощо.

На теперішній час в Україні не існує жодного програмного комплексу, який би дозволяв проводити розрахунки з визначення зони хімічного зараження, швидкості і напрямку руху хмари небезпечної хімічної речовини, прогнозування можливих заражень тощо. Хоча подібні автоматизовані комплекси існують майже в кожній країні і хоча багато з них мають інтерфейс на російській мові і теоретично можуть бути використані аварійно-рятувальними підрозділами ДСНС України на практиці цього зробити не можливо, адже кожна країна закладає в свої програмні продукти нормовані (внутрішньо державні) методики розрахунку хімічного зараження.

Тому розробка національного програмного комплексу розрахунків масштабів хімічної аварії має базуватися на методиці, яка затверджена та введена в Україні. Така методика зараз проходить останні погодження та незабаром буде введена в дію в ДСНС України. ДСНС України вбачає необхідність в якомога коротші терміни реалізацію даної методики в програмному вигляді, як раніше було реалізовано довідниково-аналітичний програмний комплекс «Довідник небезпечних речовин» [2].

З метою всебічного доступу користувачів та можливості використання програмного комплексу на різних операційних системах даний комплекс буде розроблено у вигляді WEB-сервісу. (Веб-сервіс (англ. web service) - ідентифікована веб-адресою програмна система зі стандартизованими інтерфейсами), що дасть змогу користуватися ним з будь-якої операційної системи та будь-якого пристрою.

У результаті виконання цієї роботи буде розроблено програмний комплекс для аварійної оцінки обстановки при аваріях на ХНО та транспорті розрахунки будуть базуватись на «Методиці прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах та транспорті».

На виході програмний комплекс дозволить:

- здійснювати прогнозування масштабу зони хімічного забруднення;
- здійснювати прогнозування тривалості хімічного забруднення;
- визначати ступінь небезпеки хімічного забруднення;
- здійснювати класифікацію адміністративно-територіальних одиниць та об'єктів господарської діяльності за ступенем хімічної небезпеки;
- роздруковувати результати розрахунків;
- накладати результати розрахунків на карту місцевості для планування попереджувальних заходів;

Розроблений web-сервіс може бути використано в роботі підрозділів ДСНС України та інших зацікавлених служб для підготовки пропозицій щодо прийняття управлінських рішень або при проведенні різного роду навчань.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік [Електронний ресурс] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій ; відп. вип. О. М. Євдін, В. В. Коваленко, В. С. Кропивницький. - Київ : [б. в.], 2017. - 433 с.
2. Нуянзін В.М. Основні засади створення інформаційно-аналітичної системи для забезпечення дій за призначенням підрозділів ОРС ЦЗ / А.О. Биченко, В. М. Нуянзін, М. О. Пустовіт, М. Ю. Удовенко, А. А. Нестеренко // Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 1 (1) 2016. – с. 133 – С. 73-79.

## УДК 8.641

*Бондаренко С.М., к. т. н., доцент, доцент кафедри,  
Христич В.В., к. т. н., доцент, заступник начальника кафедри  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОЗИЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНОГО СПОВІЩУВАЧА ПОЛУМ'Я**

Для раннього виявлення вогнища пожежі використовуються системи пожежної сигналізації (СПС). Можливістю визначити місце виникнення відкритого полум'я з точністю до декількох метрів мають тільки сповіщувачі полум'я адресних СПС. Але елементи даних систем безпеки містять імпорتنі компоненти, такі як фоточутливі матриці, лічильники фотонів, що приводить до істотного подорожчання системи раннього виявлення пожежі. Удосконалювання характеристик елементів СПС є актуальною проблемою.

У роботі [1] показана можливість створення дешевого чутливого елемента (ЧЕ) лінійного сповіщувача полум'я (ЛСП), що по функціональних можливостях не уступає точковим адресним сповіщувачам полум'я. У роботі [2] наведені результати експериментального дослідження ЛСП у режимі виявлення пожежі. В [3] описана експериментальна установка й методика визначення параметрів вихідного сигналу чутливого елемента ЛСП. Експериментальних досліджень по визначенню координати місця, у якому виник осередок пожежі, за допомогою ЛСП не проводилося.

Метою роботи є перевірка теоретичних результатів по можливості визначення відстані до осередку пожежі за допомогою ЛСП експериментальним шляхом.

Експериментальні дослідження проводилися в приміщенні розмірами 55х6х3,1 м, у центрі якого розміщалося тестовий осередок пожежі TF-6 (денатурований спирт), характеристики якого викладені в європейському стандарті [4].

Чутливий елемент ЛСП розташовувався уздовж приміщення на висоті 2,8 м на рівному видаленні від бічних стін.

На першому етапі, за допомогою установки, що детально описана в [3], була експериментально визначена швидкість поширення зондувального імпульсу в проводі ТРП 2х0,4. Для цього до чутливого елемента підключені узгоджувальні опори і за допомогою генератора прямокутних імпульсів поданий сигнал на вхід лінії. Вихідний сигнал фіксувався осцилографом UTD2102.

Різниця між моментом подачі на вхід лінії довжиною 100 м імпульсу й моментом його появи на осцилографі становить 500 нс. Звідки швидкість поширення імпульсу по ЧЕ із проведення ТРП 2х0,4 становить  $2 \cdot 10^8$  м/с.

Потім чутливий елемент підключався до установки, що складається з формувача імпульсу, швидкодіючого аналогового перемикача, пристрою керування й вимірювального пристрою, детальний опис її даний в [2]. На підлозі приміщення, на проекції осі ЧЕ на горизонтальну площину, розміщався піддон з денатурованим спиртом.

Відстань L, на якій розміщалося тестовий осередок пожежі відносно початку ЧЕ, у ході експерименту мінялося із кроком 40 м. Загальна довжина ЧЕ становила 320 м. У приміщенні можна було розмістити 55 м ЧЕ уздовж однієї лінії, інша частина проводу поміщалося в заземлену металеву трубу.

Вимір відстані L, спочатку виконувалося допомогою рулетки із ціною розподілу 1 см. Експериментальна установка переводилася в режим зондування, після цього підпалювалося тестовий осередок. Вимір часу проходження відбитого імпульсу провадилася по отриманій на вимірювальному пристрої осцилограмі. Далі, з урахуванням отриманого значення швидкості поширення імпульсу по ЧЕ, розрахунком визначалася відстань до тестового осередку пожежі. У кожному досліді вироблялося три повторних виміри, результати яких осереднилися. Результати експериментів представлені в табл. 1

Табл. 1. Результати експериментального визначення відстані до осередку пожежі

Відстань до тестового осередку виміряне рулеткою, м	35	75	115	155	195	235	275	315
Середнє значення часу повернення відбитого імпульсу, нс	161	394	569	817	985	1134	1354	1559
Відстань до тестового осередку визначене за допомогою ЛСП, м	32,2	78,75	113,9	163,5	196	226,8	270,9	311,9
Відносна похибка визначення відстані, %	8	4,7	1	5,5	0,5	3,5	1,5	1,1

Порівняння результатів експериментального визначення відстані до вогнища пожежі, отриманих за допомогою ЛСП, з фактичними відстанями до тестового осередку дозволяє говорити про те, що відносна погрішність вимірів за допомогою ЛСП не перевищує 10%. Зі збільшенням відстані до осередку пожежі величина відносної погрішності зменшується.

На підставі експериментальних досліджень підтверджена практична можливість визначення відстані до осередку полум'яного горіння за допомогою ЛСП. Визначено мінімальну довжину ЧЕ ЛСП при якій можливе визначення відстані до осередку

пожежі. Помилка визначення відстані для ЧЕ довжиною до 320 метрів не перевищує 10 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. С.Н. Бондаренко Модель чувствительного элемента активного линейного извещателя пламени [Электронный ресурс] / С.Н. Бондаренко, В.В. Калабанов, В.А. Пулавский // Проблемы пожарной безопасности. – 2014. - Вып. 36. - С. 39-45. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/431>
2. С.Н. Бондаренко Экспериментальное исследование чувствительного элемента линейного извещателя пламени в режиме обнаружения пожара [Электронный ресурс] / С.Н. Бондаренко, В.В. Христинич, В.В. Калабанов // Проблемы пожарной безопасности . – 2016. - Вып. 39. - С. 39-43. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/419>
3. С.Н. Бондаренко Факторы, влияющие на выходной сигнал линейного чувствительного элемента линейного извещателя пламени в режиме зондирования [Электронный ресурс] / С.Н. Бондаренко, В.В. Калабанов, С.Г. Алферов // Проблемы пожарной безопасности . – 2015. - Вып. 38. - С. 19-23. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/421>  
Components of automatic fire detection systems. Methods of test of sensitivity to fire (EN 54-9:1982) [Чинний від 1984-05-31].

## УДК 614.8

*Гарбуз С.В., викладач кафедри ПiТБОтaТ,  
Ликов А. М., курсант  
Національний університет цивільного захисту України*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАЦІЇ НАФТОПРОДУКТ

Актуальною проблемою, що виникає при експлуатації резервуарів зберігання нафтопродуктів є боротьба з втратами від випаровування, які відбуваються при зливо-наливних операціях, «великих» і «малих» диханнях резервуарів, при транспортуванні нафти і нафтопродуктів, аварійних витоків і надзвичайних ситуаціях. Втрати від випаровування нафтопродуктів наносять значний економічний і екологічний збиток. Основні втрати нафтопродуктів відбуваються при їх зберіганні в резервуарах, внаслідок недосконалості конструкції резервуарів і відсутністю спеціального обладнання, що зменшує ці втрати.

Відповідно до рекомендацій Європейської Комісії з охорони навколишнього середовища, в ЄС діють нормативи на уловлювання парів вуглеводнів, при цьому всі АЗС і резервуарні парки нафтобаз, термінали завантаження світлих нафтопродуктів (у тому числі і автоцистерни) оснащені різними системами уловлювання парів бензину, що забезпечують повноту уловлювання не менше 80% вуглеводнів[1].

В Україні всі великі резервуарні парки нафтобаз морально і фізично застаріли, вони були спроектовані і побудовані за часи СРСР і з того часу не піддавались істотній модернізації, тому актуальним напрямом підвищення екологічної та економічної ефективності експлуатації резервуарів зберігання нафтопродуктів, є розробка систем

уловлювання та рекуперації парів нафтопродуктів, які можливо застосовувати без істотних змін у конструкції існуючих резервуарів.

Наприклад, в Європейському союзі (ЄС), згідно з директиви 94/63 / ЄС введені нормативи на уловлювання парів вуглеводнів. До 2000 року всі АЗС, а до 2004 року всі резервуарні парки нафтобаз, термінали завантаження світлих нафтопродуктів (в тому числі і

автоцистерни) експлуатовані в країнах ЄС були оснащені системами уловлювання парів, що забезпечують повноту уловлювання від 98% вуглеводнів [2]. У країнах Європейського Союзу, США, Канаді та Японії законодавчо обмежені викиди парів вуглеводнів з резервуарів

на рівні 98-99%. Резервуари які експлуатуються в даних країнах оснащені різними типами установок для уловлювання парів вуглеводнів. найбільше поширеною, в даних країнах, є технологія вуглецево-вакуумної адсорбції (Рис.1).

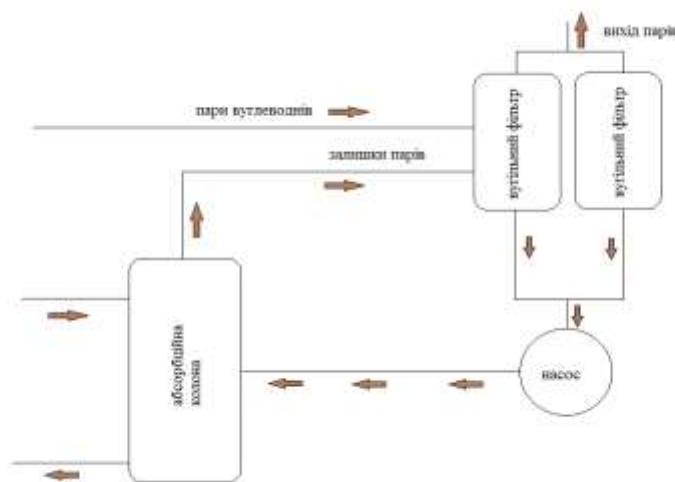


Рис.1. Технологія вуглецево-вакуумної адсорбції

Технологія вуглецево-вакуумної адсорбції (CVA за міжнародною класифікацією), є найпопулярнішою технологією в світі, завдяки простоті в експлуатації і ефективності уловлювання (Рис. 1).

Вузол уловлювання парів складається з двох однакових ємностей, наповнених активованим вугіллям. Кожна ємність може працювати в двох режимах: «режим адсорбції» і режим вакуумної регенерації. У ємність, готову до режиму адсорбції, подають повітряну суміш, насичену парами вуглеводнів.

Вуглеводні адсорбуються на поверхні активованого вугілля, а очищене повітря викидається в атмосферу. після насичення вугілля ємність переводиться в режим вакуумної регенерації, під час якого насичений вуглеводневий пар викачується вакуумними насосами з активованого вугілля і направляється в абсорбційну колону, в якій велика частина вуглеводнів абсорбується зустрічним потоком відповідного рідкого абсорбенту з резервуарного парку або трубопроводу.

Присутній при цьому незначний обсяг повітря, що потрапив під час повітряної продувки на стадії регенерації, виходить через верхню частину абсорбційної колони, що призводить до винесення незначної частини вуглеводнів, підлягають в подальшому поверненню в вугільний адсорбер, що знаходиться в стадії адсорбції. По черзі використовуючи ємності в режимах адсорбції та регенерації, отримують систему, працюючу безперервно.

До переваг технології вуглецево-вакуумної адсорбції відносяться: висока

ефективність і надійність (низький рівень викидів, виключаючи метан); низьке енергоспоживання; малі перепади тиску; широкі режими роботи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гарбуз С. В. Оценка экологической опасности выбросов паров нефтепродуктов при эксплуатации резервуаров хранения светлых нефтепродуктов/ С. В. Гарбуз, О. О. Ковальов, А. В. Титаренко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків, 2015.-№52. – С.146-152.

2. EU (1994). European Parliament and Council Directive 94/63/EC of 20 December 1994 on the control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from the storage of petrol and its distribution from terminals to service stations [Text] // Official Journal. – 1994. – L. 365.

#### УДК 551.521.37

*Гаркавий С.Ф., к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник НДЛПуСЦБ*

*Ножко І.О., науковий співробітник ННВВ*

*Загороднюк В.С., курсант*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Альтернативні джерела енергії останнім часом стали одним із найважливіших критеріїв сталого розвитку сучасного суспільства. Активно ведеться пошук нових і вдосконалення існуючих технологій енергозбереження. Головними причинами цього є вичерпання запасів існуючих видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світову спільноту.

Останнім часом зросла кількість наукових досліджень, що стосуються проблем енергоефективності. Питання ефективності та доцільності розвитку альтернативної енергетики в Україні, вивчали такі українські вчені, як Адаменко О., Височанський В., Дев'яткін С., Самойленко А. та ін. Однак, це питання не достатньо досліджене у працях вітчизняних та зарубіжних науковців [1].

Аналіз використання енергоресурсів в Україні, дозволяє зробити висновок про те, що існує гостра необхідність розвитку альтернативних джерел енергії. Особливо необхідним для України є використання екологічних альтернативних джерел енергії, що в свою чергу зміцнить національну техногенну безпеку та приблизить країну до євросоюзу.

Основою державної політики повинно стати зниження енергоемності та підвищення безпеки економіки. Виробництво альтернативної енергії значно зростає та перевищує обсяги аналогічних традиційних видів. На сьогодні частка користування альтернативними джерелами енергії у світі не є значною, але їх потенціал на кілька порядків перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів [2].

Необхідними заходами покращення техногенного стану в Україні передусім зменшення її енергозалежності та подальша інтеграція до Європейської співдружності [1].

Головним завданням для українського уряду повинна стати усебічна підтримка розвитку альтернативних енергетичних установок у різних регіонах країни, для цього потрібно провести ряд дій таких як:

- удосконалення низки існуючих законодавчих актів щодо відновлювальних джерел енергії, які б сприяли підвищенню економічної ефективності виробництва альтернативної енергії;
- розробка інвестиційних проєктів з метою залучення додаткових вкладень в дану галузь;
- надання гарантій державою виробникам «чистої» енергії щодо її купівлі за фіксованими тарифами;
- забезпечення рівня техногенної безпеки України завдяки модернізації мережі існуючих енергетичних установок, підвищення рівня їх надійності та безперебійності роботи;
- інформування населення України щодо перспективності використання нетрадиційних джерел енергії, необхідності збереження довкілля та зменшення викидів парникових газів в атмосферу від спалювання традиційних видів палива [3].

Доцільність використання альтернативних джерел енергії в подальшій перспективі може забезпечити для України наступне:

- зміцнення державності України за рахунок підвищення енергетичної та економічної незалежності;
- зниження енергоемності внутрішнього валового продукту;
- досягнення світового рівня ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів;
- зменшення обсягів імпорту паливно-енергетичних ресурсів;
- створення ринку енергозберігаючого обладнання, відповідної техніки та технологій;
- покращення стану здоров'я людей;
- зменшення обсягів шкідливих викидів у довкілля;
- відтворення природних ресурсів.

Висновки: Отже, в сучасних умовах розвитку альтернативних джерел енергії, головним для України є окреслення таких напрямків як:

- організаційно-правовий, для забезпечення стратегії розвитку альтернативних джерел енергії та створення досконалої законодавчої бази;
- фінансово-економічний, для створення привабливого інвестиційного клімату та залучення в подальшому іноземних інвестицій;
- техніко-технологічний, для обґрунтування схем територіального розміщення та встановлення оптимальних потужностей з виробництва альтернативної енергії;
- інфраструктурний, для безперебійного та стабільного процесу виробництва та споживання альтернативної енергії [3].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Розвиток альтернативної енергетики в Україні. Інфографіка : [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://forbes.ua/ua/nation/1365128-rozvitok-alternativnoyi-energetiki-v-ukrayini-infografika>.

2. Лежнева Л.И. Потенціал розвитку нетрадиційних джерел енергії в Україні як фактор забезпечення енергетичної безпеки / Л.И. Лежнева // Культура народів причорномор'я – 2010. – №3. – С. 52-54.



3. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії : Підручник/ С.О. Кудря. – К. : НГУУ «КПП», 2012. – 492 с.

## УДК 620.91

*Гаркавий С.Ф., к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник НДЛПуСЦБ*

*Ножко І.О., науковий співробітник ННВВ*

*Загороднюк В.С., курсант*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ – ЯК КРОК ДО ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

Актуальність дослідження цієї теми полягає в тому, що в сучасному світі і в Україні гостро стоїть проблема видобутку та використання енергоресурсів. Підвищення темпів споживання енергії призводить до швидкого їх вичерпання. Вищевикладене призводить до активного розгортання енергозберігаючої політики щодо підтримки використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії [1]. У даний час використання поновлюваних джерел енергії в Україні знаходиться на початковій стадії, їх частка складає близько 0,5% від усього енергетичного потенціалу.

Відповідно до Закону України «Про альтернативні джерела енергії»: альтернативна енергетика – це сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії; геотермальна енергія – енергія, що накопичена у формі теплової енергії під твердим шаром земної поверхні [2].

Враховуючи дефіцит нафти і газу власного видобутку, їх техногенну небезпеку, доцільність використання геотермальної енергетики в Україні не викликає сумніву. Це обумовлене перш за все наявністю великого запасу ресурсів геотермальної енергії на її території і визначається термогеологічними особливостями рельєфу та характерними ознаками геотермальних ресурсів країни. За різними оцінками, економічно-доцільний енергетичний ресурс термальних вод України становить до 8,4 млн т н.е./рік (тонн енергії в нафтовому еквіваленті).

Експлуатація першого теплопостачальної геотермальної установки в Україні почалася в 1999 р. Це були 2 свердловини Берегівського родовища, тепло води використовувалося для опалення санаторію. Загальна потужність теплоустановки становить 1,2 МВт. Експлуатація гідротермальних ресурсів забезпечує санаторію економію в розмірі 143 т у.п. на рік [3, с. 36].

Великі запаси термальних вод виявлено і на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Луганської та Сумської областей. Найбільш перспективним для розвитку геотермальної енергетики в Україні, є Закарпаття, де, за геологічними і геофізичними даними, на глибині до 6 км температури гірських порід досягають 230-275 °С Тут легкодоступними є геотермальні бурові свердловини глибиною від 55 до 1500 м, у яких температура води в гирлі свердловини складає 40-60 °С, а при глибинах до 2000 м температура зростає до 90-100 °С [4].

Переваги використання геотермальної енергії: енергію отримують від джерел тепла з великими температурами; температура теплоносія значно менша за температуру при спалюванні палива. Перевагою використання

геотермальних ТЕС по відношенню до інших станцій є і їхня значно більша екологічність. Відпрацьовані води відкачуються назад у підземні води, що забезпечує екологічну безпеку регіону і стабільність технологічного циклу. Геотермальні ТЕС викидають в атмосферу набагато меншу кількість шкідливих речовин – типова геотермальна станція робить викид CO<sup>2</sup> на 1 МВт·год виробленої енергії у розмірі 0,45 кг, тоді як теплоелектростанція, що працює на природному газі – 464 кг, на мазуті – 720 кг, на вугіллі – 819 кг. Для будівництва геотермальних ТЕС використовують значно менші ділянки землі, ніж для ТЕС, які можна проектувати і розміщувати на будь-яких землях, також на сільськогосподарських угіддях [3, с. 39].

До недоліків належать: низька термодинамічна якість; необхідність використання тепла біля місць видобування; зростання вартості спорудження свердловин зі збільшенням глибини буріння, надходження в атмосферу водяного пару та розчинених в підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті, підвищення вологості, опускання земної поверхні, засолення земель [5, с. 10].

Вкладаючи кошти у альтернативні напрямки розвитку енергії, країна доб'ється більшої економічної, політичної та техногенної безпеки, ніж витрачаючи їх на заходи по охороні танкерів з нафтою. Геотермальні джерела енергії як альтернативні вигідні не лише з економічної точки зору, але й з екологічної точки зору. Адже при використанні геотермальних джерел енергії природі завдається мінімум шкоди, а самі ресурси, взяті для створення електроенергії, повертаються у природне середовище майже без втрат.

Слід додати, що існуючі сьогодні оцінки потенціалу геотермальних ресурсів в Україні потребують подальшого дослідження, перегляду та уточнення з метою визначення перспектив їх господарсько-економічного, екологічного і соціального впливу на розвиток території.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мельник Л.Г. Економіка енергетики : навчальний посібник / Л.Г. Мельник, О.І. Карінцева, І.М. Сотник – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. – 238 с.
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
3. Гребенюк Г.В. Сучасний стан та перспективи розвитку геотермальної енергетики в Україні / Г.В. Гребенюк, К.О. Кузнєцова // Вісник КТУ. – 2010. – № 26. – С. 35-40.
4. Геотермальна енергія України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/ae/geoenergy>.
5. Совгіра С.В. Чинники використання геотермальної енергії / Совгіра С.В., Гончаренко Г.Є., Подзерей Р.В., Берчак В.С. // Екологічні проблеми Волині. – Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2014. – С. 7-10.

*Гаркавий С.Ф., к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник НДЛПуСЦБ*  
*Головченко С.І., к.е.н., науковий співробітник НДЛПуСЦБ*  
*Загороднюк В.С., курсант*  
*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА В УКРАЇНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ТЕХНОГЕННУ БЕЗПЕКУ**

Україна, на жаль, займає не найкращу сходинку в рейтингу екологічного стану (44 позиція зі 180 країн в 2016 році за індексом екологічної ефективності) [1].

Екологічна криза, яка формувалася в Україні протягом тривалого періоду, істотно впливає на соціальну та економічну сфери країни, тому поліпшення екологічного стану є актуальним та пріоритетним завданням на сьогодні. Згідно з дослідженнями українських учених, найбільшу шкоду навколишньому середовищу завдає транспорт, промисловість, енергетика та сільське господарство [2].

Значним стало забруднення акваторії Чорного та Азовського морів шкідливими речовинами, особливо нафтопродуктами. Щороку з водами річок України до морів надходить 653 тис. тонн завислих речовин, понад 8 тис. тонн органічних речовин, близько 1900 тонн азоту та 1200 тонн фосфору [3].

Вирубка дерев значно підвищує ризики повеней та паводків, відповідно, погіршується якість ґрунту та родючість. Найбільше незаконних рубок вже традиційно проводяться в Карпатах. Немало проблем спостерігається і на Поліссі, Волині, Чернігівській та Київській областях. Держлісагенство України зазначає, що лише у 2015 році обсяг незаконних рубок в Україні склав 24,1 тисяч кубометрів. Унаслідок впливу на ґрунт шкідливих факторів, технологічного використання ґрунтів, на значній території втрачено 10-25% органічної речовини, практично вся орна земля в підорному шарі ущільнена, помітно знижуються запаси поживних форм фосфору і калію [4].

З економічної точки зору негативний вплив екологічного фактора на економічне зростання проявляється в наступних формах [2]:

1. Відбувається вичерпування невідновлюваних природних ресурсів країни, що веде до збіднення ресурсної бази виробництва і зниження рівня конкурентоздатності країни на світовому ринку та до додаткових витрат на залучення альтернативних ресурсів; у результаті це призводить до збільшення вартості продукції і її ринкової ціни.

2. Створюється нагромадження значних обсягів відходів і викидів виробництва, що вимагає значних економічних витрат на їх утилізацію і знешкодження. В Україні дуже недосконала система поводження з відходами. Саме тому Україна входить в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення відходів – 700-720 млн. тонн щорічно. Сміттєзвалища займають в Україні більше 160 тисяч га, і всі вони вцент заповнені – загальна маса накопичених відходів перевищує 36 млрд. тонн.

На жаль, кожним роком цифри лише зростають. Найгірша ситуація з накопиченням відходів спостерігається у Львівській області. Тільки жителі Львова виробляють 600 тонн відходів в день (Грибовицьке сміттєзвалище – третє в Європі за розмірами). Зараз українці по суті платять лише за вивезення сміття. Одна тонна сміття коштує приблизно 80 грн. за захоронення. Якщо підрахувати, що там є 60% корисної речовини – це тієї, яку можна переробити, відсортувати і

переробити – то це 2 – 2,5 тисячі. Відповідно і українець заплатить не 10 грн на місяць, а понад 100 грн. щомісяця [4].

Усі ці фактори викликають зниження якості життя людей і вимагають значних витрат суспільства на лікування, реабілітацію, охорону здоров'я та створення рекреаційних зон. Середня тривалість життя в Україні за даними МОЗ України становить близько 71 року (у Польщі – 74, у Швеції – 80). Забруднення середовища викликає парниковий ефект, кислотні дощі, руйнування озонового шару. Зменшення озону в стратосфері на 1% викликає збільшення випадків захворювання на рак шкіри на 5%. Зростає кількість уроджених аномалій (вад розвитку) – у 2014 р. кількість хворих становила 47791 осіб, а в 2015 р. – 48356 осіб, збільшується кількість хвороб органів дихання (у 2014 р. – 1183877 осіб, у 2015 р. – 11862012 осіб). Також відбуваються екологічні міграції, люди виїжджають в інші регіони України або за її межі, де екологічний стан є значно кращим [5].

Таким чином, у разі подальшого зберігання подібного стану речей наша держава ризикує опинитися на рівні африканських країн в плані техногенної безпеки. Висока якість навколишнього середовища визначає стан добробуту суспільства, як і матеріальні блага, отримані шляхом виробництва. Тому потрібно запроваджувати новітні технології, які в подальшому зменшать витрати екологічного характеру та не гальмуватимуть темпи зростання валового національного продукту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. The Environmental Performance Index 2016 [Electronic resource]. – Mode of access : <http://epi.yale.edu/country-rankings>.

2. Хвесик М.А., Степаненко А.В. Екологічна криза в Україні: соціально-економічні наслідки та шляхи її подолання / М.А. Хвесик, А.В. Степаненко // Економіка України. – 2014. – № 1. – С. 74-86.

3. Екологічний стан Азовського і Чорного морів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cd.greenpack.in.ua/ekologichnyy-stan-azovskogo-i-chornogo-moriv/>.

4. Екологія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecology.unian.ua/1327494-sortuvannya-smitty-a-v-ukrajini-viyti-na-noviy-riven.html>.

5. Міністерство охорони здоров'я України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.moz.gov.ua/ua/portal/>.

#### УДК 502.1

*Гаркавий С.Ф., к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник НДЛПуСЦБ*

*Нуянзін В.М., к.т.н., начальник НДЛПуСЦБ*

*Загороднюк В.С., курсант*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО У ГАЛУЗІ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

У наш час все більше країн залежить від екологічного стану навколишнього середовища, що спричинює необхідність якісного міжнародного співробітництва в галузі техногенної безпеки.

Екологічні проблеми стосуються не окремої держави, а всіх, парниковий ефект, забруднення повітря та глобальне потепління простежуються на всій земній кулі, а не на певній території Землі.

Вирішення всіх цих проблем можливо лише на базі міжнародного співробітництва, що здійснюється на багатосторонній основі. Формами такого співробітництва є організація наукових та практичних зустрічей, створення міжнародних організацій; укладання офіційних договорів та угод, що координують спільні зусилля з охорони природи, а також діяльність міжнародних громадських партій та організацій [1-2].

Можна виділити такі проблеми міжнародного значення, які потребують розгляду:

1. Забруднення Світового океану нафтою, промисловими стічними водами, побутовими відходами з кораблів, контейнерами з радіоактивними відходами та затонулими реакторами і боезарядами атомних підводних човнів.

2. На четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) у ніч 26 квітня 1986 р. сталася аварія, яка за масштабами викидів радіоактивних речовин у довкілля не має аналогів у світі. Відразу після вибуху реактора радіонукліди були викинуті на максимальну висоту до 10 км, і саме ці високі радіоактивні хмари забруднили території Південної Європи, а потім і країни Африки, Північної та Південної Америки, Океанії й Азії. В атмосферу під час Чорнобильської катастрофи було викинуто до 100% радіоактивних благородних газів, 20-50% ізотопів йоду, 12-30% – цезію і 3-4% інших важких радіонуклідів від їхнього вмісту в реакторі. На територіях, забруднених унаслідок Чорнобильської катастрофи, опромінення у підвищених дозах зазнали не тільки люди, а й без винятку всі компоненти природного середовища.

Із фоновим опроміненням довкілля, яке за характером накопичення є хронічним і латентним, пов'язані певні, вже реалізовані радіоекологічні ефекти. При цьому є всі підстави вважати, що у майбутньому наслідки цього опромінення можуть стати ще більш негативними[3].

3. Президент США Дональд Трамп підписав розпорядження, яке скасовує ключові елементи боротьби з глобальним потеплінням. «План чистої енергії» мав скоротити викиди парникових газів на електростанціях, які працюють на вугіллі, щоб виконати зобов'язання, прийняті в Парижі. Паризька угода передбачає відмову урядів від використання викопного палива і зменшення викидів двоокису вуглецю з метою стримування глобального потепління. Скасування цього плану призведе до створення нових робочих місць і знизить залежність Америки від імпортного палива. Декрет спрямований як на збільшення викидів, так і на відмову від підготовки до майбутніх змін клімату. Указ урізає кошти на підтримку наукових досліджень, які вивчають причини змін клімату і рішення цієї проблеми. Як наслідок це ставить під загрозу життя людства у майбутньому.

Для вирішення зазначених проблем у світі існує значна кількість міжнародних екологічних організацій, які проводять різні наукові дослідження впливу діяльності людини на клімат, атмосферу, рослинність і тваринний світ тощо. Реалізують ці проекти такі організації, як ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища, ЮНЕСКО (Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури), ЄЕК (Європейська економічна комісія), МАГАТЕ (Міжнародна організація з радіологічного захисту), МОК (Міжнародна організація з питань зміни клімату), Greenpeace (Зелений світ), Всесвітня комісія з навколишнього середовища [4].

Україна як європейська держава приєдналася до процесу державного та правового регулювання збереження якості природного середовища. У 1991 році було створене Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Україна бере участь в роботі програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП).

Проблема забезпечення належного рівня техногенної безпеки набула глобального значення. Це ставить задачу перед людством у розробці ефективних міжнародних механізмів, що забезпечують раціональне використання ресурсів планети, їхню охорону та екологічну рівновагу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародні організації : навч. посібник / А.І. Мокій, Т.П. Яхно, І.Г.Бабець. – К. : ЦУЛ, 2011. – 280 с.
2. Чорнобиль. Прокуратура : люди, події, факти / Л.Р. Грицаєнко, Л.Л. Грицаєнко. – К. : СПД Павленко В.А., 2011. – 266 с.
3. Екологічний менеджмент : підручник / Л.Ф. Кожушко, П.М. Скрипчук. – К. : Академія, 2007. – 432 с.

#### УДК 614.84

*Григоренко О.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри, Цой Л.О., курсант,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ТА КРАТНОСТІ СПУЧУВАННЯ ЕПОКСИАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ ВІД ВМІСТУ АМОФОСУ ТА ТРИГІДРАТУ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ

З точки зору пожежної безпеки композиційні матеріали на основі епоксидних олігомерів можна охарактеризувати як такі, що мають високі горючість та димоутворюючу здатність. Однак, завдяки своїм унікальним властивостям, таким як висока міцність, низька теплопровідність, хімічна та атмосферостійкість, висока адгезія до інших матеріалів, вони знайшли широке застосування у ряді галузей промисловості.

Зниження горючості та димоутворюючої здатності епоксидних полімерів найчастіше досягається введенням до складу композиції різноманітних добавок. На сьогоднішній день проводилося багато дослідження, спрямованих на покращення тієї чи іншої характеристики епоксиполімерів, у тому числі й горючості [1] та вогнезахисної ефективності [2].

В результаті аналізу наведених літературних джерел встановлено, що для зниження горючості епоксидних олігомерів застосовують наступні методи [3, 4]: введення в структуру полімеру атомів, що сприяють зниженню горючості, введення добавок, що сповільнюють горіння (антипіренів, наповнювачів) та використання вогнезахисних покриттів.

Серед вогнезахисних матеріалів найбільш перспективними є покриття, які спучуються під впливом високих температур (інтумесцентного типу). Утворений при цьому спінений коксовий шар охороняє протягом певного часу поверхню, що захищається (або нижні шари) від впливу полум'я та від прогрівання.

У якості об'єкту дослідження використовували композиції на основі епоксидного олігомеру ЕД-20 (ДСТУ-2093-92), затверділі затверджувачем

поліетиленполіаміном (ПЕПА) (ТУ 2413-357-00203447-99). Для зниження горючості і, одночасно, для прискорення утворення міцного коксового залишку до їх складу вводили наповнювачі – тригідрат оксиду алюмінію ( $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) та амофос, що являє собою азотно-фосфорне концентроване розчинне добриво, яке містить близько 10-12 % N і 45-52 %  $P_2O_5$  та, в основному, складається з моноамонійфосфату  $NH_4H_2PO_4$  і частково діамонійфосфату  $(NH_4)_2HPO_4$ .

Дослідження проводили згідно з принципами теорії планування експериментів. Дослідження впливу вмісту наповнювачів амофосу і тригідрату оксиду алюмінію проводилися за показниками кисневого індексу та кратності спучування. Була побудована матриця планування і у відповідності до неї виготовлено декілька зразків з різним вмістом наповнювачів. Після чого зразки було випробувано на горючість згідно ГОСТ 12.1.044 – 89 та кратність спучування.

Обробка результатів експерименту дозволила отримати рівняння регресії та побудовані поверхні відгуку (рис. 1), які дають можливість візуально простежити як змінюється кисневий індекс композиції та кратність спучування в залежності від вмісту компонентів наповнювача.

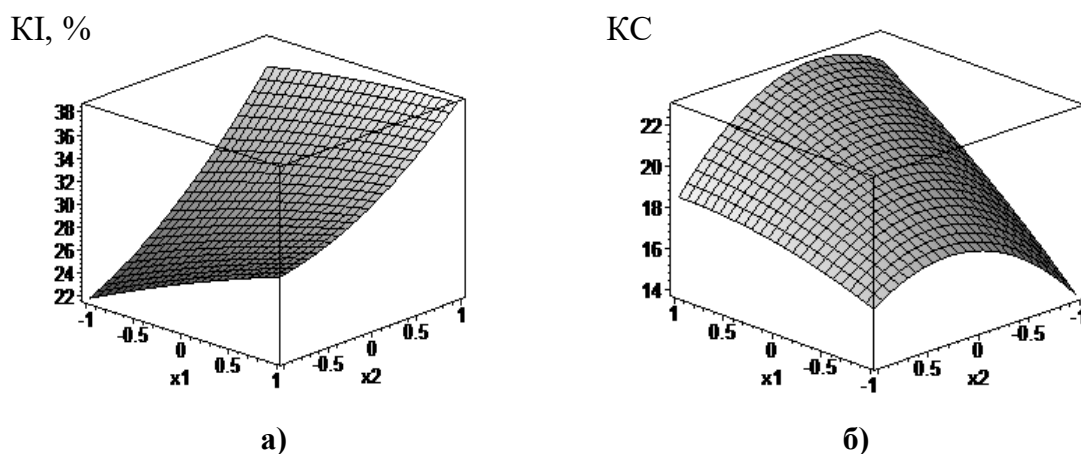


Рисунок 1 – Залежність величини кисневого індексу КІ (а) та кратності спучування КС (б) від вмісту амофосу  $x_1$  та тригідрату оксиду алюмінію  $x_2$

Як бачимо із рис. 1а найкращі показники по кисневому індексу ( $KI = 38\%$ ) має композиція із максимальним вмістом наповнювачі амофосу і тригідрату оксиду алюмінію – 25 і 50 мас.ч. відповідно. Однак за кратністю спучування максимальний ефект досягається при вмісті амофосу 25 мас.ч. та тригідрату оксиду алюмінію  $x_2 = -0,4$ , що після переведу із кодованих значень в натуральні відповідає значенню 38 мас.ч. При цьому екстремум поверхні відгуку знаходиться на межі варіювання. Можливо зробити припущення, що збільшення вмісту амофосу у композиції буде призводити до збільшення кратності спучування. Однак, як показали дослідження, високий вміст наповнювачів різко збільшує в'язкість системи, що унеможливорює нанесення таких композицій на поверхню, яка підлягає вогнезахисту. Рациональний вміст наповнювачів, при якому досягається максимальне значення кратності спучування ( $КС = 22,7$ ) та прийнятний рівень горючості ( $KI = 36\%$ ), становить 25 та 38 мас.ч. амофосу та тригідрату оксиду алюмінію відповідно.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Яковлева Р.А. Влияние дисперсных минеральных наполнителей на величину кислородного индекса и процессы термоокислительной деструкции

эпоксиполимеров [Электронный ресурс] / Р.А. Яковлева, Н.В. Дмитриева, Ю.В. Попов, В.А. Андронов, А.М. Безуглий // Проблемы пожарной безопасности. – 2005. – Вып. 17. – С. 204-209. – Режим доступа до журн.: <http://nuczu.edu.ua/files/ppb/ppb17.pdf>

2. Богданова В.В. Огнегасящий эффект замедлителей горения в синтетических полимерах и природных горючих материалах / В.В. Богданова // Сборник статей по химии и химическим технологиям НИИ: Химические проблемы создания новых материалов и технологий. – 2008. – Выпуск 3. – С. 344-375.

3. Машляковский Л.Н. Органические покрытия пониженной горючести / Л.Н. Машляковский, А. Д. Лыков, В. Ю. Репкин. – Л.: Химия, 1989. – 184 с.

4. Курта С.А. Наповнювачі – синтез, властивості та використання: навчальний посібник / Сергій Андрійович Курта. – Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2012. – 296 с.

### УДК 681.3

*Дурсєв В. А., к. т. н., доцент, доцент кафедри  
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків*

### РІВНЯННЯ ДИНАМІКИ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ТЕПЛОВОГО ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА

Сучасні системи пожежної сигналізації (СПС) містять адресно-аналогові пожежні сповіщувачі (СП), у документації до яких не завжди наведено їх основні технічні дані. Для дослідження ефективності роботи СП необхідна інформація про динамічні параметри складових їх елементів, зокрема чутливого елемента (ЧЕ).

Динамічні параметри СП можна визначити, з його математичної моделі, яка враховує матеріал ЧЕ, його конструктивне оформлення, а так само діапазон робочих температур. Таким чином, існує проблема поліпшення технічних даних динамічних параметрів елементів СПС.

Виконано математичний опис ЧЕ СП з термістором в інтервалі робочих температур, з урахуванням конструктивного оформлення ЧЕ [1, 2].

Отримано рівняння динаміки термістора в відносних змінних:

$$T_T \frac{\dot{\bar{r}}_T}{\bar{r}_T} + \bar{r}_T = K_T \bar{t}_B ; \quad (1)$$

$$T_T = \frac{C \cdot m}{\alpha \cdot F}; \quad K_T = R_t T^{b-1} (b + \beta T) \frac{T_{B0}}{R_{T0}}, \quad (2)$$

де:  $T_T$  – постійна часу термістора, с;  $K_T$  – коефіцієнт посилення термістора;  $\bar{r}_T$ ,  $\bar{t}_B$  – відносні змінні;  $C$  – теплоємність матеріалу термістора, Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>;  $m$  – маса термістора, кг;  $\alpha$  – коефіцієнт конвективного теплообміну, Вт·м<sup>-2</sup>·К<sup>-1</sup>;  $F$  – площа поверхні термістора, м<sup>2</sup>;  $T$  – температура термістора, К;  $\tau$  – час, с;  $T_B$  – температура навколишнього повітря, К;  $b$  – константа, що враховує матеріал термістора.

З отриманого рівняння випливає, що для зменшення інерційності чутливого елемента сповіщувача, необхідно зменшувати масу термістора і збільшувати його площу. Крім того, для зниження інерційності СП, на чутливому елементі може бути розміщений пластинчастий радіатор.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Дуреев В.А. Математическое описание чувствительного элемента максимального теплового пожарного извещателя с терморезистором / В.А. Дуреев, А.Н. Литвяк // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2012. № 32 – С. 74–77. Режим доступа:  
<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol32/dureev.pdf>
2. Дуреев В.А. Математическая модель чувствительного элемента теплового пожарного извещателя с терморезистором // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ. – 2016. Выпуск 40 – С. 90–93. Режим доступа:  
<http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/dureev.pdf>

## УДК 614.83

*Катунін А.М., к.т.н., старший науковий співробітник, доцент кафедри,  
Асадов Д.К., студент, Національний університет цивільного захисту України*

### **ЗАСТОСУВАННЯ ДИФРАКЦІЙНО ВІДБИВНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ЗАГОРЯНЬ**

На даний час розроблений та використовується широкий спектр лазерних систем сигналізації. Єдина охоронно-пожежна лазерна система сигналізації складається із системи охоронної сигналізації, що виконує завдання своєчасного оповіщення служби охорони про факт несанкціонованого проникнення або спробу проникнення людей в будівлю, та системи пожежної сигналізації, яка призначена для своєчасного виявлення місця загорянь і формування сигналів для систем оповіщення про пожежу та автоматичного пожежогасіння. При цьому широке застосування лазерних систем сигналізації обумовлено високою завадостійкістю, малим енергоспоживанням та простотою установки, підготовки та юстирування систем.

В свою чергу напрямки удосконалення лазерних систем сигналізації полягають в підвищенні дальності дії лазерних систем, збільшенні кількості лазерних бар'єрів та спрощенні складу лазерних систем.

Технічна реалізація лазерних систем сигналізації передбачає розташування лазерного передавача і фотоприймача на одному кінці траси поширення лазерного променя, а на іншому – світловідбивача (у найпростішому випадку – дзеркала) [1].

Використання дифракційно відбивних покриттів у якості відбивного елементу в складі лазерної системи сигналізації дозволяє здійснювати перерозподіл енергії відбитого лазерного випромінювання в просторі, тобто здійснювати перехід від рівномірного відбиття, що описується законом Ламберта, до істотно нерівномірного розподілу, характерного для відбиття лазерного випромінювання на дифракційних решітках [2].

Розподіл інтенсивності відбитого від геометрично неоднорідного елементу такого покриття випромінювання визначається співвідношенням:

$$I = I_0/N^2 \cdot \sin^2 u / u^2 \cdot \sin^2(N \cdot v) / \sin^2 v, \quad (1)$$

де  $I_0$  – інтенсивність падаючого лазерного випромінювання;  
 $N$  – число штрихів структури покриття (дифракційної решітки).

Другий множник формули (1) визначає дифракцію від кожного відбивного елемента покриття:

$$u = \pi \cdot a \cdot (\sin\psi + \sin\varphi) / \lambda, \quad (2)$$

де  $a$  – ширина робочої грані штриха структури покриття (дифракційної решітки);

$\lambda$  – довжина хвилі лазера;

$\varphi$  – кут дифракції;

$\psi$  – кут падіння лазерного випромінювання.

Третій множник формули (1) визначає основні характеристики спектру і положення головних дифракційних максимумів діаграми розсіювання геометрично неоднорідного елемента покриття:

$$v = \pi \cdot d \cdot (\sin\psi + \sin\varphi) / \lambda, \quad (3)$$

де  $d$  – постійна покриття (дифракційної решітки).

Експериментальні дослідження із використанням плівкових дифракційно відбивних покриттів із синусоїдальним профілем відбивної поверхні показують, що значна частина енергії (більше 70 %) відбитого лазерного випромінювання зосереджується у вузьких кутових секторах (дифракційних максимумах), а в кутових секторах, відмінних від напрямів розповсюдження дифракційних максимумів діаграми розсіювання геометрично неоднорідного елемента покриття, спостерігатиметься значне зниження інтенсивності відбитого випромінювання [2].

Таким чином, значна частина енергії відбитого від дифракційно відбивної поверхні інфрачервоного випромінювання зосереджується у вузьких кутових секторах (максимумах просторово-неоднорідного розподілу інтенсивності відбитого випромінювання), а в кутових секторах, відмінних від напрямів даних максимумів розподілу, спостерігатиметься значне зниження інтенсивності відбитого випромінювання. За визначеними напрямками відбиття інфрачервоного випромінювання (максимумами просторово-неоднорідного розподілу) розташовуються приймальні пристрої для аналізу прийнятого сигналу.

За відсутності загорянь значного ослаблення відбитого інфрачервоного випромінювання не спостерігається. При цьому ступень ослаблення відбитого випромінювання за всіма напрямками приблизно однаков та рівень прийнятих сигналів у всіх приймальних пристроях не буде відрізнятися. При виникненні загорянь на одному з напрямків розповсюдження відбитого інфрачервоного випромінювання приймальний пристрій на даному напрямку реєструє значне ослаблення випромінювання, при цьому рівень прийнятого сигналу буде відрізнятися від рівнів сигналів на інших напрямках.

Таким чином, оцінювання рівня прийнятих сигналів на кожному з напрямків відбиття інфрачервоного випромінювання, положення і кількість яких визначаються параметрами дифракційно відбивної поверхні, дозволяє здійснювати не тільки виявлення загорянь ранніх етапах виникнення, але і визначення напрямку загорянь.

В цілому використання дифракційно відбивних покриттів в складі лазерної системи сигналізації дозволяє забезпечити:

- багатократне підвищення потужності відбитого лазерного випромінювання;
- можливість формування визначеної кількості лазерних бар'єрів за напрямками розповсюдженнями дифракційних максимумів діаграми розсіювання дифракційно відбивного покриття.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988. – С. 78 – 83.
2. Доля Г.Н., Катунин А.Н. О возможности снижения заметности целей при защите от высокоточного оружия (ВТО) на основе использования дифракционно отражающих покрытий // Збірник наукових праць ХВУ. – Х: ХВУ, 2000. – Вип. 2 (28). – С. 75-81.

## УДК 614.84

*Кулаков О.В., к.т.н., доцент, професор кафедри, Лісін О.С., курсант, Національний університет цивільного захисту України*

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ

Останнього часу в Україні склалася ситуація одночасної дії двох нормативних документів з улаштування блискавкозахисту об'єктів: [1] та [2-5].

Проаналізуємо метод стандарту [1] та метод захисного кута стандарту [4] на прикладі вертикального стрижньового перехоплювача блискавки.

За вимогами таблиці 10 [1] об'єм, що захищається одиничним вертикальним стрижнем висотою  $h$ , являє собою круговий конус висотою  $h_0 < h$ , вершина якого співпадає з вертикальною віссю блискавководводу, з радіусом основи  $r_0$ .

Методом захисного кута [4] об'єм, що захищається вертикальними стрижнями, також має форму прямого кругового конуса, вершина якого розташована на осі перехоплювача блискавки на його висоті, а половинний кут при вершині  $\alpha$  залежить від класу системи блискавкозахисту та висоти системи перехоплення.

Тобто за обома методами об'єм, що захищається вертикальним стрижнем, має форму прямого кругового конуса. За методом [1] висота конуса є меншою від висоти перехоплювача блискавки, кут при вершині є постійним. За методом [4] висота конуса є рівною висоті перехоплювача блискавки, кут при вершині не є постійним (залежить від висоти системи перехоплення – чим менше висота, тим більше кут).

Припустимо, що захищається об'єкт прямокутної форми з геометричними розмірами  $A \times B \times H = 12 \times 6 \times 4$  м<sup>3</sup> та вибухонебезпечною зоною.

За методом [1] захищаний об'єкт має II рівень блискавкозахисту (надійність захисту від прямих влучень блискавки знаходиться в межах від 0,95 до 0,99). За вимогами таблиці 10 [1] круговий конус для перехоплювача блискавки висотою  $h$  для рівня надійності 0,99 має наступні розміри:  $h_0 = 0,8 \cdot h$ ,  $r_0 = 0,8 \cdot h$ . Радіус  $r_x$  горизонтального перерізу конусу на висоті  $h_x$  визначається за формулою

$$r_x = r_0 \cdot \frac{h_0 - h_x}{h_0}.$$

Для об'єкту прикладу при розташуванні перехоплювача блискавки безпосередньо на об'єкті у геометричному центрі даху (нормами [1] це дозволяється, [4] – не рекомендується) мінімально необхідна висота перехоплювача блискавки від планувальної відмітки землі дорівнює  $h = \frac{r_x + h_x}{0,8} \approx 13,4$  м. Тоді захищений об'єм має

форму кругового конусу с розмірами: висота конусу від планувальної відмітки землі –  $h_0 = 0,8 \cdot h \approx 10,7$  м, радіус конусу на рівні землі  $r_0 = 0,8 \cdot h \approx 10,7$  м, радіус

горизонтального перерізу  $r_x$  на висоті будинку  $r_x = r_0 \cdot \frac{h_0 - h_x}{h_0} = 6,7 \text{ м}$ .

За європейськими нормами [2-5] для визначення класу системи блискавкозахисту (СБЗ) слід проводити оцінку ризику згідно [3]. Для об'єктів з ризиком вибуху необхідна, як правило, СБЗ II-го класу.

Відповідно рис. А.2 [4] захисний кут  $\alpha$  залежить від висоти перехоплювача блискавки  $h$  та визначається з рисунку 1 [4] залежно від класу СБЗ.

Приймаємо висоту перехоплювача блискавки від планувальної відмітки землі:  $h_2 = 13,4 \text{ м}$ . Тоді висота перехоплювача блискавки над дахом:  $h_1 = 7,4 \text{ м}$ , величина захисного кута  $\alpha_1 \approx 60^\circ$ . З геометричних міркувань захищуваний об'єм має розміри: висота конусу над дахом  $h_1 = 7,4 \text{ м}$ , радіус конусу на рівні землі  $r_0 = h_2 \cdot \text{tg}\alpha_1 = 13,4 \cdot \text{tg}60^\circ \approx 23,2 \text{ м}$ , радіус горизонтального перерізу  $r_x$  на висоті будинку  $r_x = h_1 \cdot \text{tg}\alpha_1 = 7,4 \cdot \text{tg}60^\circ \approx 12,8 \text{ м}$ .

Результати розрахунків проілюстровано на рисунку 1.

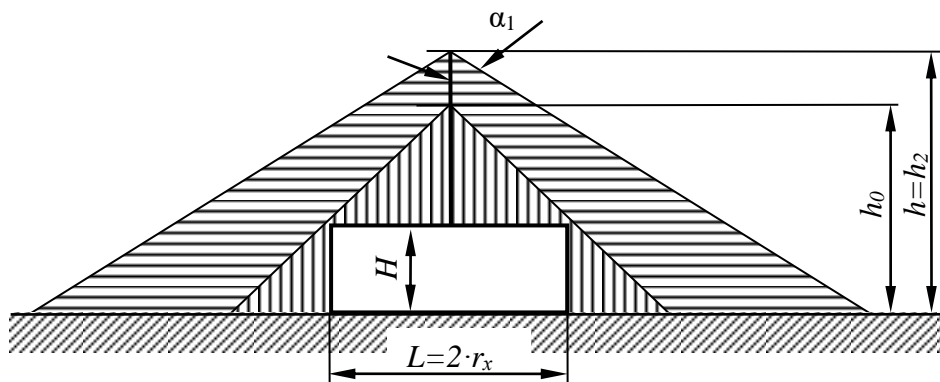


Рисунок 1 – Переріз у вертикальній площині об'ємів, що захищаються одиничним стрижневим перехоплювачем блискавки, що розраховано методом стандарту [1] (вертикальний штрих) та методом захисного кута [4] (горизонтальний штрих)

В обох випадках усі точки об'єкту знаходяться всередині захищуваних об'ємів. Геометричні розміри захищуваних об'ємів є різними.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕС 62305:2006 NEC): ДСТУ Б В.2.5-38:2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 63 с. – (Національний стандарт України).
2. Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-1:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).
3. Захист від блискавки. Частина 2. Керування ризиками (EN 62305-2:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-2:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).
4. Захист від блискавки. Частина 3. Фізичні руйнування споруд та небезпека для життя людей (EN 62305-3:2011, IDT): ДСТУ EN 62305-3:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).
5. Захист від блискавки. Частина 4. Електричні та електронні системи, розташовані в будинках і спорудах (EN 62305-4:2010, IDT): ДСТУ EN 62305-4:2012. – [Чинний від 2012-08-01]. – (Національний стандарт України).

*Липовий В.О., к.т.н., ст. викладач, НУЦЗУ,  
Задерейко А.В., здобувач вищої освіти НУЦЗУ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ НАФТОЗАЛИШКІВ У ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРАХ**

Очищення резервуарів від залишків нафтопродуктів – технологічна операція, яка досить часто повторюється, від якої в значній мірі залежить безпека і ефективність експлуатації резервуарного парку в Україні.

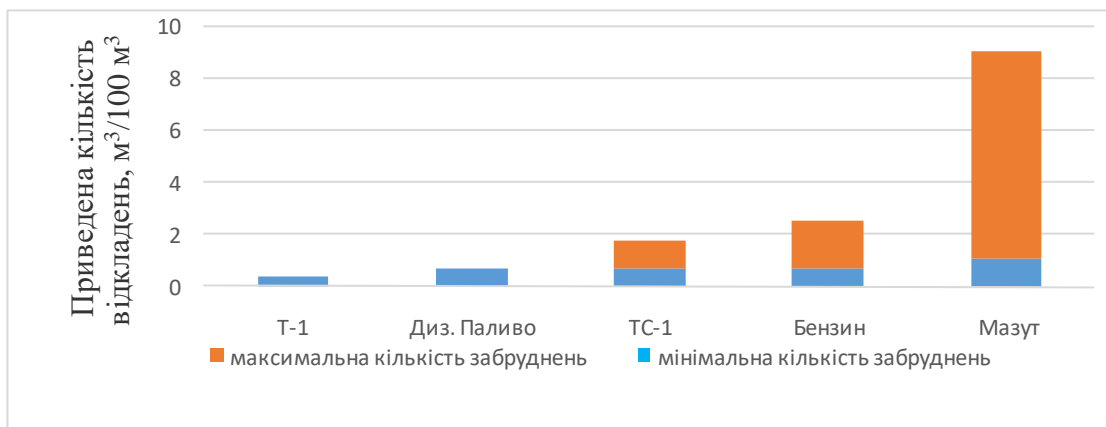
Нормативними документами передбачені наступні строки проведення періодичного очищення резервуарів, а саме: не менше двох разів на рік – для палива для реактивних двигунів, авіаційних бензинів, авіаційних мастил та їх компонентів; не менше одного разу на рік – для присадок до мастил і мастил з присадками; не менше одного разу на два роки – для інших мастил, автомобільних бензинів, дизельного палива, парафінів та інших аналогічних їм за властивостями нафтопродуктів [1].

Нафтозалишки уявляють собою складний конгломерат, який складається з різноманітних за своїм складом і фізико-хімічними властивостями речовин, що мають різні джерела походження, структуру та фазовий стан. Дослідження складу та властивостей нафтозалишків та впливу на ці властивості різних факторів дозволяє обґрунтувати і розробити найбільш ефективні способи і засоби для видалення із резервуарів відкладень, які там утворилися.

Встановлено [2], що нафтозалишки, які накопичилися в резервуарі – це тверді або високов'язкі напіврідкі продукти різної в'язкості, основою яких є залишки нафтопродукту, в якому містяться забруднення різного походження. Колір нафтозалишків, в залежності від вмісту в них води, може змінюватися від чорного до світло-бурого, а густина – від 0,9 до 1,8 т/м<sup>3</sup> при 20 °С. Залишкові забруднення містять велику кількість твердих часток, що входять до складу атмосферного пилу, оксиди заліза, які є продуктами корозії, і органічні речовини, які утворюються при фізико-хімічних і хімічних перетвореннях нафтопродуктів.

В'язкість залишків нафтопродукту, що знаходяться в резервуарі, може змінюватися в широкому діапазоні і залежить від вмісту в них емульгованої води. В'язкість різко зростає, якщо вміст води в нафтозалишках досягає 20 – 25 % і вище. В'язкість утворених нафтозалишків різко зростає при зниженні температури, тим самим видалення його із резервуара без підігріву унеможливується.

В літературних джерелах наведені дані про склад нафто залишків, які утворилися у сталевих вертикальних резервуарах після зберігання в них різних сортів нафтопродуктів. Ці дані наведені в роботах [3-6] та представлені на рис.1.



**Рис. 1. Приведена кількість відкладень залежно від виду нафтопродукту**

Залишки в резервуарах і інших ємностях характеризуються значним вмістом органічних забруднень – асфальто-смолистих речовин, карбенів і карбоїдів, які є твердими емульгаторами, що створює певні труднощі при очищенні резервуарів від забруднень.

Для визначення кількості нафтозалишку в середині резервуару пропонується використовувати спосіб [6] визначення рівня відкладень твердих часток на внутрішній поверхні резервуарів при зберіганні світлих нафтопродуктів. Сутність якого полягає в тому, що до початку експлуатації в об'ємі резервуара стаціонарно встановлюються інфрачервоні датчики вимірювання відстані, кількість та схема розташування яких визначається об'ємом та формою резервуара, що контролюється. Система датчиків підключається до блоку управління та контролю, який здійснює їх живлення та обробляє інформаційні сигнали. Система інфрачервоних датчиків вимірює відстані до внутрішніх поверхонь резервуару до та після його першого заповнення і зберігає отримані результати у внутрішній пам'яті блоку управління та контролю як контрольні значення. При утворенні відкладень твердих часток на внутрішніх поверхнях резервуару, що контролюється, система інфрачервоних датчиків реєструє зміну відстані до них. За величиною зміни відстані, розраховується об'єм та маса нафто залишку, який знаходиться в резервуарі, а також швидкість його утворення.

Таким чином, використання запропонованого способу визначення рівня відкладень твердих часток на внутрішній поверхні резервуарів при зберіганні світлих нафтопродуктів дозволяє підвищити довговічність та техніко-експлуатаційний рівень резервуарів за рахунок оперативного та високоточного визначення наявності та кількісної оцінки відкладень осаду на усіх можливих поверхнях його утворення, що дозволить оптимізувати поточно-експлуатаційні та ремонтні роботи, підвищити рівень пожежної безпеки об'єкту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. – [Чинний від 2006-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 139 с. – (Національний стандарт України).
2. Фатхiev Н.М. Способы очистки резервуаров при подготовке к ремонту / Н.М. Фатхiev, П.М. Бондаренко. – Москва: ЦНИИТЭ «Нефтехим», 1990. – 72 с.
3. Чертков Я.Б. Загрязнения и методы очистки нефтяных топлив / К.В. Рыбаков, В.Н. Зрелов. – Москва: «Химия», 1970. – 224 с.
4. Евтихин В.Ф. Очистка резервуаров от остатков и отложений

нефтепродуктов / С.Г. Малахова. – Москва: ЦНИИТЭ «Нефтехим», 1984. – 64 с.

5. Кацман, Ф. М. Защита от коррозии нефтяных резервуаров-актуальная задача современности [Текст] / Ф. М. Кацман // Журнал Нефтегаз.—2003. – № 11. – С. 17–19.

6. Патент України на корисну модель UA 103075 U G01F 23/292, G01B 11/02, B65D 79/02. Спосіб вимірювання рівня відкладень твердих часток на внутрішній поверхні резервуарів при зберіганні світлих нафтопродуктів / О.О. Ковалев, О.М. Ларін, А.Я. Калиновський, В.О. Липовий, М.М. Удянський. № а201404034: заявл. 15.04.2014; опубл. 10.12.2015. Бюл. №23.

## УДК 614.8

*Липовий В.О., к.т.н., ст. викладач, НУЦЗУ,*

*Лавріненко І.В., курсант НУЦЗУ*

### **АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЯХ**

Навіть при використанні сучасних технологій зберігання палива та нафтопродуктів і суворому дотриманні правил будівництва та експлуатації, автозаправні станції (АЗС, АГЗС) залишаються об'єктами підвищеної небезпеки [4]. Автозаправні станції є комплексом будівель з обладнанням, призначеним для прийому, зберігання та видачі нафтопродуктів транспортним засобам, продажу масел, консистентних мастил, запасних частин, приладдя до транспортних засобів і надання послуг власникам індивідуальних транспортних засобів. Специфічною особливістю АЗС є розміщення технологічного устаткування на відкритих майданчиках. При розміщенні обладнання на відкритих майданчиках горючі й токсичні пари палива та нафтопродуктів, що виділяються, розсіюються природними повітряними потоками; при цьому концентрація цих речовин знижується до безпечного рівня. Вибухи та пожежі на зовнішніх установках АЗС можливі тільки під час аварійних ситуацій, пов'язаних з утворенням вибухонебезпечних концентрацій парів ЛЗР з повітрям.

Автозаправні станції є складними інженерними спорудами, експлуатація яких пов'язана як з постійно існуючими впливами на довкілля в місці розміщення АЗС, так і з низкою небезпек, реалізація яких може призвести до аварій з тяжкими наслідками. Загоряння нафтопродуктів завжди починається зі спалаху або вибуху парів із повітрям.

Первісний спалах парів переходить у займання нафтопродуктів і створює умови для повного його згоряння. Порівняно з бензином дизельне паливо випаровується значно повільніше, однак вибух суміші парів дизельного палива з повітрям не поступається силою вибуху пароповітряній суміші бензину.

Наявність великої кількості легкозаймистих (ЛЗР) і горючих рідин (ГР) в ємностях обладнання створює небезпеку виникнення пожежі у разі витoku палива і наявності джерела запалювання. Під час витoku палива в технологічні колодязі створюється небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій паливно-повітряної суміші в технологічних колодязях, що за наявності джерела ініціювання вибуху може викликати вибух паливно-повітряної суміші в технологічних колодязях і створити умови для подальшого розвитку аварії в підземних сховищах. Не виключена ймовірність аварії в резервуарах навіть за наявності справної системи захисту від статичної електрики і нормальної експлуатації технічно справного обладнання.

За певних умов наливу нафтопродуктів в ємності (за збільшення швидкості наливу) заряди статичної електрики накопичуються швидше, ніж відводяться через заземлення, оскільки бензин і дизпаливо належать до діелектриків із дуже слабкою провідністю електричного струму. У таких випадках зі збільшенням рівня наливу палива в ємності напруга статичної електрики буде зростати і може досягти такого значення, за якого в момент наближення вільної поверхні палива до стінок заливної горловини (при наповненні ємності понад 90 %) внаслідок різниці потенціалів відбудеться іскровий розряд, здатний викликати займання або вибух суміші парів з повітрям, і виникне пожежа. Оскільки тиск у момент вибуху досягає 1470 кПа (1,5 МПа), а температура вибуху коливається в межах 1500–1800 °С, може статися розгерметизація резервуару. Це, в свою чергу, зумовить доступ кисню до резервуару, розвиток пожежі або утворення вогняної кулі, подальший розвиток аварії. Під час проведення операцій наповнення і спорожнення резервуарів завжди існує ймовірність утворення у газовому просторі над поверхнею рідини суміші парів палива з повітрям.

Небезпека виникнення аварії та аварійної ситуації може статися під час розкриття резервуарів для підготовки до проведення ремонтних і технологічних робіт і під час проведення ремонтних робіт у резервуарах. При цьому особливо небезпечними є пірофорні відкладення заліза, що здатні до самозаймання за наявності кисню за звичайної температури. Найбільш небезпечними пірофорні сполуки є в тому випадку, якщо вони утворилися під шаром нафтопродуктів. Швидке звільнення ємності від нафтопродуктів створює сприятливі умови для інтенсивної взаємодії цих відкладень із киснем пароповітряної суміші. При цьому пірофорні відкладення можуть розігрітися до температури 500–700 °С і стати джерелом займання і загоряння нафтопродуктів. Для запобігання аварійній ситуації чи аварії, спричиненій пірофорними відкладеннями, необхідно проводити своєчасне очищення резервуарів [2]. Експлуатація несправного обладнання, заземлення, засобів захисту від проявів блискавки, відсутність кваліфікації персоналу на АЗС, недотримання на території АЗС «Правил пожежної безпеки», застосування іскробезпечного інструменту, метр-штока, здатних викликати іскру, – може призвести до аварії.

Залежно від характеру розгерметизації, погодних та інших умов для АЗС характерні такі види аварій:

- пожежа проливу – горіння проливів рідких продуктів – дифузійне горіння парів ЛЗР і горючих рідин ГР в повітрі над поверхнею рідини;
- вогняна куля – дифузійне горіння щільних, слабо змішаних із повітрям парогазових хмар із поверхнею хмар у відкритому просторі;
- вибух – детонаційне горіння – згоряння попередньо перемішаних газо- чи пароповітряних хмар із надзвуковими швидкостями у відкритому просторі чи замкнутому об'ємі;
- хлопок – спалах, хвиля полум'я, згоряння попередньо перемішаних газо- чи пароповітряних хмар із дозвуковими швидкостями у відкритому чи замкнутому просторі [3].

Найбільшу небезпеку для людей та матеріальних цінностей становлять небезпечні фактори пожежі та вражаючі фактори вибуху і вогняних куль.

Таким чином, висвітлені основні проблеми, пов'язані зі зменшенням техногенних ризиків та техногенних впливів при експлуатації автозаправних станцій. Встановлено, що для зменшення техногенного впливу АЗС необхідно не тільки дотримуватися правил технічної безпеки, але і розробляти відповідні автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення [4].



## ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ від 11.07.2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» (Офіційний вісник України, 2002 р., № 30, ст. 1115).
2. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. – [Чинний від 2006-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 139 с. – (Національний стандарт України).
3. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учебное издание / под общ. ред. В.А. Котляревского – М.: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 2003. – Кн.6. – 256 с.
4. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення: ДБН В.2.5-76:2014 – [Чинний від 2014-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 38 с. – (Державні будівельні норми України).

## УДК 614.8

*Олійник В.В., к.т.н, доцент, заступник начальника кафедри,  
Гончаренко Я.О., курсант  
Національний університет цивільного захисту України*

### **ВТРАТИ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ВИПАРІ ЇХ В НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ З РЕЗЕРВУАРІВ ЗІ СТАЦІОНАРНОЮ ПОКРІВЛЕЮ**

Зберігання нафтопродуктів - один з важливих етапів у складній системі видобуток - переробка нафти, транспортування та зберігання нафтопродуктів. У процесі зберігання нафтопродуктів у наземних, та у меншому ступені в заглиблених металевих резервуарах відбувається випар нафтопродуктів, що приводить до втрат нафтопродукту.

До основних регламентованих втрат нафтопродукту відносять випар нафтопродуктів у процесі приймання, зберігання, відпустки та очищення резервуарів.

До нерегламентованих потенційних втрат відносять витіки нафтопродуктів через ущільнювальні вузли запірних арматур, насосів, трубопроводів та наливних пристроїв; вентиляцію газового простору резервуарів; стічні води, що містять нафтопродукти; перелив резервуарів і цистерн; аварійні ситуації, пов'язані з корозійним руйнуванням резервуарів і комунікацій.

Кількість втрати в кожному конкретному випадку залежить від досконалості та організації технологічних процесів зберігання, марок і кількості зберігаємої продукції, способу та умов зберігання, наявності контролюючо-регулюючої апаратури.

Розглянемо процеси випару, що відбуваються при зберіганні нафтопродуктів. Серед показників, що визначають швидкість випару, основним є тиск насичених парів, який залежить від температури та співвідношення пароповітряної й рідинної фаз нафтопродуктів. Зі збільшенням частки легких фракцій, підвищується тиск насичених парів нафтопродуктів і ростуть втрати від випару. Виходячи із прямо пропорційної залежності втрат нафтопродуктів від випаровуваності, виведені емпіричні залежності, що дозволяють визначити тиск насичених парів для конкретної температури та співвідношення фаз по паспортній характеристиці нафтопродукту - тиску насичених парів при температурі 37,8 °С і співвідношенню фаз 4:1.

Для автомобільного бензину при  $10\text{ °C} < t \leq 10\text{ °C}$

$$P_{(t)} \cong P_s \exp[0,034(t - 38)], \quad (1)$$

де  $P_{(t)}$  - тиск насичених парів при заданій температурі та співвідношенні фаз  $n = 4:1$ ;  $P_s$  - тиск насичених парів при  $t = 37,8$  °C и  $n = 4:1$ .

Однак у практичних розрахунках необхідно користуватися усередненими значеннями тиску насичених парів нафтопродуктів, тому що різні нафтопереробні заводи можуть випускати одну марку нафтопродукту з різними значеннями  $P_s$ . Середньорічний тиск насичених парів [1] становить  $(2,47 - 6,65) \cdot 10^4$  Па.

На процес випару нафтопродуктів з резервуарів у статичних умовах крім температури впливають різні фактори: тиск та обсяг газового простору, площа контакту нафтопродукту з газовим простором, атмосферний тиск. В основному втрати нафтопродуктів у вигляді випару з резервуарів відбуваються в результаті малих і великих дихань. Малі дихання викликаються температурними коливаннями навколишнього середовища. Великі дихання відбуваються при витисненні пароповітряної суміші в навколишнє середовище в процесі заповнення нафтопродуктом резервуара та надходженні повітря в резервуар при відкачці продукту.

На багатьох нафтопереробних заводах, перевалочних, споживчих нафтобазах і нафтобазах магістральних трубопроводів експлуатуються наземні резервуари зі стаціонарними покрівлями, які є основними джерелами випару нафтопродуктів.

Для оцінки втрат нафтопродуктів при випарі, обумовлених малими диханнями резервуарів можна користуватися наступною формулою:

$$G_{\text{м.д}} = k_1 \cdot V^{\frac{2}{3}} \left( \frac{k_2}{100} \right) \exp(0,039 \cdot T) \frac{M}{22,4 \cdot t}, \quad (2)$$

де  $G_{\text{м.д}}$  - втрати від малих дихань, кг/г;  $V$  - обсяг резервуара, м<sup>3</sup>;  $T$  - температура атмосферного повітря, К;  $t$  - температура в газовому просторі, К;  $M$  - середня молекулярна маса парів нафтопродукту;  $k_1, k_2$  - коефіцієнти, що залежать від властивостей нафтопродуктів (для бензину  $k_1 = 0,20$ ;  $k_2 = 16$ ; для нафти  $k_1 = 0,16$ ,  $k_2 = 0,12$ ).

Як відзначалося вище, поряд з малим диханням значну кількість становлять втрати внаслідок великих дихань. Так же, як і для малих дихань, для розрахунків втрат при великих диханнях для резервуарів зі стаціонарними дахами можна використати наступну формулу:

$$G_{\text{в.д}} = (1 + 0,16 \cdot P) \cdot \frac{k_2}{100} \exp(0,039 \cdot T) \cdot \frac{M}{22,4 \cdot t}, \quad (3)$$

де  $P$  - тиск насичених парів, Па;  $k_2$  - коефіцієнт, що залежить від властивостей нафтопродуктів;  $M$  - середня молекулярна маса парів нафтопродукту;  $t$  - температура газового простору, К.

Обсяг втрат нафтопродуктів при зберіганні в результаті малих і великих дихань залежить від умов роботи резервуарних парків. Так, структура втрат від випару в резервуарних парках нафтопереробних підприємств наступна: втрати від вентиляції газового простору 60-65%, від великих дихань і зворотного видиху - 32-34%, малих дихань - 3-6%. Високий відсоток втрат при вентиляції газового простору пояснюється

порушенням вимог герметизації резервуарів (особливо даху), втрати від великих дихань обумовлені високою оборотністю резервуарів. В умовах тривалого зберігання нафтопродуктів втрати відбуваються в основному від малих дихань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бадретдинова Ф.А., Бронштейн И.С., Рохлин В.Ф. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1978 № 7, с. 32-33.
2. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. М., Гостоптехиздат, 1981. 300 с.

#### УДК 614.84

*Сенчихин Ю.Н., к. т. н., профессор, НУГЗУ,  
Останов К.М., НУГЗУ*

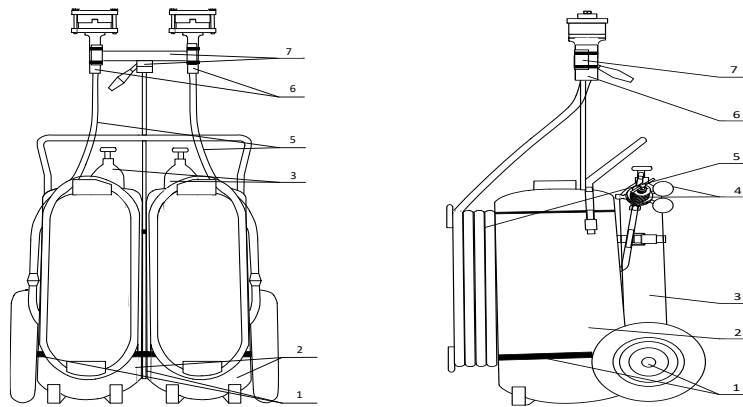
### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДИСТАНЦИОННОЙ ДОСТАВКИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ К ОЧАГАМ ВОЗГОРАНИЯ

За последние годы количество пожаров в Украине отнюдь не уменьшилась и в 2016 году составила 74 220 пожаров, унесших 1872 жизни, нанесли общий (прямой и побочный) ущерб около 6,0 млрд. грн [1].

В связи с этим вопросы повышения эффективности пожаротушения являются важнейшими задачами пожарной охраны в нашем государстве, которые далека от своего разрешения. Среди них, одним из первостепенных вопросов пожаротушения и защиты соседних с пожаром объектов, является оптимальное (рациональное) определение сил и средств, необходимых и достаточных для локализации и ликвидации пожаров и загораний. Поэтому и сегодня разработка, исследование и внедрение в практику пожаротушения новых средств, огнетушащих веществ (ОВ) и приемов их подачи остаются актуальными.

Несомненно, перспективными являются современные огнетушащих растворы с гелеобразующими составляющими (ГОС), применение которых, в сравнения с тушением водой или же водой со смачивателями, позволяет в 3-4 раза уменьшить убытки от пожара [2]. Однако эти показатели эффективности тушения с применением ГОС были получены с применением ранцевых установок АУТГОС и АУТГОС-П при тушении модельных очагов с небольших расстояний (0,5 -1 метр), что не соответствует требованиям ДСТУ с т.з. обеспечения минимальной длины струи при тушении модельных очагов [3,4]. Вместе с тем специфические тактико-технические аспекты использования указанных установок и приемы подачи ГОС на объекты пожаротушения на данный момент почти не рассматривались, что не позволило их использовать на реальных пожарах.

Одним из перспективных путей более эффективной реализации гелеобразующих составов при пожаротушении является совершенствование устройств, с помощью которых обеспечивается дистанционная (на расстояние 6-10 метров) доставка ГОС к очагам возгорания соответствующими тактико-техническими приемами. Примером дальнейшего совершенствования установок типа АУТГУС является разработанная и изготовленная новая мобильная автономная установка тушения гелеобразующими составами АУТГОС-М [5,6,7] (рис.1).



**Рис. 1. Общий вид установки АУТГОС-М**

АУТГОС-М содержит несущий каркас, где установлены: две ёмкости с компонентами ГОС, баллоны со сжатым воздухом имеющие индикаторы визуального контроля давления в емкостях, которые объединены редуктором прямого действия. Причем, содержащаяся в емкостях, под давлением воздуха, каждая из компонент ГОС, благодаря системе соединительных гибких шлангов, подается на объект пожаротушения с помощью двух стволов-распылителей [8], имеющих по одному крану для их закрытия и открытия, что связано с отдельной или совместной подачей компонент ГОС. Кроме того на несущем каркасе (на раме) установлено приспособление наведения стволов-распылителей на объект пожаротушения с верификацией по углам возвышения, углам рыскания, высоте и базовой ширине симметричного размещения и фиксации стволов-распылителей.

В результате проведенных с установкой АУТГОС-М испытаний установлено, что предложенные технические решения позволяют осуществлять эффективное тушение гелеобразующих составами, с расстояния 8-10 метров, причем уменьшая убытки от тушения, в сравнении с пожаротушением при помощи воды, в 3-4 раза.

Данная установка предназначена для тушения пожаров и для защиты соседствующих с очагом пожара объектов жидкофазными огнетушащими веществами, в частности – водными растворами ГОС.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аналіз масиву карток обліку пожеж (POG\_STAT) за 12 місяців 2016 року.
2. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А: монография / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. — Харьков: НУЦЗУ, 2015. — 254 с.
3. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань : ДСТУ 3675–98. – [Чинний від 1998-01-30]. – К. : Держстандарт України, 1998. – 34 с.
4. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги : ДСТУ 3734–98. – [Чинний від 2000-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2000. – 12 с.
5. Пат. 118440 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Установка дистанційного гасіння пожеж гелеутворюючими складами / Голендер В.А., Росоха С.В., Сенчихин Ю.Н., Сировой В.В., Остапов К.М. – заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № 201701600. Заявл. 20.02.2017; Надр. 10.08.2017; Бюл. 15. – 5 с.
6. Сенчихин Ю.Н. Тактика подачи потока струй огнетушащих составляющих установками типа АУТГОС / Ю.Н. Сенчихин, В.В. Сыровой, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУЦЗУ, 2017. – Вып. 41. – С. 168–176.
7. Ostapov K.M. Development of the installation for the binary feed of gelling formulations to extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu.N. Senchihin, V.V. Syrovoy //

Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences – Budapest: Rózsadomb, 2017. – Issue 132 – P. 75–77

8. Пат. 114070 Україна, МПК А 62 С 31/00, А 62 С 31/02. Ствол-розпилювач з насадком для створення плоско-радіального струменю рідинної вогнегасної речовини / І. А. Лемешев, В.А. Голендер, С.В. Росоха, Ю.Н. Сенчихин, К.М. Остапов, заявник і патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – №201603989. Заявл. 09.09.2016; Надр. 27.02.2017; Бюл. 4. – 4 с.

## УДК 614.8

*Роянов О.М., кандидат технічних наук,  
Кравченко Є.С., курсант, Національний університет цивільного захисту України*

### **БАГАТОПАРАМЕТРИЧНІСТЬ ПРОЦЕСУ ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ЗБЕРІГАННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ПЕРЕД ПРОВЕДЕННЯМ НА НИХ РЕМОНТНИХ РОБІТ**

Підтримання високої пожежобезпеки резервуарів зберігання світлих нафтопродуктів під час експлуатації потребує неухильного дотримання правил їх технічної експлуатації, контролю, проведення ремонтних та відновлювальних робіт.

Необхідною умовою виконання цих робіт є своєчасний ремонт резервуарів з попередньою зачисткою від залишків нафтопродуктів та їх відкладень. В резервуарах необхідно проводити періодичні зачистки, а особливо в випадках необхідності зміни сорту палива. Особливу увагу необхідно наділяти у разі необхідності проведення ремонтних робіт, під час звільнення від пірофорних відкладень, високов'язких осадів з наявністю мінеральних забруднень [1].

З часом експлуатації більша кількість об'єктів резервуарних парків потребує реконструкції і модернізації, стає необхідним оснащення їх сучасним ефективним обладнанням та системами автоматизації.

Процес забезпечення пожежовибухобезпеки резервуарів під час їх виведення з експлуатації на ремонт супроводжується проблемою – визначення ряду чинників, які впливають на процес зниження концентрацій парів легкозаймистих (ЛЗР) та горючих рідин (ГР).

Питанню досліджень забезпечення пожежовибухобезпеки ремонтних робіт на об'єктах резервуарних парків зберігання нафтопродуктів на цей час приділяється багато уваги [2 – 7].

Процес вентиляції технологічного апарату можна описати диференціальним рівнянням матеріального балансу

$$Vd\varphi + q\varphi d\tau - q\varphi_B d\tau = Md\tau, \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм апарату;  $q$  – витрати припливного повітря;  $\varphi$  та  $\varphi_B$  – концентрації парів рідини в газовому просторі апарату та в припливному повітрі;  $M$  – інтенсивність випаровування;  $\tau$  – час.

Існуючі на цей час методики та інженерно-технічних рішення [1-2] не досить повно відображають стан процесу примусової вентиляції та носять лише прогнозний характер або настановчий характер. У випадку [1] – процес примусової вентиляції носить часово-тривалий характер, а у випадку [2] – процес примусової вентиляції потребує попередніх розрахунків та є прогнозованим, тобто приблизним.

Процес примусової вентиляції умовно поділено на три етапи [3]:

- 1) інтенсивна зміна концентрації залишків парів рідких нафтопродуктів у просторі резервуара
- 2) постійне значення концентрації залишків рідких нафтопродуктів до повного випаровування рідини
- 3) процес дегазації зі зміною концентрації залишків рідких нафтопродуктів до повного видалення парів з ємності.

Аналіз математичного опису етапів процесу примусової вентиляції показує, що він залежить від багатого числа чинників, тобто є багатопараметричним процесом:

- характеристики рідини,
- температури припливного повітря та повітряного простору в ємності резервуару;
- об'єму резервуару та його форми.

Саме об'єм та форми резервуару закладено лише в один вираз, який теж характеризує тривалість часу примусової вентиляції – А коефіцієнт турбулентного обміну:

$$A = 0,25q \left(2Vf_g^2\right)^{-0,33} (V / F)^{1,33}, \quad (2)$$

де  $q$  – витрати припливного повітря,  $V$  – об'ємапарату,  $f_g$  – площа припливного отвору,  $F$  – площа обмежувальних конструкцій в резервуарі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Временная инструкция по дегазации резервуаров от паров нефтепродуктов методом принудительной вентиляции [Текст]. – Утв. Госкомнефтепродуктом РСФСР 08.09.1981 г. – Изд. офиц. – М.: Стройиздат, 1982. – 32 с.
2. Пузік С.О. Методика розрахунку процесу примусової вентиляції резервуарів від залишків рідких нафтопродуктів [Текст]/ С.О. Пузік, Б.О. Островський, Д.А. Комар // Вісник Національного авіаційного університету. Вип. 2 (55). – Київ:НАУ, 2013. – С. 109–113.
3. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. – М.: Недра, 1984. – 151 с.
4. Тесленко А.А. Влияние значений средних температур воздуха на оценку пожаровзрывоопасности резервуаров технического этилового спирта [Текст]/А.Н. Роянов, А.А.Тесленко // Проблемы пожарной безопасности. Вып.38. – Харків: НУЦЗУ, 2015. – С.177-180.
5. Тесленко А.А. Надежность огнепреградителя и средний молекулярный вес воздуха [Текст]/ А.А. Тесленко, А.Ю. Бугаев, А.Н. Роянов, В.В. Олейник // Проблемы пожарной безопасности. Вып. 34. – Харків: НУЦЗУ, 2013. – С.156-160.
6. Липовий В. О. Дослідження можливих об'ємів утворення продуктів очищення резервуарів для зберігання нафти і нафтопродуктів з вмістом шкідливих речовин [Текст] / В. О. Липовий, М. М. Удянський // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Вип. 4. – Харків: ХУПС, 2014. – С. 121-123.
7. Дудак С.О. Дослідження залежності інтенсивності випаровування ЛЗР та ГР з відкритої поверхні від швидкості руху повітряних мас та температури навколишнього середовища [Текст] / С.О. Дудак, О.М. Роянов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Вип. 4(417). – Харків: ХУПС, 2014. – С. 86 – 88.
8. Роянов О.М. Оцінка впливу параметрів примусової вентиляції на пожежовибухонебезпеку резервуарів під час їх виведення на ремонтні та регламентні

## УДК 614.84

*Сыровой В.В., к. т. н., доцент, НУТЗУ*

### **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТАКТИКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ**

Известно, что вода, как наиболее часто применяемая огнетушащее вещество (ОВ), доступна, недорога и универсальна. Вместе с тем, пожаротушение водой сопровождается непроизводительными потерями ОВ, связанными с ее стеканием по вертикальным и наклонным поверхностям объектов пожаротушения и защиты, что приводит к чрезмерному проливу воды на нижерасположенные не горящие материальные ценности, особенно при пожарах в многоэтажных зданиях и сооружениях. Как показывает анализ последних достижений и публикации по данному вопросу, снизить потери ОВ, материальные затраты и потери в связи с проливами воды на пожарах можно используя при пожаротушении гелеобразующие составляющие (ГОС) [1].

Заметим, что до настоящего времени работы, посвященные этой проблеме в которых применение ГОС осуществлялось с помощью установок АУТГОС и АУТГОС-П, не пошли дальше тушения модельных очагов пожаров 1А [2]. Одна из причин этого в том, что идея способа реализации тушения с использованием ГОС в некоторых аспектах тактически недоработана.

Действительно. Во-первых, способ применения компонент ГОС описанный в [3] предусматривает смешивании двух растворов компонент на поверхности объекта пожаротушения, которое осуществляется не дистанционно, а в непосредственной близости к горящему объекту, определяя тем самым его реализацию небезопасными и/или таким приемами, что не соответствует требованиям ДСТУ [4,5,6]. Во-вторых, едва ли можно считать подачу компонент ГОС с использованием установок АУТГОС и АУТГОС-П эффективной без должной проработки вопросов вывода капель двух струй на прицельные траектории, так как капли одной составляющей компоненты по причине разнящихся скоростей могут либо перелетать очаг, а капли другой – не долетать до очага пожара. Вследствие этого гель не будет образовываться в требуемом количестве, т.к. часть компонент ГОС будет бесполезно израсходована.

И еще. В случаях применения одинаковых рядом расположенных стволов-распылителей в установках типа АУТГОС без надлежащего тактико-технического обеспечения не исключена возможность преждевременного образования капель геля на начальном этапе пути движения бинарного потока ГОС к очагу пожара. Тут за счет благоприятных условий для образования частичек геля на начальном этапе их движения, вследствие преждевременного смешивания, они могут оседать, и выпадать «в осадок» на подступах к объекту пожаротушения, в результате чего эффективность использования ГОС снижается.

С целью повышения эффективности использования ГОС для дистанционного пожаротушения (до 10 метров), и учитывая недостатки ранее применяемых способов тушения гелеобразующими составами, разработана и изготовлена новая установка АУТГОС-М, которая предназначена не только для тушения пожаров, но и для защиты

соседствующих с очагом пожара объектов [7,8]. В частности – теми же самыми водными растворами ГОС (рис.1).

Как показали эксперименты, данная установка может быть использована и в исследовательских целях при создании инструкций пользователям автономных установок дистанционного пожаротушения (тактико-технического обеспечения).



*Рис. 1. Общий вид установки АУТГОС-М*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А: монография / Ю.А. Абрамов, А.А. Киреев. — Харьков: НУЦЗУ, 2015. — 254 с.

2. Киреев А.А. Определение показателя огнетушащей способности гелеобразующих огнетушащих составов при тушении модельного очага пожара 1А / А.А. Киреев, К.В. Жерноклёв, А.В. Савченко // Проблемы пожарной безопасности. – 2010 – Вып. 28. – С. 74 – 80. – Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Problems OfFireSafety/vol28/29.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Problems%20OfFireSafety/vol28/29.pdf).

3. Пат. 60882А Україна, МПК7 А62С 1/00. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреев О.О., Бабенко О.В., заявник і патентовласник Академія пожежної безпеки України. – №2003032600. Заявл. 25.03.2003; Надр. 15.10.2003; Бюл. №10. – 2 с.

4. Остапов К.М. Исследование тактико - технических аспектов применения автономной установки тушения гелеобразующими составами / К.М. Остапов, Ю. Н. Сенчихин // Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно-небезпечних об'єктах: всеукр. наук. - прак. конф., 28-29 жовтня, 2015 р. : тези доп. – Х., 2015. – С. 169-171.

5. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань : ДСТУ 3675–98. – [Чинний від 1998-01-30]. – К. : Держстандарт України, 1998. – 34 с.

6. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги : ДСТУ 3734–98. – [Чинний від 2000-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2000. – 12 с.

7. Сенчихин Ю.Н. Тактика подачи потока струй огнетушащих составляющих установками типа АУТГОС / Ю.Н. Сенчихин, В.В. Сыровой, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: НУГЗУ, 2017. – Вып. 41. – С. 168–176.

8. Ostapov K.M. Development of the installation for the binary feed of gelling formulations to extinguishing facilities / K.M. Ostapov, Yu.N. Senchihin, V.V. Syrovoy // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences – Budapest: Rózsadomb, 2017. – Issue 132 – P. 75–77.



## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

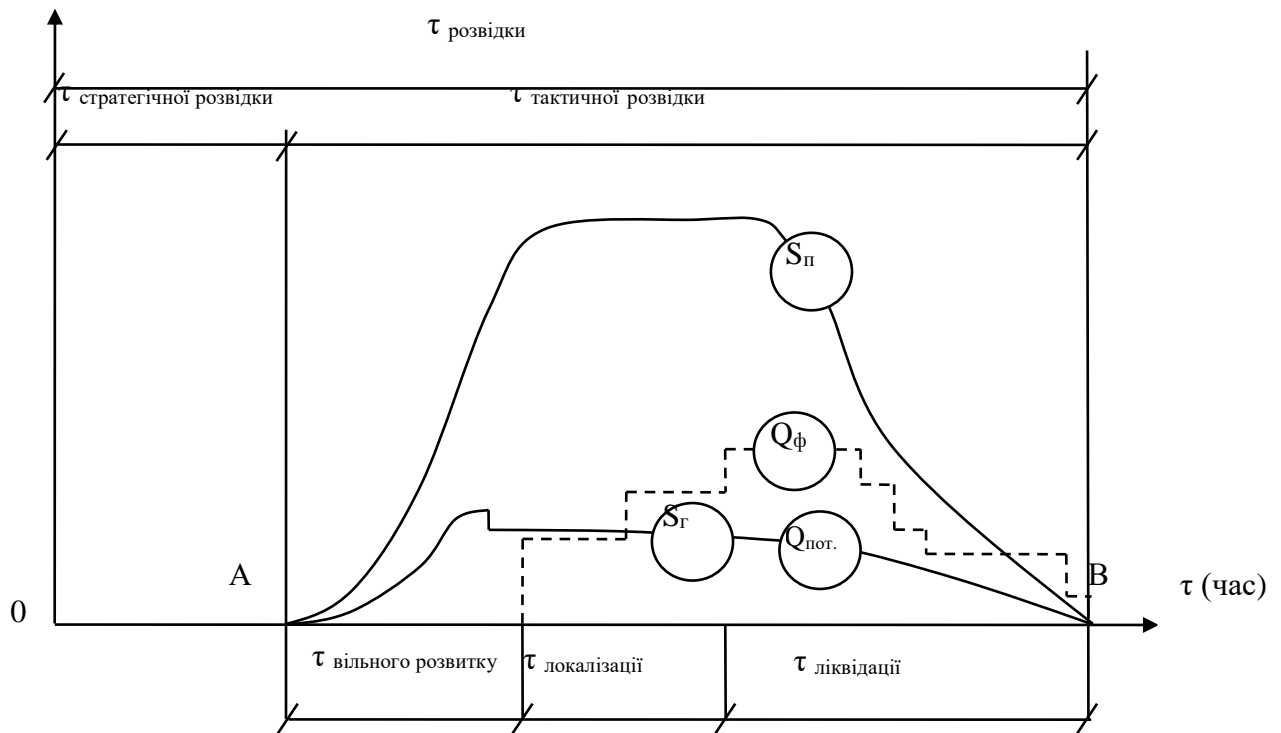
Досвід гасіння пожеж свідчить, що успішне виконання підрозділами основного оперативного завдання можливо тільки у тому випадку коли вони використовують достовірні, достатньо точні та своєчасно отримані відомості про обстановку на пожежі [1].

Умови гасіння сучасних пожеж, які характеризуються швидким та різким змінням обстановки ще більше підвищило роль і значення розвідки пожежі. Тому КГП необхідно у найкоротший час встановити обставини пожежі та відповідно їх оцінити, прийняти рішення на оперативні дії і добитися їх виконання. Вірно організована розвідка пожежі дозволяє своєчасно надати допомогу людям, ввести сили та засоби на гасіння у потрібному напрямку і мінімальною їх кількістю забезпечити успішне гасіння пожежі [2].

Розвідка можливої пожежі, а потім і реальної, повинна починатися ще на стадії проектування та будівництва міста, мікрорайону або конкретного об'єкта. У зв'язку з чим її можна розділити на два види:

- стратегічна розвідка, яка проводиться ще на стадії проектування, будівництва та експлуатації об'єктів і завершується сповіщенням про реальну пожежу;
- тактична розвідка, яка починається з моменту сповіщення про пожежу і ведеться безперервно до повної її ліквідації (рис. 1) [3,4].

Стратегічна розвідка організується і проводиться з метою підготовки гарнізону пожежно-рятувальної служби до ліквідації можливих пожеж різних по характеру і масштабам. На етапі проектування та будівництва її проводить головним чином інспекторський склад, який вирішує питання з приводу підвищення протипожежного стану об'єкта (вогнестійкість, протипожежні розриви, зменшення пожежної небезпеки технологічного процесу, забезпечення засобів сповіщення про пожежу, автоматичних систем пожежогасіння, необхідної кількості вододжерел і інших запасів вогнегасних речовин, тощо. Іноді на цій стадії вирішують питання стосовно створення достатньої кількості пожежно-рятувальних підрозділів, оснащення їх необхідною пожежно-рятувальною технікою та засобами пожежогасіння, а також заходів гарантуючих швидке прибуття необхідної кількості сил та засобів, здатних ліквідувати пожежу у розмірах, які він прийняв на момент прибуття підрозділу [5,6].



**Рис. 1. Графік розвитку та гасіння пожежі**

- де:  $S_{\text{п}}$  – площа пожежі,  $\text{м}^2$ ;  
 $\tau$  – час розвитку та гасіння пожежі, хв.;  
 $\tau_{\text{розв.}}$  - загальний час ведення розвідки можливої пожежі з моменту будівництва;  
 $\tau_{\text{страт.}}$  - час ведення стратегічної розвідки пожежі, роки, місяці, дні;  
 $\tau_{\text{такт.}}$  - час ведення тактичної розвідки пожежі, доба, години, хв.

Працівники оперативно-рятувальної служби вже на стадії будівництва об'єктів повинні бути готовими до гасіння пожежі у цей період. Для цього вони вивчають оперативно-тактичну характеристику об'єкта, при необхідності розробляють та виготовляють план або картку пожежогасіння, які відпрацьовуються на тактичних навчаннях чи рішенні тактичних задач з виїздом необхідної кількості підрозділів. Ці заходи начальницьким складом управлінь і підрозділів виконуються регулярно згідно планів службової підготовки.

Тактична розвідка проводиться на протязі виконання усіх видів оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів з моменту отримання сповіщення про пожежу (в процесі виїзду та прямуванню на пожежу, при проведенні рятувальних та евакуаційних робіт, оперативному розгортанні і звичайно при гасінні пожежі у період локалізації та ліквідації пожежі) [7,8].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Наказ МНС України від 13.03.2012 р. № 575.
2. Наказ МНС України від 16.12.2011 року №1341 «Про затвердження Методики розрахунку сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж у будівлях і на територіях різного призначення».

3. Основи тактики гасіння пожеж: навч. посіб. / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, А.А. Лісняк, І.Г. Дерев'янку. Х.: НУЦЗУ, 2015. – 216 с. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/senchihin/osnovy-taktik.pdf>.
4. Довідник керівника гасіння пожежі. – Київ: ТОВ «Літера-Друк», 2016. – 320 с.
5. Пожежна тактика” П.П. Ключ, В.Г. Палюх, А.С. Пустовой, Ю.М. Сенчихін, В.В. Сировий. Харків. 1998 – 458 С.
6. Сенчихін Ю.М. Нормативні показники та порядок визначення загальної чисельності особового складу, оперативних відділень для гасіння пожежі / Ю.М. Сенчихін, В.В. Сировий, Росоха С.В. // Проблемы пожарной безопасности. – 2015. – Вып. 37. – С. 196-200. – Режим доступу: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_35.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_35.pdf)
7. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. М., 1987. 288 с.
8. Аналітичні розрахунки для обґрунтування оперативних дій пожежно-рятувальних підрозділів. Навчальний посібник / В.В. Сировий, Ю.М. Сенчихін, Л.В. Ушаков, О.В. Бабенко. – Харків: НУЦЗУ, 2010. – 262 с.

## УДК 614.84

*Тригуб В.В., к.т.н., доцент, доцент кафедри НУЦЗУ*

### **ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКАХ**

Згідно [1] основним оперативним завданням підрозділів ДСНС України при ліквідації надзвичайних ситуацій є рятування людей у разі виникнення загрози їх життю.

В [2] приведена методика визначення потрібних сил з урахуванням окремих видів аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будинках.

Склад сил та засобів повинен забезпечувати проведення заходів з пошуку постраждалих, їх порятунку, надання медичної та інших видів допомоги, гасіння пожеж, тощо.

Загальна чисельність особового складу підрозділу, яке бере участь в рятувальних роботах, дорівнює

$$N_{o.c.p.p} = N_{p.m.g} + N_{r.p.p} + N_{r.p.m.d} + N_{p.o.j}, \quad (1)$$

де  $N_{p.m.g}$  – чисельність особового складу, необхідного для комплектування рятувальних механізованих груп;  $N_{r.p.p}$  – чисельність особового складу, необхідного для комплектування груп ручного розбирання;  $N_{r.p.m.d}$  – чисельність особового складу, необхідного для комплектування груп надання першої медичної допомоги;  $N_{p.o.j}$  – чисельність особового складу, необхідного для локалізації та гасіння пожеж.

Кількість особового складу для комплектування рятувальних механізованих груп визначаємо за такою залежністю:

$$N_{p.m.g} = 0,15 \cdot \frac{W_3 \cdot T_3}{\tau} \cdot k_{c3} \cdot k_{чд} \cdot k_{пу}, \quad (2)$$

де  $W_3$  – об’єм завалу зруйнованих будівель і споруд,  $m^3$ ;  $T_3$  – трудомісткість по розбиранню завалу, чол.год/ $m^3$ , приймається  $1,8$  чол.год/ $m^3$ ;  $\tau$  – загальний час виконання рятувальних робіт, год.;  $k_{сз}$  – коефіцієнт, який враховує структуру завалу;  $k_{чд}$  – коефіцієнт, який враховує зниження продуктивності в темний час доби, приймається  $1,5$ ;  $k_{пу}$  – коефіцієнт, який враховує погодні умови;  $0,15$  – коефіцієнт, який враховує частку завалу, який розбирається до його загального об’єму.

Якщо відома кількість людей, які перебувають в завалі, то об’єм завалу для вилучення постраждалих можна визначити по формулі

$$W_3 = 1,25 \cdot N_{зав} \cdot h_{зав}, \quad (3)$$

де  $N_{зав}$  – кількість людей, які знаходяться в завалі, чол;  $h_{зав}$  – висота завалу, м.

Залежність (3) передбачає, що для вилучення одного постраждалого потрібно влаштувати в завалі шахту (колодязь) на всю висоту завалу та розміром в плані  $1 \times 1$  м. Коефіцієнт  $1,25$  враховує збільшення об’єму ділянки за рахунок неможливості обладнання шахти зазначених розмірів (осипання завалу, витягання великих уламків, нахилу шахти і т.п.).

Тоді кількість рятувальних механізованих груп можна визначити

$$n_{рмг} = 1,25 \cdot \frac{N_{зав} \cdot h_{зав}}{P_{рмг} \cdot \tau}, \quad (4)$$

де  $P_{рмг}$  – продуктивність однієї механізованої групи на розбиранні завалу, приймається  $15 m^3/год$ .

Кількість особового складу для комплектування груп ручного розбирання при одночасній роботі з рятувальними механізованими групами визначаємо за такою залежністю

$$N_{грп} = 7 \cdot n \cdot k \cdot n_{рмг}, \quad (5)$$

де  $n$  – кількість змін на добу при виконанні рятувальних робіт;  $k$  – коефіцієнт, що враховує співвідношення між механізованими групами і групами ручного розбирання в залежності від структури завалу;  $7$  – коефіцієнт, що враховує кількість людей в одній групі.

Якщо весь завал розбирається тільки вручну, тоді необхідну кількість особового складу для комплектування груп ручного розбирання можна визначити

$$N_{грп} = 7 \cdot \frac{W_3 \cdot n}{P_{грп} \cdot \tau}, \quad (6)$$

де  $P_{грп}$  – продуктивність однієї групи ручного розбирання, приймається  $1,2 m^3/год$ .

Кількість особового складу необхідного для комплектування груп надання першої медичної допомоги визначаємо за такою залежністю

$$N_{гпмд} = 1,46 \cdot N_{св}, \quad (7)$$

де  $N_{гв}$  – чисельність санітарних втрат.

Кількість особового складу, необхідного для локалізації та гасіння пожеж

$$N_{\text{пож}} = 1,25 \cdot n_{\text{рмг}} \cdot \quad (8)$$

Таким чином в роботі наведена уточнена методика визначення сил для проведення рятувальних робіт, яка враховує види аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будинках.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту / затверджений наказом МНС України від 13.03.2012 р. № 575. – К., 2012. – 152 с.

2. Тригуб В.В. Визначення кількості рятувальників для проведення аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будинках / Тригуб В.В., Попов В.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2017. – Вип.25. – С. 133-137. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/698>.

**УДК 622.647.2:622.86**

*Бунько Т.В., д-р техн. наук, ст. научн. сотр. ИГТМ НАН Украины  
Шишов М.В., руководитель Департамента по техническому развитию Дирекции по добыче угля «ДТЭК ЭНЕРГО»*

#### **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Основным средством транспортирования горной массы, и в то же время основным объектом повышенной пожароопасности, на шахтах Донецкой топливно-энергетической компании (ДТЭК) являются ленточные конвейеры. В частности, на шахтах ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь» находится в эксплуатации 136 горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами, общая протяженность которых составляет 158,032 км, из которых 129,022 км имеют высшую 29,01 км – среднюю степень огнестойкости крепи.

Конвейерные выработки опасны по возможности загазирования выработок при возникновении экзогенных пожаров, связанных с неисправностью электрической части и трением конвейерной ленты о металлические конструкции конвейера. В связи с этим в них принимаются меры системы противоаварийной защиты (СПАЗ). Все конвейерные выработки оборудованы первичными средствами пожаротушения (огнетушителей порошковых – 2216, пенных – 1562, пожарных рукавов – 2592, пожарных кранов - 2998). Численность членов ВГК в конвейерных выработках составляет 386 человек, в них оборудовано 29 пунктов ВГК. На приводных станциях ленточных конвейеров установлено 235 автоматических пожаротушающих установок УВПК.

Вместе с тем в ходе проверки командным составом ВГСО на шахтах ЧАО «Павлоградуголь» в выработках, оборудованных ленточными конвейерами, выявлен ряд нарушений, данные о которых сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Нарушения Правил безопасности в ЧАО «Павлоградуголь»

	Наименование показателей
--	--------------------------

	по проти- вопожар- ной защите	по эксплу- атации конвейеров	по пылевому режиму	количество случаев запрещения работ
им. Героев Космоса	68	29	5	
Благодатная	16	17		
Павлоградская	11	17	3	
Терновская	8	5	2	
Западно-Донбасская	32	7	6	
Самарская	37	5	3	
Днепроvская	12	8	4	
им. Н.И. Сташкова	39	21	2	1
Степная	18	7	1	1
Юбилейная	35	14	1	

Как видно из таблицы, почти 29% нарушений приходится на эксплуатацию ленточных конвейеров. В ходе профилактических обследований горных выработок в 2017 году произведено 7 приостановок ведения работ на шахтах «Днепровская»Б «Степная», «Юбилейная» и им. Н.И. Сташкова, из них 4 – по причине трения ленты о металлоконструкции конвейера, что способно привести к возникновению техногенной аварии – экзогенного пожара.

С целью повышения безопасности эксплуатации ленточных конвейеров на шахтах ДТЭК, недопущения возникновения аварийных ситуаций в конвейерных выработках и обеспечения более эффективного функционирования СПАЗ целесообразно проведение следующих работ:

а) возникновение пожара на ленточных конвейерах предваряет стадия на-грева, вследствие трения, конвейерной ленты с ее последующим воспламенением. Причем концентрация СО в выработке, достаточная для срабатывания датчика-де-тектора, сигнализирующего об аварии, может быть достигнута, скорее всего, уже после факта загорания, т.е. предупреждение аварии средствами АГК достигнуто быть не может, и необходимо присутствие человеческого фактора. В качестве его могут выступать работники шахты, члены ВГК, горные мастера участка ВТБ, осуществляющие маршрутный контроль аэрогазодинамических параметров. Таким образом, первоочередной задачей является обнаружение всеми доступными способами первичных признаков нарушения требований Правил безопасности в угольных шахтах [1] и недопущение их развития до опасных пределов;

б) необходимо постоянно осуществлять контроль взаимодействия подсистем «вентиляция» и «внутришахтный транспорт» с целью недопущения ситуации, когда концентрация метана, выделяющегося из транспортируемого по конвейеру угля, может превысить минимально допустимую для его возгорания. В противном случае нагрев и возгорание конвейерной ленты могут усугубиться вспышкой, взрывом или горением метана, что явится более сложной и труднее ликвидируемой техногенной аварией;

в) на шахте им. Героев Космоса на 1-ых восточном и западном магистральных конвейерных штреках пл. С<sub>9</sub> имеет место необословленное проветривание. Это – тоже возможная причина возникновения аварии, поскольку к этим потребителям воздух поступает уже с определенной концентрацией метана, и необходимо принятие дополнительных мер по ее снижению или, если позволят имеющиеся технологические возможности – изменение существующей схемы проветривания;

г) количество приводов конечных и натяжных станций ленточных конвейеров, эксплуатация которых возможна без обслуживающего персонала, не некоторых шахтах ДТЭК значительна (на шахте им. Героев Космоса – 10, «Западно-Донбасская» -

17, им. Н.И. Сташкова - 12). Они, как и прочие, подвержены влиянию провоцирующих аварии факторов, не менее контролируемы, поэтому на них следует обращать большее внимание при организации маршрутного контроля.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. НПАОП 10.0-1.01-10 Правила безпеки у вугільних шахтах: затв. Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62.- Київ: 2010-2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України)

**УДК 330.4**

*Чубань В. С., к. е. н., доцент,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

### **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

Сьогодні, актуальність та перспективність методів економіко-математичних моделювання в дослідженні та прогнозуванні економічних процесів не викликає сумнівів. Їх використання є важливим напрямком удосконалення не лише економічного аналізу, а й аналізу у сфері цивільного захисту. В сучасній економічній практиці економіко-математичні методи досягли суттєвого поширення, викликаного високим рівнем розвитку виробництва, зростанням темпів науково-технічного прогресу та розвитку інформаційних технологій.

На жаль, однобічне застосування економічних категорій не дає повної уяви про характер економічних процесів, а визначає якісні сторони його розвитку. Пряме ж застосування методів класичного аналізу та математики не завжди є зручним, оскільки, далеко не в кожному випадку можна встановити чіткі функціональні залежності між показниками, що описують той чи інший процес. Комплексним поєднанням даних методів і є прийоми економіко-математичного моделювання. Коректну математичну модель можна побудувати лише при усвідомленні існуючих обмежень, зв'язків і мети, за наявності достовірної інформації та забезпеченні акуратності в процесі моделювання. Модель дає об'єктивний науково-обґрунтований допоміжний матеріал для вироблення потрібного рішення. Успіх функціонування всієї системи залежить від вдалого використання цього допоміжного матеріалу при виробленні рішення і від якості його виконання.

Мета викладання дисципліни «Економіко-математичні методи у сфері цивільного захисту»: формування системи знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів економіко-математичних моделей у сфері цивільного захисту.

Завдання курсу дисципліни «Економіко-математичні методи у сфері цивільного захисту»: вивчення основних принципів та інструментарію постановки задач, побудови економіко-математичних моделей, методів їх розв'язування та аналізу з метою використання в практичній діяльності.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

- знати: основні теоретичні та методологічні принципи економіко-математичного дослідження якісних та кількісних закономірностей суспільно-економічних явищ та процесів та застосовувати ці знання на практиці;
- вміти користуватися основними методами моделювання, будувати економіко-математичні моделі, розраховувати на їх основі узагальнюючі показники;
- застосовувати отримані результати досліджень для обґрунтування управлінських рішень у сфері цивільного захисту та прогнозування перспектив розвитку.

Отже, застосування методів економіко-математичного моделювання є одним із найперспективніших напрямків досліджень у сфері цивільного захисту, що дозволяють не тільки оцінити процес з якісної сторони, а надати обґрунтовану кількісну оцінку.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Вовк В.М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах: Монографія – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 622с.

**УДК 515.2**



*Попов В. М., д. т. н., доц., Чуб І. А., д. т. н., проф.,  
Національний університет цивільного захисту України,  
Гудак Р. В., начальник Управління,  
Управління ДСНС України в Закарпатській області*

## **КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ПІДСИСТЕМ ЄДИНОЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

Ефективність ліквідації надзвичайної ситуації та її наслідків залежить від якості виконання завдань територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДС ЦЗ).

Територіальна підсистема (ТП) ЄДС ЦЗ – складова частина ЄДС ЦЗ, що утворюється регіональними органами виконавчої влади з метою здійснення заходів щодо захисту населення і територій від НС у мирний час та в особливий період у відповідному регіоні.

Основа територіальної підсистеми складають: їх постійні та координаційні органи управління, постійно діючі територіальні ланки підсистеми регіонального, місцевого, об'єктового рівнів, системи повсякденного управління, сили і засоби.

Головне завдання територіальної підсистеми ЄДС ЦЗ є забезпечення стійкого функціонування територіальних соціально-економічної (ТСЕС) та виробничої систем (ТВС).

Особливе значення при управлінні територіальної підсистемою ЄДС ЦЗ є аналіз особливостей і постановка задачі прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності.

На відміну від випадків прийняття рішень в умовах детермінізму, тобто коли всі функціональні залежності й параметри системи однозначно визначені, територіальна підсистема ЄДС ЦЗ під час виникнення надзвичайної ситуації, при ліквідації її наслідків існує в умовах нестаціонарного, високодинамічного оточення, з динамікою розвитку що погано прогнозується [1, 2, 3].

Під ефективністю ТС (абсолютною) будемо розуміти ступінь відповідності її параметрів вимогам внутрішнього і зовнішнього середовища ТСЕС.

Під ефективністю ТС (відносною) щодо території будемо розуміти величину

$$\Delta E = E_E - E_0 = \Phi(\mathcal{Z}_{PCTB}),$$

де  $E_E$ ,  $E_0$  – оптимальний і початковий (або поточний) рівні розвитку регіону відповідно.

Проведений аналіз предметної області дозволив виділити та провести дослідження часткових критеріїв ефективності функціонування ТС. що, в свою чергу визначаються ієрархічною структурою:

- економічна ефективність  $E_p(s, t)$ , яка розглянута з позицій ефективності використання бюджетних коштів та коштів підприємств відповідно з дворівневою структурою ТСТБ «регіон-підприємство»;

- бюджетна ефективність  $E_b(s, t)$  (з точки зору інтересів наповнюваності бюджету регіону);

- соціальна ефективність  $E_c(s, t)$  (з позицій впливу на умови життєдіяльності);

- екологічна ефективність  $E_e(s, t)$  (з точки зору впливу об'єктів захисту на навколишнє середовище);

- інвестиційна привабливість регіону  $E_{in}(s, t)$  (з метою забезпечення конкурентоспроможності регіону та відповідності міжнародним стандартам якості життя населення).

При цьому параметр  $t$  визначає час виконання робіт з удосконалення ТСТБ.

Виділені часткові критерії в свою чергу визначаються ієрархічною структурою.

Так, критерій  $E_p(s, t)$  економічної ефективності містить дві множини часткових критеріїв, які використовуються залежно від режиму функціонування ТС виду

$$E_p = \{ E_p^{\text{НОРМ}}, E_p^{\text{НС}} \},$$

де  $E_p^{\text{НОРМ}} \in \{ E_{p1}^{\text{НОРМ}}, \dots, E_{p5}^{\text{НОРМ}} \}$  – множина критеріїв економічної ефективності в повсякденному режимі функціонування ТС (за відсутності НС), причому

$E_{p1}^{\text{НОРМ}}$  – частковий критерій питомої витратності, що характеризує витрати на надання одиниці послуги щодо захисту населення і території від можливих НС та запобігання їх появи;

$E_{p2}^{\text{НОРМ}}$  – витрати на забезпечення пожежної та техногенної безпеки та профілактики надзвичайних ситуацій;

$E_{p3}^{\text{НОРМ}}$  – витрати на забезпечення державного нагляду за виконанням вимог законодавства у сфері техногенної (у тому числі пожежної) безпеки на територіальному та об'єктовому рівнях;

$E_{p4}^{\text{НОРМ}}$  – критерій необхідного обсягу ресурсів для забезпечення нормативного рівня захищеності населення і територій. Даний критерій допускає інше формулювання у випадку, якщо розглядаються питомі витрати ресурсів у загальній структурі витрат на виробництво послуги;

$E_{p5}^{\text{НОРМ}}$  – витрати на 1 грн. наданих послуг;

$E_p^{\text{НС}}$  – множина часткових критеріїв економічної ефективності функціонування ТСТБ в режимі НС, серед яких витрати на ліквідацію НС, витрати на забезпечення діяльності аварійно-рятувальних служб з порятунку населення та його захист від впливу небезпечних факторів НС.

Таким чином, сформований векторний критерій ефективності має вигляд

$$E_{\text{РСТБ}}(s,t) = \{ (E_p(s,t), E_b(s,t), E_z(s,t), E_c(s,t), E_{\text{ін}}(s,t)) \}.$$

### ЛІТЕРАТУРА

1. Попов В.М. Показатели эффективности региональной системы техногенной безопасности / В.М. Попов, І.А. Чуб, М.В. Новожилова // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2(20). – С. 32-41.
2. Попов В.М. Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона / В.М. Попов, І.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2013. – Вип. 2(26). – С. 120-123.
3. Chub I. A. Optimization problem of allocating limited project resources with separable constraint / I.A. Chub, M.V. Novozhylov, M.N. Murin // Cybernetics and Systems Analysis. – 2013. – Vol. 49. – Issue 4. – P. 632–642.

*Мотрічук Р. Б.,  
Управління ДСНС України у Черкаській області,  
Кириченко О. В., д.т.н., с.н.с.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ МІСЦЕВИХ ПОЖЕЖНИХ КОМАНД ТА ДОБРОВІЛЬНИХ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ФОРМУВАНЬ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Сили цивільного захисту ДСНС не завжди забезпечують своєчасне реагування на надзвичайні ситуації, пожежі та інші небезпечні події через віддаленість їх від місць виникнення таких подій, а також мають обмежені можливості щодо створення ефективного та дієвого угруповання сил для подолання негативних наслідків масштабних надзвичайних ситуацій, у тому числі в особливий період.

Статтею 59 Кодексу цивільного захисту України визначено вичерпний перелік видів пожежної охорони. Відповідно до даної статті пожежна охорона поділяється на державну, відомчу, місцеву та добровільну.

Для покращення протипожежного захисту сільської місцевості облдержадміністрацією прийнято розпорядження від 28.12.2010 № 375 «Про створення місцевих пожежних команд в населених пунктах області», яким затверджено графік створення МПК на період 2011 – 2015 років.

На сьогодні в області створено та функціонує 81 підрозділ місцевої пожежної охорони з яких 70 підрозділів утримуються за рахунок сільськогосподарських підприємств, решта 10 підрозділів утримуються за рахунок місцевих бюджетів. Згідно вищезазначеного розпорядження протягом 2011 – 2015 років передбачено створення 94 місцевих пожежних команд. У 2011 році створено 8 місцевих пожежних команд та по 7 місцевих пожежних команд відкрито в 2012 та 2013 роках, у 2014 році створено лише 2, а в 2015, 2016 та 2017 роках створено лише по 1 місцевій пожежній команді.

На озброєнні місцевої пожежної охорони знаходиться 80 одиниць техніки та 234 чоловік особового складу з яких 49 знаходиться на цілодобовому чергуванні.

Враховуючи загальнодержавний курс спрямований на децентралізацію влади та надання більш широких повноважень органам місцевого самоврядування

«Комплексною програмою забезпечення техногенної та пожежної безпеки на території області, вжиття заходів щодо ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій та подій на 2016 – 2020 роки» Затвердженої рішенням обласної ради від 19.02.2016 № 3-15/VII передбачено поетапне створення підрозділів місцевої пожежної охорони у новоутворених територіальних громадах.

Аналізуючи загальну карту розміщення підрозділів пожежної охорони, як державної так і місцевої проведено розрахунок створення підрозділів пожежної охорони та визначено, що для оперативного реагування потребують створення ще 51 пожежна команда. Проведений аналіз дає повну об'єктивну картину необхідної кількості місцевих пожежних команд, для забезпечення реагування передбаченого нормативно - правовими актами та державно-будівельними нормами.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Кодекс цивільного захисту України
2. Розпорядження КМУ від 25 січня 2017 № 61-р «Про схвалення стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій»

3. «Комплексна програма забезпечення техногенної та пожежної безпеки на території області, вжиття заходів щодо ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій та подій на 2016 – 2020 роки» затверджена рішенням обласної ради від 19.02.2016 № 3-15/VII;

4. Розпорядження Черкаської облдержадміністрації від 28.12.2010 № 375 «Про створення місцевих пожежних команд в населених пунктах області».

*Чубіна Т. Д., д. і. н., професор,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ІННОВАЦІЙНІ ФОРМИ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ПРОПАГАНДИ ПРИ НАВЧАННЯ ПРАВИЛ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В МОЛОДШОМУ ШКІЛЬНОМУ ВІЦІ**

Нині можна констатувати, що пожежі залишаються одним із факторів, які негативно впливають на народне господарство, призводять до колосальних матеріальних збитків, забирають людські життя та здоров'я людей, як дорослих, так і дітей. Аналіз статистики пожеж переконливо засвідчує актуальність проблем пожежної профілактики. Основна причина виникнення пожеж – необережне поводження з вогнем, адже частіше пожежі виникають в житловому (приватному) секторі.

В молодшому шкільному віці (7-10 років) мотивом підпалів часто стають пустощі зі сірниками і цікавість. Заняття з пожежної безпеки, як правило, необхідно проводити у формі бесід, з використанням наочних дидактичних матеріалів (плакатів, картинок). В молодшому шкільному віці засвоєння нового тісно пов'язане зі значимістю навчальної діяльності, а також із зростанням пізнавальних інтересів. Важливо так сформулювати навчальну діяльність дитини, щоб вона привчала її контролювати себе (своє знання, своє уміння), оцінювати власні досягнення. Так, наприклад, якщо вдома дитині дозволяють підігрівати собі їжу, вона має вміти правильно запалювати газову плиту, знати, що не можна залишати без нагляду запалену плиту, і перевіряти чи вимкнена вона. В процесі навчання для дитини має бути важливим та цікавим пізнання всього нового. Навчання найбільш успішне тоді, коли в ньому враховуються спрямування та мотивація, характерні для дітей певної вікової чи індивідуально-типологічної групи.

Засвоєння одного й того ж матеріалу проходить по-різному, а тому вимагає різних педагогічних умов залежно від рівня розвитку дитини, її становища в родині, місця проживання. Наприклад, в сільській школі дітям можна розповісти про небезпеку користування сірниками для освітлення сараю з сіном, тоді як для міських школярів ця проблема не настільки актуальна. Одні діти змушені самі підігрівати собі їжу, доки їхні батьки на роботі, іншим дітям це роблять бабусі чи мами-домогосподарки і т.д. І те, що для одних є вже давно знайомим, для інших – цілковита новизна.

В процесі засвоєння знань дитина проявляється як особистість з притаманними їй особливостями спрямованості, свідомості і діяльності. Розвиток основних сторін особливості дитини зумовлюється зміною механізмів засвоєння, що має відобразитися в методах навчання. Загальна закономірність розвитку пізнання в учнів молодшого шкільного віку полягає в тому, що вона формується на основі діяльності суб'єкта. Важливо, що ця діяльність може будуватися за допомогою та під керівництвом дорослого.

Окрім помітних закономірностей розвитку дітей у процесі навчання важливо врахувати й конкретні педагогічні умови, специфічні для різних сторін розвитку

психіки дітей. Якщо в одних дітей вогонь викликає страх, то в інших – інтерес до нестандартної ситуації. Навчаючись, діти не повторюють шлях пройдений людством і наукою в цілому. Знання і способи дій не відкриваються дітям заново, а передаються зовні і засвоюються ними. Найбільш ефективний метод передачі нового змісту такий, при якому даний зміст навмисне виділяється для дитини. Він засвоюється в узагальнено-абстрактній формі, а потім застосовується у конкретних умовах. Наприклад, після пояснення, що сірники небезпечні, можна розповісти про пожежі, які виникли від пустощів дітей з ними. Такий метод навчання важливий у тих випадках, якщо засвоюється такий матеріал, практичне значення якого учні не помічають спершу за теорією.

Ще до школи дитина звикає до думки про необхідність знань, які будуть необхідні в майбутньому. При цьому дитина не уявляє їхнього конкретного змісту. Вона тягнеться до знань, які мають суспільне значення та вагу. В цьому і проявляється у дитини цікавість, необмежений інтерес до навколишнього. І дуже важливо щоб в цей період поруч з іншими дисциплінами вчителі не нехтували заняттям з пожежної безпеки. Адже ті ази, які тримають молодші школярі залишаються з ними на все життя, змінюючись і вдосконалюючись.

В перший період навчання учень ще не має інтересу до змісту конкретних дисциплін, у нього не має пізнавального інтересу до самого навчального матеріалу. Він формується в міру заглиблення в предмет. Його пізнавальна діяльність спирається на інтерес до знання в цілому. Інтуїтивне прийняття дитиною знань необхідно підтримати і розвивати з початку навчання в школі, але вже шляхом демонстрації несподіваних, цікавих та інтригуючих сторін предмету. Тим паче, що предмет «Пожежної безпеки» має міцні зв'язки з фізикою, хімією, побутом, відпочинком. Це дозволяє формувати у дітей справжні пізнавальні інтереси як основу навчальної діяльності. Таким чином для першого етапу шкільного життя помітно, що дитина починає цікавитися змістом предметів. За цей період з молодшими школярами доцільно розглядати теми: «Вогонь – друг і ворог людини», «Небезпека пустощів з вогнем», «Сірники – не іграшки», «Безпечний газ», «Електрика в домі», «Що робити при пожежі», «Як попередити пожежу?».

При викладанні розділу «Пожежна безпека» необхідно щоб дітям було цікаво на заняттях, для цього варто уникати «перенасичення» навчального матеріалу. Який діти не зможуть засвоїти в певній мірі. Це можна досягти постановкою на уроках проблемних задач, адаптованих до віку учнів, та які потребують спеціальних теоретичних знань для їх вирішення. Для проведення занять можна використовувати дитячу літературу: С. Маршак «Пожежа», «Дім Кота», Е. Хоринської «Сірничок-Малючок», С. Михалкова «Дядя Стьопа», Л. Толстого «Пожежні собаки».

Окрім того, необхідний показ кіно- та відеофільмів пожежної тематики для даного віку, проведення вікторин, ігор, конкурсів, КВК, ігрових ситуацій типу «Включив електроприлад чи газ, і пішов гуляти. Пожежа. Що робити?», спортивних змагань тощо.

До завершення початкової школи учні повинні знати: існування явища «пожежа», ймовірна небезпека та наслідки; джерела виникнення пожежі, пожежну небезпеку природних явищ; найбільш пожежонебезпечні оточуючі предмети і правила поводження з ними; елементарні вимоги пожежної безпеки (не розпалювати багаття, не палити сірників і т.д.).

Учні повинні вміти: грамотно діяти у випадку виникнення горіння чи задимлення; сповіщати по телефону аварійно-рятувальну службу про пожежу (надзвичайну ситуацію), своє прізвище та ім'я, адресу проживання; виконувати вимоги правил пожежної безпеки; вимикати електроприлади.

Таким чином, ефективне навчання дітей правилам пожежної безпеки з урахуванням вікових особливостей надасть можливість суттєво зменшити кількість пожеж від дитячих пустощів.

Інноваційними формами ППП можуть бути різновиди розвиваючих ігор, або за участю живих людей, або комп'ютерні програми, ігри та інтерактивні відеосюжети.

На базі існуючого обладнання підрозділи ДСНС України можуть обладнати місця проведення гри, наприклад приміщення ДНЗ або ЗОШ, за допомогою на перший погляд банальних речей – приладів оповіщення про пожежу. Під супровід звукового сигналу можна навчати учнів правилам безпечної поведінки під час настання екстремальної ситуації. При увімкненні цих приладів, можна провести відпрацювання або засвоєних вихованцями навичок використання первинних засобів пожежогасіння – ковдри, піску осередку умовної пожежі, так і більш масштабно відіграти евакуацію до підвального приміщення з доведенням легенди навчань, наприклад, нападу ворожих бомбардувальників.

Ефективне навчання - це розвиток людини, зміна його свідомості у кращу сторону, поглядів, установок, цінностей, норм.

Навчання людей основам ППБ з застосуванням інноваційних форм роботи – значно підвищує його ефективність, адже людині, яку навчають цікаво, і вона мимоволі запам'ятовує викладену до неї інформацію.

До інноваційних форм навчання також можна віднести заняття з використанням програмування психіки, вбивання інформації у свідомість людини на рівні підсвідомого, а іноді-навіть рефлексів. Таке навчання населення заходам пожежної безпеки дозволяє якісніше та ефективніше впливати на свідомість людей, на їхній спосіб життя, підвищуючи тим самим пожежну безпеку населеного пункту.

Аналізуючи рівень обізнаності дітей шкільного віку щодо правил пожежної безпеки дали можливість зробити цікавий висновок, що бесіда на протипожежну тематику, та доведення до інформації до середньостатистичного школяра правил власної безпеки одним своїм фактом буде інноваційною. Причиною цього є відсутність достатньої кількості занять, певної системи, використання різноманітних форм та методів у школах, де вони навчаються, а силами одного лише інспектора нажалі не можна охопити велику кількість людей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабанский Ю. К. Учёт возрастных и индивидуальных особенностей школьников в учебно-воспитательном процессе // Нар. образование. – 1982. – №5. – С. 106–111.
2. Бабенко В. С. та ін. Нові підходи до забезпечення пожежної безпеки // Пожежна безпека. – К., 2001. – №2. – С. 43.
3. Балл Г. О. Психолого-педагогічні засади гуманізації освіти // Освіта і управління. – 1997. – №2. – С. 21–35.
4. Бех І. Особистісно-орієнтований підхід у вихованні // Професійна освіта: педагогіка і психологія: Українсько-польський щорічник. – Ченстохова-Київ, 2000. – С. 331–350.
5. Божович Л. И. Личность и её формирование в детском возрасте. (Психологическое исследование). – М.: Просвещение, 1968. – 464 с.
6. Босак В. Шукаємо нових форм роботи // Пожежна безпека. – К., 2004. – №2. – С. 42.
7. Бударний А. А. Индивидуальный подход к обучению // Сов. пед. – 1965. – №7. – С. 21–24.

*Сологуб П. Д., Частоколенко І. П., к.ф.-м.н., доцент, Марченко А. П.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ВИБІР, АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ, ВЕДЕННЯ ТА РОЗРАХУНКУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ**

Метою даного проекту розглядалася реалізація інструменту для прогнозування результатів, ведення та розрахунку статистичних даних державної лотереї «Лото Забава» – розрахунок методами теорії ймовірності та математичної статистики випадання кожного з допустимих чисел і розрахунок загальної ймовірності вийграшності введеної комбінації чисел.

Під поняттям «ведення бази даних» розуміємо додавання нових статистичних даних в таблицю кінцевим користувачем, редагування вже наявних записів (за потреби), можливе видалення записів з таблиці.

Створення подібного додатку надало можливість швидко та математично виважено спрогнозувати результат. Розширення функціоналу програмного продукту в цьому ж напрямку збільшило його продуктивність, а додавання та створення нових алгоритмів обчислення дало перспективу розвитку продукту.

У проекті вирішені наступні завдань:

- Створили бази даних для вміщення статистичних даних.
- Створили алгоритм обчислення частоти появи кожного з чисел від 1 до 75.
- Створили алгоритм обчислення ймовірності появи кожного числа за правилами теорії ймовірності та математичної статистики.
- Написали алгоритм обчислення кожної горизонталі введених чисел та всіх можливих комбінацій горизонталей.
- Візуалізували всі процеси та вивели точні результати.
- Спроектували інтерфейс користувача.

Створення локальної бази даних з статистичними даними за допомогою СКБД Microsoft Access 2013. Дана СКБД досить поширена серед користувачів Microsoft Windows та проста в розумінні. Також необхідно врахувати можливість редагування бази безпосередньо через СКБД Microsoft Access.

Середовище керування базами даних Microsoft Access є надійним, продуктивним та відрекомендувало швидку роботу з даними, дало можливість створити таблиці з тисячами записів, не уповільнюючи продуктивність проекту середовища.

Можливість підключення баз даних, розроблених в Microsoft Access, передбачило більшість середовищ розробки програмного забезпечення. За середовище розробки взято Embarcadero RAD Studio XE4, безпосередньо Embarcadero C++ Builder XE4.

Embarcadero® C++Builder® XE4 - середовище для створення високопродуктивних native-додатків на основі єдиної бази вихідних кодів для Windows, iOS і OS X на мові C++, а також для їх ефективного завантаження в інтернет-магазини і впровадження в організації замовників. Можна розробити рішення для пристроїв різних типів на основі загальної вихідної кодової бази, не обмежуючи ні якості програм, ні доступом до API, ні можливостями підключення до корпоративної інфраструктури або продуктивністю.

У середовищі C++Builder XE4 всі програми розробилися на стандартизованій мові C++ з використанням універсальної платформи додатків FM для пристроїв різного

типу. Отримане рішення адаптуване відразу для декількох апаратних платформ з допомогою єдиної вихідної кодової бази.

Embarcadero® C++Builder® XE4 має функції підтримки проекту за базами даних (в тому числі і Microsoft Access).

C++Builder дозволило створювати повнофункціональні native-програми, що виконуються з повною швидкістю системи і безпосередньо на процесорі, а не за допомогою середовища виконання скриптів або віртуальну машину. Це зробило програму більш передбачуваною, безпечною і зручною для користувачів.

Виходячи саме з таких переваг мови програмування, було обрано мовою програмування мову C++.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. А.Я. Архангельский. Программирование в C++ Builder/ Архангельский А.Я.– М.: Бином, 2010. – 256 с.

2. Б. Виллариал. Программирование Access в примерах/ Виллариал Б. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, Москва-2003. – 120 с.

3. Х. Дейтел, П. Дейтел. Как программировать на C++/ Дейтел Х. Дейтел П. – М.: Бином-Пресс, 2008. – 98 с.

4. И.Ф. Астахова. Язык C++. Учебное пособие/ Астахова И.Ф.– М.: ООО «Новое издание», 2003. – 158 с.

#### УДК 614.842.657

*Томенко М. Г., к. пед. н., Томенко В. І., к. т. н., доц.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДУ ПОБУДОВИ ТОПОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ МІЖ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ

Нині існує велика різноманітність безпроводних мереж, що знайшли своє застосування в різних галузях промисловості. Залежно від швидкості, дальності і призначення їх можна представити як безпроводні локальні (WLAN), персональні мереж (WPAN), а також безпроводні мережі масштабу міста WMAN: WiMAX, MBWA, або 3gpp; мережі WAN, що включають безпроводний зв'язок між містами і регіонами.

Нами розглянуто завдання побудови топологічної структури для передачі оперативної інформації на значну відстань, з використанням технологій WPAN стандартів, між двома віддаленими державними пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України. При побудові топології розглянуто території між якими знаходяться зони з різними типами місцевості (ліси, сільськогосподарські угіддя тощо).

Для розв'язання завдання запропоновано метод, що полягає в розміщенні підрозділів не вздовж прямої лінії, а по ломаній лінії на територіях, що мають найменший коефіцієнт зменшення довжини інформаційного каналу[1].

Схема алгоритму реалізації методу наступна:

*Крок 1.* Місцевість між точками *A* та *B* поділити на територіальні ділянки за характером місцевості (рис. 1, а).

*Крок 2.* Будуються можливі варіанти напрямків передачі інформації (дуги) за правилами: від кожної точки (починаючи з точки *A*) за двома напрямками: в напрямі точки *B* до виходу з зони та перпендикулярно границям зони. Точки перетину дуги з границею зони формують нові точки (рис. 1, б).

*Крок 3.* З кожної нової точки розгляду формується новий шлях за правилами, що



описуються у другому кроці, доки шлях не дістанеться до точки *B*.

*Крок 4.* Виключаються шляхи (дуги), якщо вони сформовані через двійне заломлення в межах однієї ділянки (помічено хрестиками нарис.1,б).

Графічне зображення перших чотирьох кроків показано на рис. 1.

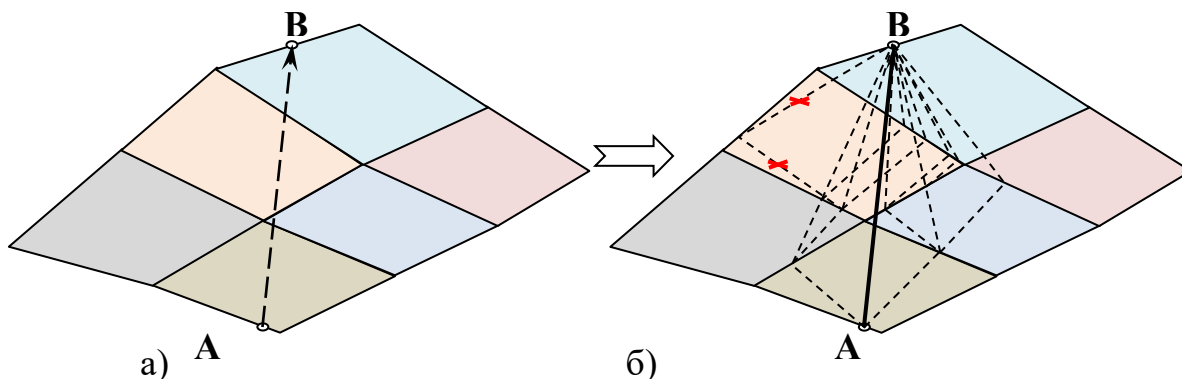


Рис. 1. Графічна інтерпретація методу побудови топологічної структури

*Крок 5.* Будується граф, де кожна сформована точка утворює точки графа, а шляхи між точками – дуги графа (рис.2).

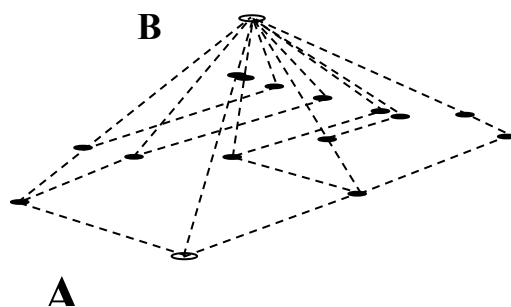


Рис. 2. Граф топологічної структури

*Крок 6.* Дугам графів присвоюються ваги, що дорівнюють добутку довжини дуги на коефіцієнт зменшення довжини інформаційного каналу для ділянки, котрій належить дуга:

$$B_{ij} = l_{ij}k_{ij},$$

де  $l_{ij}$  – довжина дуги, м;

$k_{ij}$  – коефіцієнт зменшення довжини інформаційного каналу.

*Крок 7.* Визначається найкоротший шлях передачі інформації за одним із алгоритмів (Беллмана-Форда, Дійкстра, Флойда-Уоршела).

*Крок 8.* На визначеному напрямку визначаються координати мобільних підрозділів із урахуванням параметрів апаратних засобів передачі інформації.

Таким чином, запропонований метод дозволяє будувати топологічні структури, для передачі оперативної інформації на значну відстань між державними пожежно-рятувальними підрозділами ДСНС України на територіях із різним типом та профілем місцевості.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мусиенко М. П. Топологическая модель построения беспроводной сети / М. П. Мусиенко, В. И. Томенко, В. А. Дидук // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Nowoczesnych naukowych osiagniec – 2008”. – Том 13. – Nowoczesne informacyjne technologie: Пшемисль, Польща, 2008. – С. 75 – 78.

*Мирошник О. М., к. т. н., доц., Землянський О. М., к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ У ВИЗНАЧЕННІ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПОДАЮТЬ ВОДУ СПОСОБОМ ПЕРЕКАЧУВАННЯ**

Для ліквідації надзвичайних ситуацій (НС) пов'язаних з пожежами та викидом в атмосферу небезпечних хімічних речовин використовують воду та водні розчини [1]. Вода забирається від водопровідних мереж, водоймищ, та подається на ліквідацію НС пожежними автомобілями (ПА). Якщо у місті потреба водопостачання перекривається наявністю спеціальних водопроводів та пожежних водоймищ, то за межами – існує необхідність подачі води із віддалених вододжерел шляхом перекачування.

Для подачі води шляхом перекачування необхідно визначити кількість пожежних автомобілів і місця їх розташування. Методика розрахунку кількості ПА наведена в літературі [2]. Її недоліком є те, що вона враховує рівномірний підйом або спуск місцевості, тому значення розрахунку буде наближеним. Такий факт негативно впливає на умови роботи лінії перекачки в цілому.

Дана задача слабоструктурована і може бути вирішена шляхом застосування геоінформаційних систем. При цьому визначення кількості ПА можна зобразити як залежність:

$$N_{\text{АЦ}} = f(N_{\text{гол}}; H_{\text{Н}}; H_{\text{р}}; Z_{\text{М}}; Z_{\text{пр}}; S_{\text{см}}; Q)$$

де:  $N_{\text{гол}}$  - відстань від головного автомобіля до приладу гасіння;  $H_{\text{Н}}$  - напір на насосі;  $H_{\text{р}}$  - напір на розгалуженні;  $Z_{\text{М}}$  - висота підйому або спуску місцевості;  $Z_{\text{пр}}$  - висота підйому або спуску приладу гасіння;  $S_{\text{см}}$  - опір одного рукава;  $Q$  - витрата найбільш навантаженої магістральної лінії.

Для визначення оптимального варіанту схеми розташування пожежних автомобілів пропонується алгоритм, важливим елементом якого є покроковий розрахунок. Місця розміщення ПА визначають з урахуванням профілю висот маршруту перекачування води. Відстань між 1-м та 2-м ПА, між 2-м та 3-м і т.д., представляють у вигляді координат широти та довготи  $[X^1_{\text{ПА}}; Y^1_{\text{ПА}}]; [X^2_{\text{ПА}}; Y^2_{\text{ПА}}]; \dots [X^k_{\text{ПА}}; Y^k_{\text{ПА}}]$ , За отриманими даними можна побудувати схему подачі води способом перекачування на карті місцевості.

Таким чином використання геоінформаційних систем під час складання схем подавання води на пожежу чи ліквідацію НС дозволяє оптимізувати процес визначення кількості ПА та місць їх розташування.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. И.Ф. Кимстач и др. Пожарная тактика. М. – Стройиздат, 1984.
2. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.

*Мирошник О. М., к. т. н., доц., Черниш Р. А.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
А. А. Кульбач,  
ГУ ДСНС України у Дніпропетровській області,  
Р. В. Ключко,  
Аварійно-рятувальний загін спеціального призначення  
У ДСНС України у Черкаській області*

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ЖИТЛОВИХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ

Кількість надзвичайних ситуацій (НС) і зокрема пожеж в останні роки має, на жаль, стійку тенденцію збільшення. Зростає кількість пожеж у житловій сфері, насамперед у багатоповерхових житлових будинках. Поліпшити дане становище можна шляхом розробки та впровадження методики визначення техногенного ризику до даного виду об'єктів.

Встановлення залежностей, де ендогенними характеристиками є техногенний ризик, а екзогенними факторами – архітектурні особливості, параметри техногенної безпеки, є задачею структурної та параметричної ідентифікації. Розв'язання цієї задачі можливе різними методами з використанням певних моделей. Враховуючи те, що вихідні дані знаходяться в таблицях і про структуру шуканих залежностей немає апріорної інформації, традиційно використовують:

1. Парну лінійну регресію [1], де модель є такою:

$$Y = a + bX + \varepsilon, \quad (1.1)$$

де  $X$  – екзогенний фактор,  $Y$  – ендогенна характеристика,  $a$  і  $b$  – параметри,  $\varepsilon$  – похибка, обумовлена випадковими впливами. Така модель є простою, її специфікація найчастіше здійснюється через графічні побудови. Особливістю моделі є її застосування лише у випадку врахування одного залежного фактора, що значно звужує область використання.

2. Множинна лінійна регресія [2]. Відповідна модель

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n + \varepsilon, \quad (1.2)$$

де  $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – множина екзогенних факторів,  $Y$  – результуюча характеристика,  $\{a_0, a_1, \dots, a_n\}$  – множина невідомих параметрів. Використання моделі (1.2) пов'язано з необхідністю перевірки факторів на мультиколінеарність, наявність гетероскедастичності та автокореляції. Найчастіше, за результатами перевірки кількість факторів скорочують, що також не дозволяє повною мірою врахувати всі фактори, що впливають на результуючу характеристику.

Зауважимо, що для моделей (1.1) та (1.2) немає потреби розв'язувати задачу структурної ідентифікації, оскільки їх структура уже жорстко задана. Перевагами моделей (1.1) та (1.2) є існуюча чітка теорія їх побудови та інтерпретації, недоліком – низька відповідність лінійних залежностей реальним процесам.

3. Нелінійна множинна регресія. У загальному випадку відповідна модель є такою:

$$Y = a_0 \cdot f_1(a_0^1, a_1^1, \dots, a_{k_1}^1, X_1) \cdot f_2(a_0^2, a_1^2, \dots, a_{k_2}^2, X_2) \cdot \dots \cdot f_n(a_0^n, a_1^n, \dots, a_{k_n}^n, X_n), \quad (1.3)$$

де  $f_i, i = \overline{1, n}$  – функції однієї змінної із відомою структурою,  $\{a_0^i, a_1^i, \dots, a_{k_i}^i\}$  – множини невідомих параметрів. Будуючи модель (1.3) [2], багатократно застосовують метод найменших квадратів (МНК), що вимагає перевірки передумов його адекватного використання. Крім того, для вибору моделі з максимальним рівнем специфікації щоразу застосовуються критерій Дарбіна-Уотсона [3] або обчислюється коефіцієнт

кореляції, а також виконуються перетворення функцій  $f_i, i = \overline{1, n}$  до вигляду, придатного до застосування МНК, що значно збільшує час роботи алгоритму. Зауважимо, що у методі Брандона структура моделі (1.3)

$$Y = \bar{y} \cdot \prod_{k=0}^{n-1} \tilde{y}_k = \bar{y} \cdot \prod_{k=1}^n f_k(x_k),$$

де  $\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i, y_i > 0, \tilde{y}_{n-1} = f_n(x_n)$  не є наперед визначеною, але перелік її можливих елементів відомий.

4. Поліном Колмогорова-Габора. Згідно з теоремою Вейєрштрасса будь-яку неперервну функцію можна як завгодно точно наблизити поліномом. І таким поліномом є поліном Колмогорова-Габора [4]:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i^1 X_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} a_{ij}^2 X_i X_j + \dots + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i} \dots \sum_{l>k>\dots>j>i} a_{ij\dots lk}^l X_i X_j \dots X_l X_k + \dots, \quad (1.4)$$

де  $\{a_0; a_i^1, i = \overline{1, n}; a_{ij}^2, i = \overline{1, n}, j = i+1, n; \dots\}$ ,  $m$  – кількість елементів в множині  $\{i, j, \dots, k-1, k\}$ .

Для одержання полінома (1.4) крім внутрішнього критерію (мінімуму середньоквадратичного відхилення реального і розрахованого за моделлю значень) застосовується і зовнішній критерій, що підвищує точність ідентифікації. За методом групового врахування аргументів (МГВА) одержують моделі навіть у випадках, коли потужність навчальної вибірки даних є значно меншою ніж кількість екзогенних факторів. Структура моделі (1.4) є відомою, але з точністю до кількості доданків у поліномі, оскільки за МГВА розрахунки можуть припинитись при будь-якій їх кількості при виконанні зовнішнього критерію. Метод є складним в реалізації, але точність одержаних результатів найчастіше компенсує витрати на його реалізацію. Необхідно також багатократно використовувати МНК та супроводжуючі його адекватне застосування процедури.

5. Нейромережні технології. У цьому випадку структура моделей, якими є штучні нейронні мережі (НМ), найчастіше є відомою, але у більшості випадків вона надто складна для аналітичного запису та інтерпретації [5]. Нейронні мережі є «чорними скриньками» з невідомими параметрами, що здійснюють перетворення вхідних факторів у вихідні характеристики, тобто

$$F : X \rightarrow Y. \quad (1.5)$$

Перевагами НМ є мінімальні вимоги до структури вихідної інформації та ідентифікованої залежності. Недоліком НМ є майже повна неінтерпретованість їх результатів, а також неможливість здійснити аналіз одержаної моделі, визначення її чутливості до змін значень факторів тощо. У той же час застосування НМ є раціональним у випадку попереднього аналізу та неможливості побудови інших моделей.

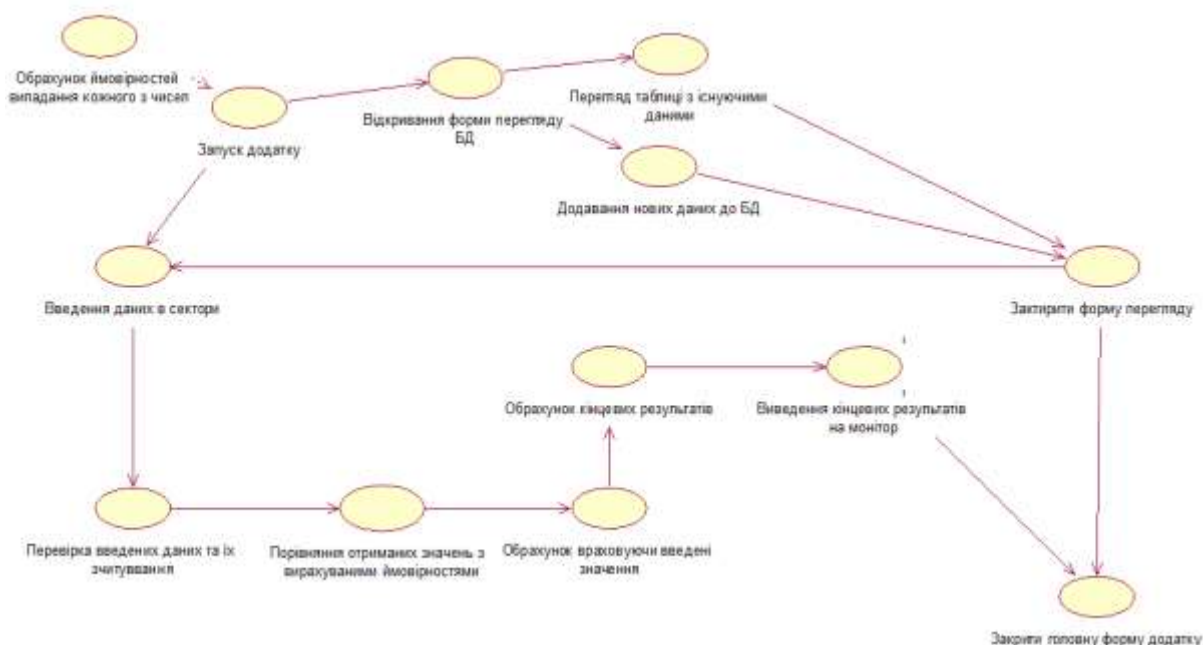
## ЛІТЕРАТУРА

1. Грубер И. Эконометрия. Введения в эконометрию / И. Грубер. – К.: Астерта, 1996. – Т. 1. – 434 с.
2. Чавкин А.М. Методы и модели рационального управления в рыночной экономике / А.М. Чавкин. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 320 с.
3. Наконечний С.І. Эконометрия / С.І. Наконечний, Т.О. Терещенко, Т.П. Романюк. – К.: КНЕУ, 1997. – 352 с.
4. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А.Г. Ивахненко. – К.: Техніка, 1975. - 312 с.
5. Головка В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение / В.А. Головка. – М.: ИПРЖР, 2001. – 256 с.

## ПРОГРАМУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЙМОВІРНІСТІ ВИГРАШУ В ДЕРЖАВНІЙ ЛОТЕРЕЇ «ЛОТО ЗАБАВА»

Практичне значення дослідження полягало в розробці вузькоцільового програмного продукту, що дасть можливість розрахувати відсоток виграшності введеної комбінації чисел, відсоток яких попередньо обраховуватиметься для кожного числа. Створення бази даних для ведення статистичних даних. Такий програмний продукт з'явився вперше, направлений лише на розрахунок ймовірностей в державній лотереї «Лото Забава». Строго визначена постановка цілей та завдання щодо створення однонаправленого алгоритму надає можливість розвинути та адаптувати проектоване програмне забезпечення.

### Загальна структура проекту



### Функціональна схема проекту додатку

Програмний продукт включає в себе: елементи вводу та виводу інформації, компоненти для відображення залежностей «число–ймовірність появи» для кожного з можливих чисел, форму перегляду статистичних даних, базу даних для внесення в неї всієї інформації з подальшим її оновленням, функції обчислення ймовірності виграшності введеної комбінації чисел та горизонталей.

Елементи вводу інформації відтворені у вигляді полів лотерейного білета «Лото Забава». Загальний вигляд представлений у формі поля вводу для чисел з білету, відповідно по горизонталям, як в реальному білеті. Дані зчитуються построково – кожна горизонталь визначає свою ймовірність виграшу. В залежності від комбінацій горизонталей і їх можливої кількості обчислюються наступні варіанти горизонталей: 1, 2, 3, 4, 5, 1-2, 1-3, 4-5, 1-2-3, 1-2-4, 1-2-5, 1-3-4, 1-3-5, 1-4-5, 2-3-4, 2-3-5, 3-4-5.

**Проектування бази даних.** Розробка бази даних була здійснена СКБД Microsoft Access 2013. Спроектовано БД, що містить деякі відомості, подані у вигляді групи

атрибутів. Оптимальні вимоги для проекту з MS Access 2013: процесор: частотою 2,4 ГГц (Intel Core i3), пам'ять ОЗУ 3 ГБ, операційна система Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10. База даних вміщує дані про результати тиражів державної лотереї «Лото Забава», тобто про номери тиражів та виграші числа кульок. Розроблена БД складається з однієї таблиці – «Тираж\_кулька». В таблиці знаходиться інформація про номер тиражу та номери кульок цього тиражу. Всі поля відкриті для вводу.

**Реалізація програмного продукту.** Відображення даних бази даних та додавання нових даних відбувається із використанням модуля GTable, який надає можливість переглядати вже внесені до бази даних записи та можливість додавання нових записів. Обчислення та виведення ймовірностей випадання для кожного з чисел виконуються за допомогою модуля StringGrid, що працює з базою даних. База даних безпосередньо задіяна в модулі GTable, обраховуючи ймовірність випадання для кожного з можливих чисел, та представленні отриманих даних у вигляді таблиці (що складається із двох колонок «Число» та «Ймовірність») у головній формі додатку. Модуль працює коректно. Обрахунки здійснюються з потрібними даними за запрограмованими формулами. Виведення таблиці з результатами відбувається відразу після завершення обрахунків.

Введення вхідних даних в програму та їх розпізнавання відбувається після опрацювання модулів GTable та StringGrid. При введенні даних в модуль «Сектор1», «Сектор2», «Сектор3», що складаються з елементів Edit отримуємо точну обробку даних, та розпізнавання введених символів, а також при натисканні на кнопки обчислення, які враховують введені дані. Даний модуль пройшов тестування, помилок виявлено не було. Модуль працює правильно та без виникнення помилок.

Текстове перемикання між секторами відбувається при виконанні модуля GroupBoxSector. В результаті відбувається взаємодія між «Сектор1», «Сектор2», «Сектор3» та GroupBoxSector, та відображення перемикання отримання даних для розрахунку з одного сектору на інший. В даному модулі глобальних помилок не виявлено.

Виконання обрахунків забезпечується модулем VurahButton, в якому забезпечується взаємодія між GroupBoxSector та «Сектор1», «Сектор2», «Сектор3», для отримання результатів обчислень, дані для яких були обрані попередньо протестованими модулями. Даний модуль відображає коректні дані обрахунку без помилок. Відображення результатів обчислення на головній формі забезпечується виконанням модуля ShowResult. Даний модуль забезпечує візуалізацію відображення чисел відповідно для кожної з комбінацій горизонталей. Відображення результатів проходить правильно, помилки в обрахунках виключені, всі результати відповідають вимогам.

Створена програма дозволяє вести статистику результатів тиражів «Лото Забава», з наступним використанням цих даних для обрахунку статистичної ймовірності випадання чисел.

## ЛІТЕРАТУРА

1. А.Я. Архангельский. Программирование в C++ Builder/ Архангельский А.Я.– М.: Бином, 2010. – 256 с.
2. Б. Виллариал. Программирование Access в примерах/ Виллариал Б. – М.: Кулиц-образ, Москва-2003. – 120 с.
3. Х. Дейтел, П. Дейтел. Как программировать на C++/ Дейтел Х. Дейтел П. – М.: Бином-Пресс, 2008. – 98 с.
4. И.Ф. Астахова. Язык C++. Учебное пособие/ Астахова И.Ф.– М.: ООО «Новое издание», 2003. – 158 с.
5. С. Майерс. Эффективное использование C++/ Майерс С. – М.: Питер, 2006. – 206 с.
6. Б. Послед. Borland C++ Builder 6. Разработка приложений баз данных/ Послед Б. – М.: ДиаСофт, 2003. – 235 с.

*Куліца О. С., к. т. н., Журбинський Д. А., к. т. н., Тарасенко А. В., Корчака О. М.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЦІЛІСНІСТЬ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД КІБЕРАТАК**

При забезпеченні національної безпеки України виконується комплекс заходів політичного, економічного, оборонного, правового, організаційного й соціального характеру. При розробці зазначених заходів і втіленні їх у життя задіюються органи законодавчої, виконавчої й судової влади, засоби масової інформації й громадські організації. Це закріплено Конституцією України та відповідними законами й підзаконними актами України. При цьому, з метою підвищення ефективності й надійності забезпечення національної безпеки, необхідно робити поділ функцій у системі державних органів.

У ході забезпечення національної безпеки, відповідальність за прийняття стратегічних рішень покладається на законодавчу, судову й виконавчу владу. У цій системі керівна роль належить Раді національної безпеки й оборони України (РНБОУ), яку очолює Президент України.

Критичною інфраструктурою України вважаються системи й ресурси, фізичні або віртуальні, непрацездатність або знищення яких призводить до підриву національної безпеки, національної економіки, здоров'я або безпеки населення, або до комбінації зазначених вище наслідків. У системі управління для кризових ситуацій створюються окремі канали управління й обміну відеоінформацією – для реалізації функцій оперативного управління або для реалізації функцій забезпечення й адміністративного управління. У загальному випадку, автоматизований процес управління організовується на основі одержання інформації від об'єктів управління й контролю про поточну обстановку, на базі якої керуючий орган видає функцію управління для наступних дій. Забезпечення захисту від загроз для критичної інфраструктури здійснюється через інформаційно-комунікаційні системи із застосуванням відеомоніторингу й відеоконференцв'язку. У результаті впровадження таких систем досягається найбільш повне й достовірне одержання інформації особою, що приймає рішення. З позиції передачі відеоінформаційного ресурсу з використанням телекомунікаційних технологій з комутацією пакетів, висуваються відповідні вимоги щодо характеристик обробки пакетів, а саме: середня затримка пакетів і ймовірність втрати пакетів. У відповідності вимогам, які висуваються до якості відеоінформаційного забезпечення, цілісність відеоінформаційного ресурсу оцінюється за піковим відношенням сигнал/шум і ймовірністю втрати пакетів. Час доставки відеоінформаційного ресурсу визначається як часова затримка на обробку й передачу відеоінформації.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 23 серпня 2016 року № 563 «Про затвердження Порядку формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури держави» закріплена необхідність захисту від кібератак. У результаті дослідження різних типів кібератак на відеоінформаційний ресурс систем управління критичної інфраструктури виявило, що одним з найбільш актуальних (тобто найбільше часто застосовуваних) типів є DDoS-атака.

Існуючі атаки класифікуються по наступних типах (рис. 1).

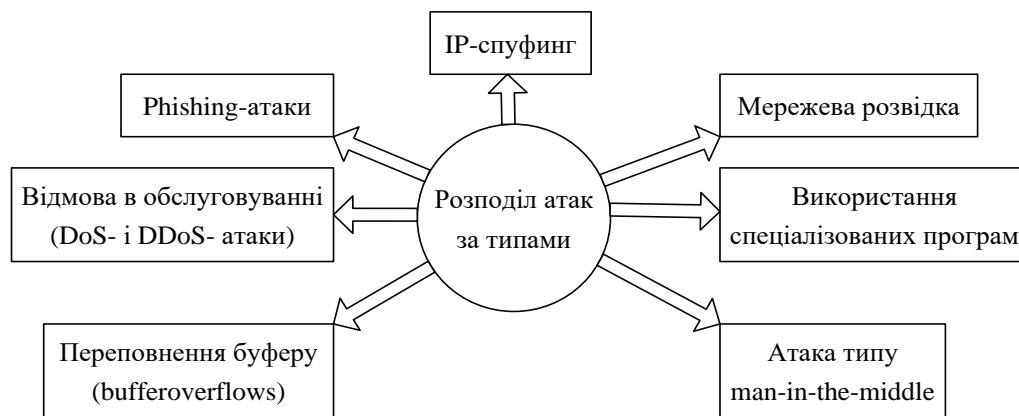


Рис. 1. Розподіл атак по типах

Для боротьби з загрозами безпеки в телекомунікаційних системах створений спеціалізований структурний підрозділ Державного центра захисту інформаційно-телекомунікаційних систем (ДЦЗ ІТС) Державної служби спеціального зв'язку й захисту інформації України - CERT-UA (скорочено - Computer Emergency Response Team of Ukraine - команда реагування на комп'ютерні надзвичайні події України).

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Конституція України;
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 серпня 2016 року № 563 «Про затвердження Порядку формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури держави».

УДК 614.841

*Dawid Juchimowicz, Szkoła Główna Służby Pożarniczej*

#### COLLECTIVE BEHAVIOUR IN EVACUATION PROCESSES

We are affected in our decision-making by what others around us are doing. This can also happen during emergency evacuations. Previous research helps us interpret fundamentals of collective behaviour during evacuation. Current methodologies are often based on anecdotal recollections of actual evacuees (interviews, surveys, etc.) and/or theoretical frameworks<sup>[1]</sup>. The response of others has been proved to influence our own response to ambiguous threat cues<sup>[2]</sup>. This can also happen when the fire alarm is unclear as to where the fire might be located<sup>[3]</sup>.

In such conditions, we interact with others to decide what to do<sup>[4,5]</sup>. Proximity also seems to be an important factor: We are more influenced by people who are close than by those who are farther away<sup>[3]</sup>. We also cooperate in emergencies<sup>[4-8]</sup>. Past incidents such as the Beverly Hills Supper Club fire have shown that social groups tend to escape or succumb together<sup>[9]</sup>. Evacuation groups can emerge spontaneously<sup>[4]</sup> or be formed based on social ties<sup>[10]</sup> and the organizational/situational context<sup>[5]</sup>.

To sum up, the evacuation process can be considered as a social process in which people are likely to make consensus decisions, decide on a plan of action, and act together<sup>[5, 11-13]</sup>.

We wanted to investigate how people make decisions in emergencies— that is, if and to which extent they make decisions and act together. The philosophy behind our study was



that collective behaviour denotes a reduction in the behavioural variability of people: the smaller the dispersion of a behavioural variable, the greater the cohesion among the members of an evacuation group.

study involved a set of evacuation experiments at the bus terminal of a multimodal station in Madrid (Spain) involving 150 individuals. The bus terminal consisted of a waiting area with 10 boarding gates (to access the bus departure bays) and five emergency exits (see Figure 1). We randomly assigned six to nine individuals to each boarding gate. Three different trials were conducted for a set of 30 potential evacuation groups where individuals, due to proximity, were likely to interact with each other (through verbal and/or non-verbal communication). The trials were recorded by using video cameras and data was statistically analysed afterwards.

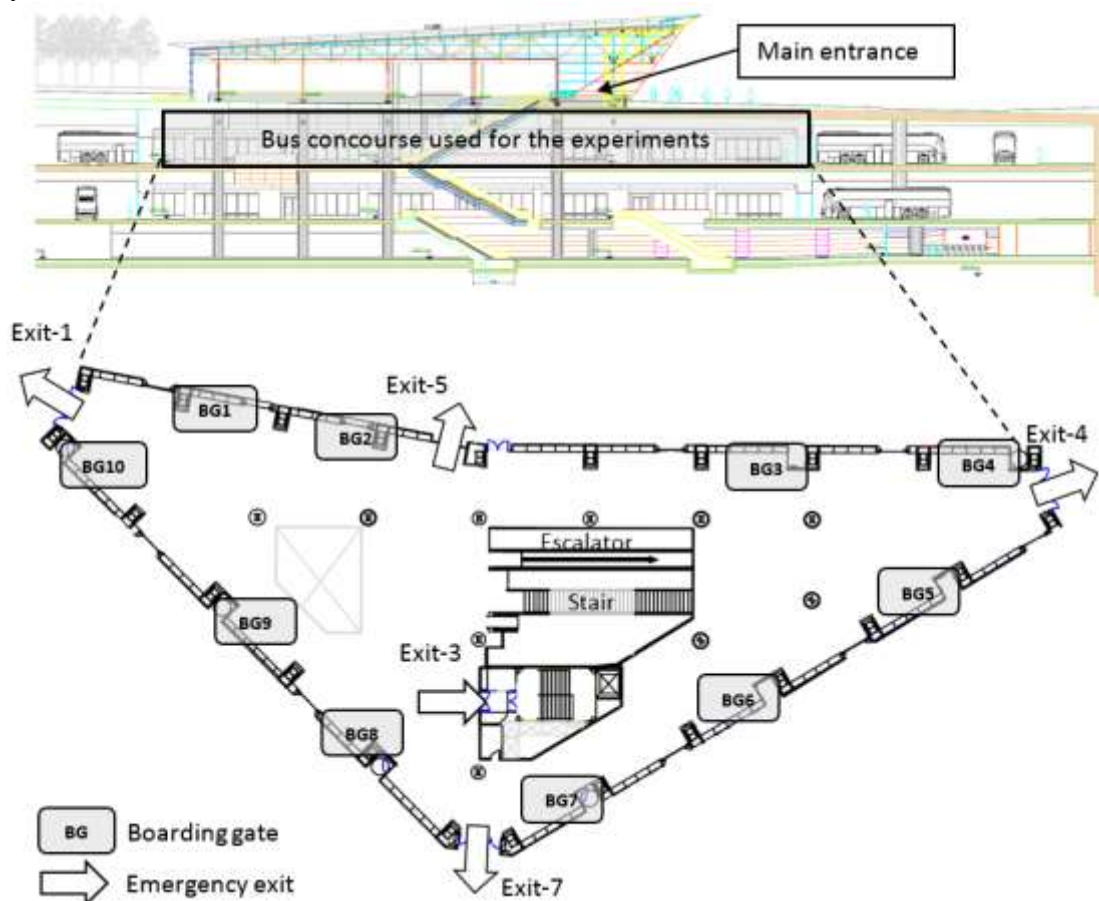


Figure 1. Layout of the bus terminal: Boarding gates (BGs) and emergency exits

Proximity was found to be an important factor in the formation of groups. Most individuals at the same boarding gate reached a consensus decision regarding the direction of evacuation and used the same exit. However, choosing the same exit was not enough to determine the collective behaviour.

The study also allowed us to measure whether participants responded together (as a group) and maintained cohesion during the evacuation movement. The behavioural cohesion was observed in eight potential evacuation groups during both the response and the movement phases of evacuation (26%). Nine other potential evacuation groups showed behavioural cohesion during the movement phase of evacuation (30%). Although participants of these groups did not respond collectively, they adapted their speed to maintain proximity to each other during their movement and left the concourse together.

Emergency evacuations often depend on social interactions among individuals. Previous research has provided useful information to interpret fundamentals of collective behaviour during evacuation qualitatively. This study illustrates an example of a quantitative approach that can be employed for analysing collective evacuation response.

#### REFERENCES

1. Gwynne, S., Galea, E.R., and Lawrence, P.J. 2006. The introduction of social adaptation within evacuation modelling, *Fire and Materials*, 30:285–309.
2. Latane, B., and Darley, J.M. 1968. Group inhibition of bystander intervention emergencies, *Journal of Personality and Social Psychology*, 10(3):215–221.
3. Nilsson, D., and Johansson, A. 2009. Social influence during the initial phase of fire evacuation—Analysis of evacuation experiments in a cinema theatre, *Fire Safety Journal*, 44: 71–79.
4. Turner, R.H., and Killian, L.M. 1987. *Collective Behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.
5. Aguirre, B.E., Wenger, D., and Vigo, G. 1998. A test of the emergent norm theory of collective behaviour, *Sociological Forum*, 13(2).
6. Jones, B.K., and Hewitt, J.A. 1986. Leadership and group formation in high-rise building evacuations, *Fire Safety Science- Proceedings of the First International Symposium*, 513–522.

УДК 699.81.

*Агрич Р. В., Болжаларський К. В.,  
ГУ ДСНС України у Запорізькій області,  
Нуянзін О. М., к. т. н.,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ НЕСУЧОЇ СТІНИ ПРИ СТАНДАРТНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМІ ПОЖЕЖІ

Для математичного обчислення процесу тепломасообміну у вогневих печах нині використовують інтегральні, зонні та польові моделі [1, 2]. Інтегральні моделі дають змогу отримати прогноз середніх значень параметрів стану середовища в камері печі для будь-якого моменту випробувань. У зонних моделях весь простір камери печі поділяють на характерні просторові зони й визначають середні значення параметрів стану середовища в цих зонах для будь-якого моменту часу. Польові або диференціальні моделі тепломасообміну вможливають прогноз просторово-часового розподілу температур і швидкостей газового середовища в камері печі, концентрацій компонентів середовища, тиску та густин у будь-якій точці [2].

Польові моделі, позначені в зарубіжній літературі аббревіатурою CFD (computational fluid dynamics – англ. обчислювальна гідродинаміка), є більш потужним та універсальним інструментом, ніж зональні та інтегральні, оскільки ґрунтовані на зовсім іншому принципі. Замість однієї або кількох великих зон у польових моделях виокремлюють численну кількість (зазвичай тисячі або десятки тисяч) маленьких контрольних обсягів, не пов'язаних із передбачуваною структурою потоку [2]. Для кожного з цих об'ємів за допомогою низки методів розв'язують систему рівнянь у часткових похідних, що виражають принципи локального збереження маси, імпульсу,

енергії та інших компонентів. Отже, динаміка розвитку процесів залежить не від апіорних припущень, а лише від результатів розрахунку польових моделей, у яких застосовують повну систему рівнянь Нав'є – Стокса [1, 2].

Отже, наявні польові математичні моделі та їх чисельна реалізація дають змогу точно й ефективно змодельовати процес вогневих випробувань залізобетонних будівельних конструкцій на вогнестійкість.

Для складних конструкцій обсяг обчислень є дуже великим, тому більш зручно перекласти монотонні ітерації в алгоритм для персонального комп'ютера. Існує багато спеціалізованих програм для побудови геометричних моделей конструкцій, розподілу конструкцій на більш дрібні елементи та розрахунку поведінки елемента й конструкції в цілому.

Задачу було розбито на 2 послідовні: теплову та міцнісну. Після розв'язку міцнісної задачі був отриманий набір даних щодо НДС залізобетонної стіни в умовах температурного впливу вогневих випробувань.

У процесі роботи виконано наступне:

- створено розрахункову область залізобетонної несучої стіни для проведення розрахунку межі вогнестійкості.

- розв'язано теплотехнічну задачу, дані якої були вхідними для розв'язку задачі міцності.

- розв'язано задачу міцності та визначити межі вогнестійкості несучої стіни при різних дисперсіях температур по її обігрівальній поверхні. Найменший час настання граничного стану показали стіни, при випробуваннях яких дисперсія температур протягом часу нагрівання була найменшою. Це пояснюється тим, що найбільші силові навантаження відбуваються у нижній частині стіни. Оскільки при нерівномірному прогріві нижня частина стіни нагрівається повільніше, то температурно-силові навантаження у цій частині стіни протягом усього часу вогневого випробування менші ніж при рівномірному прогріві, і, як наслідок, більше значення межі вогнестійкості.

- сформульовано рекомендації щодо створення нових і вдосконалення існуючих камер печей установок із випробувань на вогнестійкість несучих стін для досягнення більшої рівномірності температурного поля на поверхні вертикальних огорожувальних будівельних конструкцій, як наслідок – зменшення похибки вогневих випробувань.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Нуянзін О. М. Методи математичного моделювання теплових процесів при випробуваннях на вогнестійкість залізобетонних будівельних конструкцій. – монографія / Нуянзін О. М., Некора О. В., Поздеев С. В. [та ін.] // Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, - 120 с.

2. Поздеев С. В. Методика определения режимов нагрева бетонных образцов, моделирующих состояние элементов строительных конструкций при пожаре / С. В. Поздеев, О. В. Некора, А. В. Поздеев // Проблемы пожарной безопасности. – Х. : АГЗУ, 2006. – Вып. 19. – С. 111–116.

Дендаренко В. Ю., к. т. н.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України

## РИЗИКОУТВОРЮЮЧІ ФАКТОРИ

Небезпеки, невизначеності та можливості супроводжують будь-який вид діяльності, а результат їх прояву для деякого об'єкта характеризують ризиками. Існуючі ризики різноманітні, їх можна поділити на безліч груп, тобто класифікувати за різними ознаками: об'єкту і джерела впливу, місцю розташування щодо об'єкта впливу, механізму виникнення, ступеня впливу, можливості страхування і ін.

На величину ризику впливає велика кількість різноманітних факторів, що характеризують як особливості конкретних умов діяльності даного об'єкта, так і специфічні риси небезпеки, невизначеності, можливостей, в умовах яких ця діяльність здійснюється. Такі фактори називають ризикоутворюючими, тобто такими, які сприяють виникненню того чи іншого виду ризику. Кількість врахованих ризикоутворюючих факторів досить велика. Наприклад, компанія «Algorithmics», яка розробила систему управління ризиками «Mark To Future», наводить дані, що демонструють співвідношення окремих груп ризиків і впливаючих на них факторів.

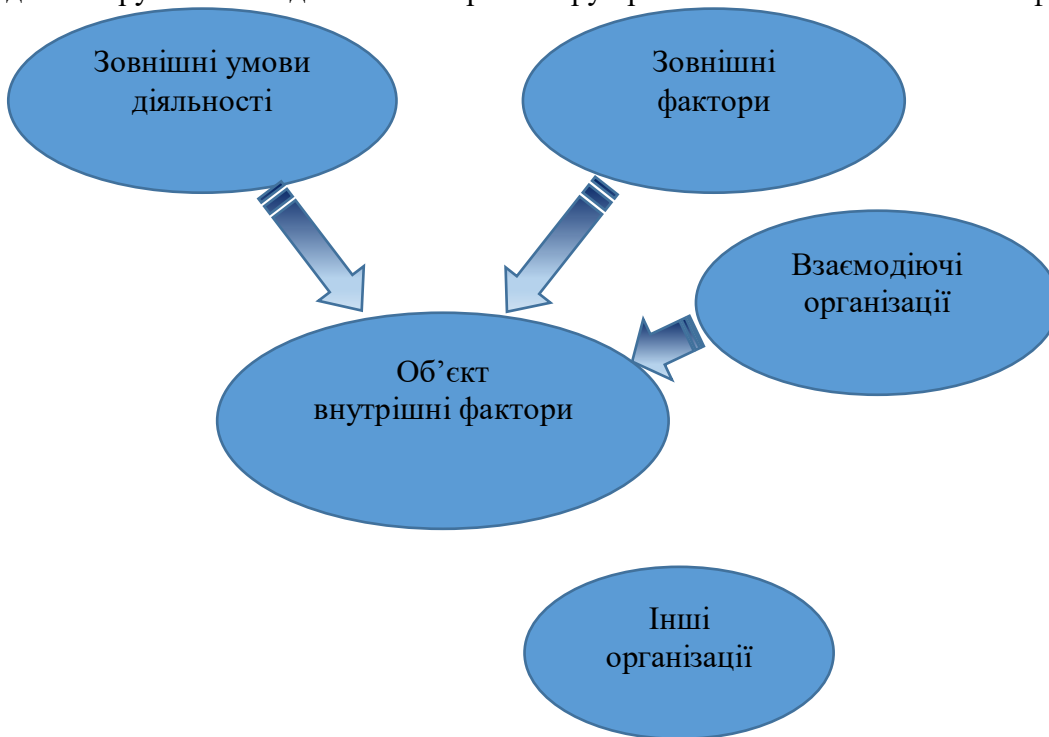


Рисунок 1. Місце виникнення факторів ризику

Всі ризикоутворюючі фактори по місцезрешуванню відносно даного об'єкта (наприклад, людини, організації, держави, цивілізації) можна поділити на дві групи:

- внутрішні фактори, що виникають всередині об'єкта;
- зовнішні фактори, що впливають на об'єкт з навколишнього середовища.

Стосовно виробничої діяльності **внутрішні фактори** пов'язані безпосередньо з діяльністю об'єкта і взаємодіючих з нею організацій (рис. 1). На їх рівень впливає компетентність і ділова активність керівництва організації, якість персоналу

(професійна підготовленість, відповідальність і т.і.), вибір маркетингової стратегії, виробничий потенціал, технічне оснащення, продуктивність праці та умови безпеки, фінансова, технічна та виробнича політика та ін.

До групи **зовнішніх факторів** ризику відносять політичні, науко-технічні, соціально-економічні та екологічні фактори (зазначене трактування факторів носить макроекономічний характер). Характерними зовнішніми ризикоутворюючими факторами стосовно виробничого підприємства є інфляція і волатильність фінансово-економічних параметрів, поведінка конкурентів, розвиток науково-технічного прогресу, умови безпеки персоналу та дотримання технологічного процесу і т.і. Зовнішні фактори, як правило, не залежать від діяльності організації.

Іноді стан зовнішнього по відношенню до даної організації середовища оцінюють ступенем її ворожості, що змінюється в інтервалі (0,1). Досягнення мети організації відбувається в умовах протидії, збільшуючи відповідно до ступеня ворожості середовища існуючі ризики. Це змушує організацію нести додаткові витрати або на особисту модернізацію, пристосування до середовища, або на зміну середовища. При високому (близькому до 1) ступені ворожості середовища розвиток є проблематичним.

Розглядають також **нейтивні** (від англ. Native - властивий) ризикоутворюючі фактори, що впливають тільки на конкретний вид ризику, та **інтегральні ризикоутворюючі** фактори, які здійснюють вплив на ризики відразу декількох видів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Общая теория рисков: учеб./Я.Д.Вишняков, Н.Н. Радаев.—2- е изд., испр.— М.: Издательский центр«Академия», 2008.—368с.
2. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): Навч. посібник/ В.В. Бегун, І.М. Науменко - К.:, 2004. – 328с.

#### УДК 614.841

*Milan Dubravac, Training Centre for Civil Protection and Disaster Relief, Slovenia*

#### THE CHALLENGE OF MAINTAINING FDS AND CFAST

The Fire Dynamics Simulator (FDS) has been in the public domain for 17 years, and the zone fire Consolidated Fire and Smoke Transport (CFAST ) model for nearly twice that long. While both are widely used within the fire safety community, most end users do not fully appreciate the challenge of their maintenance and upkeep. Most of the developers are neither fire safety engineers nor combustion researchers, because software development requires a considerably different skill set. In fact, most developers are essentially applied mathematicians and computer scientists.

Our job is to translate fundamental combustion research into differential equations whose solution is of value to practicing engineers. Thus, the model developers interact with two very different communities: basic combustion research and fire safety engineering. These two groups live in very different spheres; they have different degrees, work for different organizations, and attend different kinds of conferences. The models try to bridge the gap.

#### The Problem with Papers

A major problem in maintaining models like CFAST and FDS is that many see the work as completely separate from research, the goal of which is to publish archival journal papers. For centuries, progress in science and engineering has been promulgated by peer-reviewed publications in archival journals. Any aspiring researcher knows that the pathway to success in academia is a long list of papers. Indeed, many of the numerical techniques in our models were obtained from the general-purpose CFD literature, and sometimes more-specialized journals in combustion, fluid flow, and meteorology.

These papers illustrate basic finite differencing techniques, much like a textbook would. However, archival journals are not a particularly effective means of describing models like FDS because it is impossible to include all of the relevant details in a 10-page paper.

Some CFD modelers publish descriptions of their algorithms in various journals, creating a form of documentation via a list of references. This may be an effective way of advertising one's research work, but it is a terrible way of documenting a CFD model. I learned this lesson the hard way after releasing the first version of FDS in 2000. I assumed that my and others' papers in the journals would supplement the fairly sparse description of the model that I included in the manuals. What resulted was chaos: random snapshots of different versions of the code applied to various fire scenarios by dozens of students who were just learning about fire and CFD.

The quality of these papers was, in general, poor, and they led to misconceptions about the basic model that still remain today. It was not until 2007 that FDS and CFAST were put under version control (Sourceforge, then GoogleCode, now GitHub). At the same time, verification and validation guides were published, which now collectively document thousands of test cases that are run on a regular basis.

Much of this work is laborious and somewhat tedious, but it is an essential part of our model development strategy because when dealing with hundreds of thousands of lines of source code, mistakes are inevitably made that can be caught and corrected within a day. Contrast this with journal publications on a roughly three-year cycle commensurate with the duration of a typical graduate student's research work.

### **A Path Forward**

While this article presents a somewhat pessimistic outlook for continued fire model development, aspiring researchers and model users can take steps to improve the current situation:

1. Identify a problem in the existing models. One need only simulate a challenging new fire scenario to discover that numerous numerical or physical assumptions can be improved.
2. Contact one of the model developers to ensure that a potential improvement is compatible with current development plans. This should be done well before writing the paper or thesis.
3. Be open to learning Git, LaTeX, Matlab, Fortran, and whatever other software packages are typically used to maintain the codes and manuals. You need not be an expert in any of these, but you will benefit tremendously from the investment, even if your career path veers away from fire.
4. Beyond the academic arena, for those who use fire models for day-to-day fire safety engineering, be a smart user. When something does not seem quite right in a simulation, spend some time and put together a simple test case for debugging. Yes, this will cost a bit of time, but it will lead to a better understanding of the model. Consider it an investment that is well worth the time and a small cost to pay to keep these models in the public domain.

## **СИНТЕЗ ОПЕРАЦІЙ КРИПТОГРАФІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ СТРОГОГО СТІЙКОГО КОДУВАННЯ**

Проблемою захисту інформації шляхом її перетворення займається криптологія (kryptos – таємний, logos – наука). Криптологія поділяється на два напрямки – криптографію і криптоаналіз. Цілі цих напрямків є прямо протилежними.

Криптографія займається пошуком і дослідженням математичних методів перетворення інформації.

Сфера інтересів криптоаналізу – дослідження можливості розшифрування інформації без знання ключів.

Криптографія є одним із найбільш потужних засобів забезпечення конфіденційності і контролю цілісності інформації. Вона займає центральне місце серед програмно-технічних регуляторів безпеки [1].

На сьогодні особливо важливим є захист інформації в комп'ютерних системах та мережах.

Захист інформації повинен забезпечувати попередження завдання шкоди внаслідок втрати (розкрадання, знищення, перекручування, підробки) інформації в будь-якому її вигляді. [2].

Серед усього спектру методів захисту даних від несанкціонованого доступу особливе місце займають криптографічні методи. На відміну від інших методів, вони спираються лише на властивості самої інформації і не використовують властивості її матеріальних носіїв, особливості вузлів її обробки, передачі та зберігання. Широке застосування комп'ютерних технологій та постійне збільшення обсягу інформаційних потоків викликає постійне зростання інтересу до криптографії [3,4].

Тому актуальною є розробка криптографічних алгоритмів захисту інформації, які забезпечать максимальну криптостійкість.

Побудова алгоритмів комп'ютерної криптографії базується на використанні операцій криптографічного перетворення інформації. Побудова операцій, які забезпечують строге стійке кодування, приведе до підвищення якості криптографічних алгоритмів та швидкості їх реалізації.

Однією із характеристик криптоалгоритмів є лавинний ефект – поняття в криптографії, яке зазвичай застосовується до блочних шифрів та хеш-функцій. Це важлива криптографічна властивість для шифрування, яка означає, що зміна значення малої кількості бітів у вхідному тексті або в ключі веде до «лавинної» зміни значень вихідних бітів шифротексту.

В алгоритмах з декількома проходами лавинний ефект зазвичай досягається завдяки тому, що на кожному проході зміна одного вхідного біта веде до декількох вихідних [9].

В операціях, які відповідають критерію строгого стійкого кодування, зміна одного розряду вхідної інформації приводить до зміни одного розряду результату, тобто до зміни вихідних бітів з ймовірністю  $\frac{1}{2}$ .

Представивши послідовність наборів дворозрядних даних таку, щоб два сусідніх набори, а також перший і останній набори відрізнялися лише одним розрядом, отримаємо можливість досягнення строгого лавинного ефекту операціями, які відповідають критерію строгого стійкого кодування.

Результат виконання операцій криптографічного кодування в другому раунді не відповідає критерію строгого стійкого кодування, отже, такі операції доцільно використовувати в одному раунді шифрування.

Встановлено, що для дворозрядних операцій криптографічного перетворення інформації неможливо на основі перебору провести аналіз на строге стійке кодування. Використавши таблицю мінімальних кодових відстаней за Хеммінгом для побудови операцій криптографічних перетворень, які відповідають критерію строгого стійкого кодування, забезпечено побудову операцій з заданими властивостями без необхідності проведення їх дослідження на основі повного перебору [5].

Узагальнення отриманих результатів створює можливість побудови методу синтезу операцій криптографічного перетворення за критерієм строгого стійкого кодування.

Отримати строге стійке кодування можна тоді, коли кількість розрядів парна.

В результаті дослідження групи дворозрядних операцій криптографічного перетворення було встановлено, що строге стійке кодування можливе лише тоді, коли мінімальна кодова відстань за Хеммінгом між результатами перетворення буде дорівнювати одиниці. Спираючись на це можна допустити, що для забезпечення строгого стійкого кодування чотирьохрозрядних кодів мінімальна кодова відстань за Хеммінгом повинна дорівнювати 2. Для шестизрядних кодів – 3 і т. д., тобто  $\frac{1}{2}$  довжини розряду.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сучасні телекомунікаційні мережі у цивільному захисті : підручник / [Щербак Г. В., Мельнікова Л. І., Рубан І. В., Садовий К. В., Сумцов А. В.] – Харків, 2007. – 255 с.
2. Малець І. О. Роль та проблеми функціонування телекомунікаційних систем при надзвичайних ситуаціях / І. О. Малець // Електронний науковий архів Науково-технічної бібліотеки Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – Режим доступу до статті : <http://ena.lp.edu.ua>.
3. Яковлев А. В. Криптографическая защита информации / А. В. Яковлев, А. А. Безбогов, В. В. Родин, В. Н. Шамкин – Тамбов : изд-во ТГТУ, 2006. – 140 с.
4. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології: навчальний посібник / В. Ю. Соколов. – К. : Вид-во ДУІКТ, 2010. – 138 с.
5. Квасников В.П. Синтез таблиць мінімальних кодових відстаней по Хеммінгу / В.П. Квасников, В.Н. Рудницький, В.Г. Бабенко // Електроніка та системи управління. – 2006. - №3 (9). – С.47-52.

УДК [614.895.5.621.5]:622-051

*Нуязін О. М., к. т. н., Костенко В. К., д. т. н., проф.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

#### МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМІНУ В ІЗОЛЯЦІЙНОМУ ОДЯЗІ З СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА БЕЗ НЕЇ

Робота рятувальників в екстремальних мікрокліматичних умовах особливо важка, вона пов'язана з небезпекою виникнення теплового перенапруження організму, що може спричинити тепловий удар [1]. Тому дослідження по визначенню реальних параметрів засобів індивідуального протитеплового захисту працівників оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій є актуальним і важливим.



Зовнішній шар костюма – водонепроникний, тильний бік виконаний із тепловідбивного, термостійкого, а лицьовий – із термостійкого матеріалу. Під зовнішнім тепловідбивним шаром розміщений об’ємний теплоізоляційний шар ватину, а під ним – сатинова підкладка. Робочий бік захищений тонким шаром повсті.

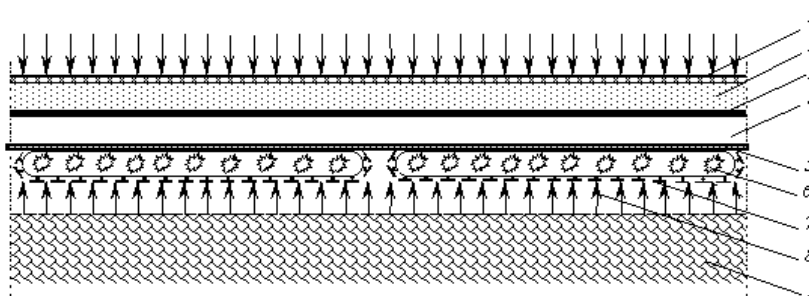


Рисунок 1 – Розрахункова схема системи «довкілля – захисний одяг – людина»: 1 – зовнішній шар; 2 – внутрішній шар; 3 – підкладка; 4, 8 – повітряний прошарок; 5 – внутрішній костюм; 6 – охолоджувальний елемент; 9 – тіло людини.

Динаміка температури в підкостюмному просторі за наявності теплоносія через часовий період (штрихова лінія), а також без його застосування представлена на рис. 2. Графіки побудовано з використанням поданих вище вихідних даних.

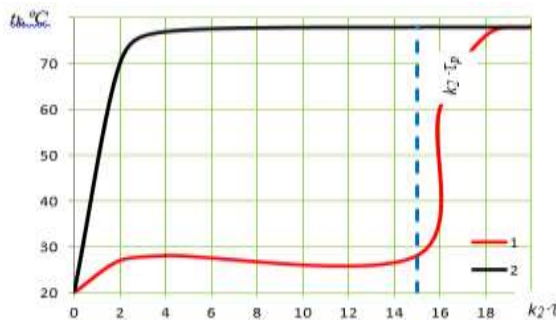


Рисунок 2 – Динаміка температури в підкостюмному просторі: 1 – із використанням теплоносія; 2 – без теплоносія

Згідно з рис. 2, динаміка температури в підкостюмному просторі помітна за зміни  $k_2 t$ , зазвичай, від 0 до 4, при цьому, як і очікувалося, швидкість її наростання значно вища в одязі без застосування теплоносія, а постійна температура в цьому випадку перевищує приблизно в 2,8 разів температуру в костюмі з використанням теплоносія.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Отже, розроблений аналітичний метод допомагає досліджувати процеси тепломасоперенесення в підкостюмному просторі огляду в залежності від впливу зовнішнього середовища, теплового стану організму людини за різного поєднання та кількості шарів із повітряними прошарками в оболонці костюма. Це дає змогу визначити розподіл температури всередині оболонки костюма. Тому такий метод може бути використаний під час проектування засобів індивідуального протитеплого захисту рятувальників, які виконують пожежно-рятувальні, аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко В. К. Дослідження теплофізичних властивостей протитеплового жилету / В. К. Костенко, В. В. Колеснікова, А. І. Морозов // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Львів : ЛДУ БЖД. – № 18. – С. 81–85.

УДК 004.942

*Пустовіт М. О., Придаток К. Ю.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ НА ОСНОВІ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНОГО КЛІТИННОГО АВТОМАТУ**

Для полегшення візуалізації результатів варто запозичити з комп'ютерної графіки термін «воксел», який на екрані комп'ютера відповідає комірці КА.

Для візуалізації тривимірного клітинного автомату існує очевидна складність: у щільноупаковому кубі, яким є приміщення, де протікають процеси неконтрольованого горіння, зовнішні шари загороджують внутрішні. Можливо виділити чотири способи вирішення цієї проблеми:

- видалення (невидимість) неінформативних вокселів [1];
- створення розрідженості, проміжків між вокселями [2];
- використання зрізів (або як ізометричної проекції, або прив'язаних до точки);
- використання анімованих зрізів [1] і вирізів (запозичене з методів візуалізації в біології).

З вищевикладеного приймемо тривимірний КА з фіксацією (locking). Поле КА кубічне, розмір залежить від дискретизації клітинного автомату. Стан комірки КА відомий, отриманий у виразах [3].

Модель візуалізації 3D-воксельного КА кольорозалежна, при чому кольори вибираються за RGB-схемою, значення якої позначаються для зручності цілими числами від 0 до 255 включно, де 0 - мінімальна, а 255 - максимальна інтенсивність. За прозорість комірки клітинного автомату відповідає альфа-канал  $a = \{0..1\}$ .

Призначення кольорів для кожної комірки КА поширення вогню відбувається в залежності від температури в ній, що обраховується за допомогою інтегральної моделі поширення пожежі та маси залишку пожежного навантаження [4].

Прийняті наступні обмеження при візуалізації КА поширення вогню:

- кольорова гамма візуалізації вогню лежить від темно-червоного до білого кольорів, включаючи відтінки червоного та жовтого (255,0,0 – 255,255,0);
- чим вища розрахована в комірці КА температура – тим більше значення інтенсивності кольорів за RGB – схемою.

Призначення кольорів для кожної комірки КА поширення диму відбувається в залежності від  $\mu_m$  – середньооб'ємної оптичної концентрації диму в ній, що обраховується за допомогою інтегральної моделі поширення пожежі.

Обмеження при візуалізації КА поширення диму будуть наступними:

- кольорова гамма візуалізації диму лежить від чорного до білого кольорів, включаючи всі відтінки сірого (255,255,255 – 0,0,0);
- чим більше значення середньооб'ємної оптичної концентрації диму в комірці КА – тим менше значення інтенсивності кольорів за RGB – схемою;
- чим більше значення середньооб'ємної оптичної концентрації диму в комірці КА – тим більше значення альфа-каналу вокселя.

Весь масив використовуваних кольорів RGB схеми занесений до бази даних з метою полегшення розподілу значень при візуалізації КА.

Присвоєння комірці кольору задається виразом (1):

$$C(x, y, z)_t \in \{a = \{0, \dots, 1\}, r = \{255, \dots, 0\}, g = \{\dots, 255, 0\}, b = \{0, 0, 0\}\} \quad (1)$$

де  $C(x, y, z)_t$  – колір комірки КА в точці простору  $(x, y, z)$  на часовому кроці  $t$ ;

$a$  – альфа-канал,

$r$  – червоний канал RGB схеми;

$g$  – зелений канал RGB схеми;

$b$  – синій канал RGB схеми.

Таким чином, множині значень температури комірки КА та середньооб'ємної оптичної концентрації диму в комірці КА відповідає множина значень кольорів RGBA схеми:

$$A(x, y, z)_t \in \{T_c(x, y, z)_t \subseteq \mu_m(x, y, z)_t \subseteq C(x, y, z)_t\} \quad (2)$$

Відповідно до фізичних властивостей матеріалів, що обертаються в процесі неконтрольованого горіння, розподіл максимальної температури може бути різним, а відповідно різним і призначені кольори. Для того щоб уникнути неправильного відображення кольорів диму та вогню варто прийняти наступне припущення – шкала градацій кольорів по температурі приймається за найбільш небезпечним матеріалом, що створює максимальну температуру на пожежі згідно відомих табличних даних. Такий самий підхід варто використати для візуалізації диму на пожежі. Матеріал, який має найбільше значення димотворної здатності вважається еталоном за конкретних умов протікання пожежі для присвоєння шкали градацій сірого кольору.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Матюшкин И. В. Перспективы развития современных средств проектирования клеточных автоматов // Информационные технологии, 2011, № 4. – С. 8–12.
2. Graw F., Regoes R. R. Investigating CTL Mediated Killing with a 3D Cellular Automaton // PLoS Comput. Biol., 2009, 5(8): e1000466.
3. Пустовіт М.О. Моделювання поширення пожежі всередині будівель у тривимірному просторі методом клітинних автоматів / Збірник наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку», - випуск №1 (25) - Харків: 2013, с. 126-130.
4. Пустовіт М.О. Моделювання процесів припинення горіння методом клітинних автоматів / Інформатика та математичні методи в моделюванні, збірник наукових праць Одеського національного політехнічного університету, том 3, №3 – Одеса: 2013, с. 258-266

УДК 004.056

*Харін О. О.,*

*Черкаський державний технологічний університет*

#### **ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ФАКТОРІАЛЬНОГО КОДУВАННЯ З ВИЯВЛЕННЯМ ТРАНСПОЗИЦІЙ**

Інформаційні технології відіграють значну роль у попередженні, а також усуненні наслідків виникнення надзвичайних ситуацій. Серед них слід виділити пожежі природного та техногенного характеру, що є досить поширеним явищем в Україні. Так, наприклад, за даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли з територіальних органів управління ДСНС України протягом 8 місяців 2017 року в Україні зареєстровано 63377 пожеж.

Інформаційне забезпечення пожежної безпеки включає багато аспектів, серед яких виділимо розслідування причин виникнення пожеж. Особливістю цього виду інформаційного забезпечення є необхідність збирання, обробки, зберігання та транспортування по канал зв'язку інформації з обмеженим доступом. Тому актуальною є задача забезпечення захисту від несанкціонованого читання такої інформації, а також захисту від помилок, що виникають в каналах зв'язку.

Результати досліджень, що наведені в [1, 2, 3], показують ефективність використання факторіальних кодів у вирішенні задач контролю цілісності інформації, що полягає у забезпеченні захисту від помилок в каналах зв'язку і захисту від нав'язування хибних даних, та криптографічного захисту. В основі цих кодів лежить побудова перестановок на основі факторіальної системи числення.

Факторіальним кодом з відновленням даних за перестановкою (ФКВД) називається несистематичний код, в якому носієм інформаційної послідовності з  $k$  біт є перестановка чисел порядку  $M$ , що обирається з умови  $M! \geq 2^k$ , обчислена по всім бітам вхідної послідовності. ФКВД забезпечує криптографічний захист та захист від помилок в каналі зв'язку, а також має здатність до самосинхронізації і не потребує маркера для розділення блоків під час сеансу зв'язку. У [2] також показано, що ФКВД вразливий до помилок парної кратності, які призводять до трансформації однієї перестановки дозволеної множини в іншу, тобто до транспозиції символів перестановки.

З метою підвищення стійкості ФКВД до помилок, що призводять до транспозицій символів перестановки, розроблено новий спосіб факторіального кодування, який будемо називати факторіальним кодуванням з виявленням транспозицій (ФКВТ). ФКВТ використовує для перенесення слів джерела тільки перестановки з числом інверсій  $N(\pi)$ , що належать заданому класу лишків  $r_q$  за модулем  $q$ , тобто  $N(\pi) \bmod q = r_q$ , де  $2 \leq q \leq \frac{M(M-1)}{2} + 1$ ,  $0 \leq r_q \leq q - 1$ . При цьому для парних значень  $q$  за рахунок виявлення всіх перестановок символів з непарним числом транспозицій такий підхід дозволяє виявляти всі двократні помилки в блоці даних, що приводить до підвищення достовірності передачі даних. Число біт  $k$  в інформаційному векторі визначається в залежності від потужності  $\mu_{q,r}$  використовуваної частини перестановок порядку  $M$  таким чином, щоб  $2^k \leq \mu_{q,r}$ . Використовувана частина перестановок (клас лишків  $r_q$ ) визначається виходячи з необхідної величини підвищення достовірності передавання та допустимої втрати швидкості коду. Так, наприклад, якщо потрібно використовувати тільки перестановки з парною кількістю інверсій, тобто  $q = 2$ ,  $r_q = 0$ , то для порядку перестановки  $M = 8$  значення  $k = \lceil \log_2 M! \rceil - 1 = 14$ .

Для підтвердження ефективності запропонованого способу кодування було розроблено програмну імітаційну модель, що дало змогу накопичити необхідну статистику і оцінити швидкість коду та ймовірність помилкового декодування у порівнянні з ФКВД. Результати моделювання підтверджують, що ФКВТ виявляє всі помилки, що призводять до транспозиції однієї пари символів перестановки, що в свою чергу дозволяє підвищити достовірність передачі даних за рахунок незначного падіння швидкості коду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фауре Э.В. Факториальное кодирование с восстановлением данных / Э.В. Фауре // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2016. – №2. – С. 33-39.
2. Фауре Э.В. Контроль целостности информации на основе факториальной системы счисления / Э.В. Фауре, В.В. Швыдкий, А.И. Щерба // Journal of Qafqaz University. Mathematics and computer science. – 2016.
3. Пат. 117004 Україна, МПК H03M 13/09 (2006.01), H04L 1/16 (2006.01), G04C 1/06 (2006.01). Спосіб факторіального кодування з відновленням даних / Фауре

Е.В., Харін О.О., Швидкий В.В., Щерба А.І. ; заявник та патентовласник Черкаський державний технологічний університет. – № u201613641 ; заявл. 30.12.2016; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11.

*Тарасенко О.А., д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник науково-дослідного центру, Мелещенко Р.Г., Мунтян В.К.  
Національний університет цивільного захисту України*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЇ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ І ПРОВЕДЕННІ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ**

Застосування пожежної авіації дозволяє за рахунок раннього виявлення пожежі та оперативності доставки великої кількості вогнегасних речовин різко скоротити площу горіння, а також запобігти поширенню пожежі на населені пункти, в тому числі у важкодоступній гірській місцевості, в зоні об'єктів підвищеної небезпеки та на ділянках лісового фонду, забруднених радіонуклідами. Також авіація залучається для ліквідації масштабних високоінтенсивних чагарниково-трав'яних пожеж.

Ліквідація пожежі за допомогою авіації можлива у формі прямої атаки (тобто гасіння кромки пожежі) і непрямой атаки - тобто локалізації області пожежі, яка в ідеалі повинна складатися з безперервного ланцюга водяних плям, що утворює протипожежний бар'єр з перезволоженого рослинного горючого матеріалу. У реальності ж, між водяними плямами утворюються розриви, які усуваються наземними силами тими способами і засобами, які дозволяють здійснювати їх бойові можливості. Таким чином, створення безперервного перезволоженого бар'єру здійснюється шляхом взаємодії наземних і авіаційних сил пожежогасіння.

Маючи ряд істотних переваг перед наземними силами і засобами пожежогасіння, пожежна авіація вимагає більших витрат. На озброєнні ДСНС України перебувають пожежні літаки Ан-32П, які неодноразово застосовувалися для боротьби з природними пожежами як на території України, так і за її межами.

Пожежний літак Ан-32П оснащений системою миттєвого скидання, що дозволяє здійснювати скидання восьми тонн води, а практика його використання показує, що даний літак доцільніше використовувати для локалізації, ніж для гасіння пожеж.

Конструкційні особливості системи скидання води літака Ан-32П і невеликий обсяг резервуарів призводять до утворення набагато більш компактних водяних плям, а недостатня прицільність не гарантує можливості формування безперервного протипожежного бар'єру серією послідовних скидів. Це призводить до необхідності ліквідації виникаючих розривів між водяними плямами за допомогою наземних сил.

Для розрахунку сил і засобів для ліквідації природних пожеж керівник гасіння повинен оперувати значенням швидкості (продуктивності) створення бар'єру (швидкості локалізації пожежі). У той же час, вказана швидкість залежить від інтенсивності пожежі, продуктивності наземних бойових одиниць, а також від параметрів, пов'язаних із застосуванням пожежного літака - прицільності скидів, характеру розподілу шару води в межах окремої водяної плями, величини розривів між плямами. Останні чинники залежать від параметрів скидання води з пожежного літака, а саме - від висоти скидання і дистанції між послідовними точками прицільовання.

У зв'язку з цим обґрунтовано параметрів скидання води з пожежних літаків Ан-32П для максимізації швидкості створення безперервного протипожежного бар'єру при локалізації природної пожежі спільними зусиллями авіаційних і наземних протипожежних сил [1].

Однією з складових проведення аварійно-рятувальних операцій є пошук людей, що зазнали лиха, або так званих об'єктів пошуку. При невизначеності міста аварії/катастрофи або місцезнаходження потерпілих площа пошуку може сягати значної величини (при пошуку уламків повітряних чи морських суден, ушкоджень трубопроводів, рятувальних човнів з жертвами корабельної аварії тощо) і тому

пошукові операції доцільно здійснювати за допомогою пошуково-рятувальних повітряних суден (ПРПС). Пошук в окремих випадках здійснюється за допомогою радіотехнічних методів, але найчастіше – шляхом прямого візуального огляду екіпажем ПРПС зони спостереження або аналізом зображень, що транслюються з безпілотних літальних апаратів.

Порядок проведення візуального пошуку за допомогою ПРПС регламентується нормативними документами, в яких пропонується декілька схем: секторний пошук; за квадратом, що розширюється; з обстеженням лінії шляху; з паралельним оглядом (гребінка); за хвилеподібною лінією (паралельне галсірованіє); контурний пошук навколо гір.

Візуальний пошук з літака рекомендовано здійснювати на висоті 500-600 м, з гвинтокрилу – на висоті 200-300 м над поверхнею.

Вказані документи містять деякі рекомендації щодо параметрів пошуку, а саме, - висувається вимога про 25% перекриття смуг обзору, хоча сама ширина смуги визначається досить довільно, оскільки зрозуміло, що її величина залежить від багатьох факторів.

Таким чином нормативні документи не містять значення параметрів проведення візуального пошуку за допомогою пошуково-рятувальних повітряних суден, їх залежності від умов пошуку та параметрів об'єктів пошуку і питання щодо їх наукового обґрунтування залишається відкритим.

У зв'язку з цим обґрунтовано [2] підхід для розрахунку параметрів авіаційних аварійно-рятувальних операцій при застосуванні візуального пошуку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мелешенко Р.Г. Підвищення ефективності застосування пожежних літаків Ан-32П при локалізації природних пожеж / Р.Г. Мелешенко, В.К. Мкнтян, О.А. Тарасенко // Харків: НУЦЗ України, 2016. – 108 с.
2. Meleschenko R.G. Justification of the approach for calculating the parameters of aviation emergency and rescue operations when using visual search / R.G. Meleschenko, V.K. Muntyan, O.A. Tarasenko // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2017. – Вип. 25. С. 67-72.

*Змага Я. В., к. т. н., Новгородченко А. Ю., ад'юнкт, Медвідь Б. Ю., ад'юнкт,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ**

Процеси горіння деревини є однією з найважливіших складових пожеж об'єктів, на початку ХХ ст. були покладені в основу створення схеми розвитку пожежі. В 1916 році вперше була введена концепція вогнестійкості, заснована на спостереженнях за температурами горіння деревини. Як відомо, вогнестійкість характеризує здатність елемента будівельної конструкції виконувати функції перешкоди під час пожежі. На підставі даної концепції була побудована стандартна крива розвитку температури пожежі залежно від часу [1].

У наш час великої популярності набуває сухе будівництво. Серед усіх видів конструктивного способу вогнезахисту виконання робіт сухим способом (обшивка вогнетривкими плитами) є найбільш універсальним в зв'язку з перевагами сухого будівництва над традиційними мокрими проектами [2].

Один із видів конструктивного способу вогнезахисту елементів (вогнезахисне облицювання) дерев'яних конструкцій є обшивка вогнетривкими плитами дерев'яних балок, а саме досліджували вогнестійкість OSB плит (багатошарові плити, виготовленні з деревинної стружки з додаванням клею), у зовнішніх шарах яких, стружка направлена вздовж довжини плити, а у внутрішньому шарі її може бути розташовано впоперек, орієнтованою, як правило під прямим кутом до стружки зовнішнього шару.

Існують чотири основних види стружкових плит - OSB1, 2, 3 і 4, вони відрізняються своїми технічними характеристиками і, як наслідок, призначенням і областю застосування [4].

Для проведення експериментального дослідження відповідно стандарту [3] ми використовували:

- Випробувальна піч - установка для проведення вогневих випробувань (камера зі сталевого корпусу з розмірами 500×500×500 мм, отвір діаметром 60 мм для встановлення сопла газового пальника ГВ «ДОНМЕТ» 231;

- Зразок для випробувань на вогнестійкість - як матеріал використовується сушена сосна 70×50×350 мм, для фрагмента покриття використовується клеєна фанера товщиною 16 мм і розміром 350×350 мм., для облицювання використовуються вогнестійкі деревно-стружкові плити OSB-3 Kronospan 2500x1250x12мм;

- Засоби виміральної техніки - хромель-алюмелеві термопари ТХА-VIII), які можна використовувати для вимірювання температури в діапазоні від 0 до 1100 °С; для зняття цифрових значень температури в місцях установки термопар використовувалися вторинні електронні прилади у комплекті із Digital multimeter DT 700C і Digital multimeter DT 838C;

- Обладнання для проведення фото та відео зйомок.

Даний процес експериментального випробування вогнестійкості елементів дерев'яних конструкцій з вогнезахисним облицюванням показано на рис 1.

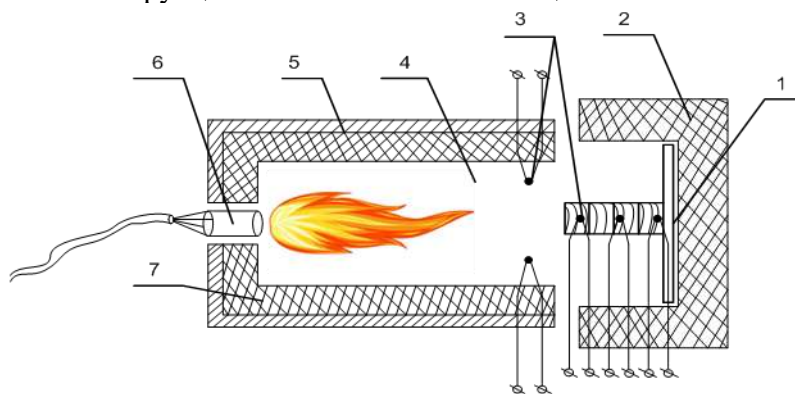


Рис.1. Експериментальна установка для вогневих випробувань зразків-фрагментів дерев'яних балок: 1 – зразок для дослідження, 2 – теплоізоляція зразка; 3 – місця установки термопар; 4 – камера теплового впливу печі; 5 – корпус печі; 6 – газовий пальник; 7 – теплоізоляція камери теплового впливу печі.

Таким чином, з метою отримання достовірних даних експерименту потрібно дотримуватись переліку підготовчих робіт, проведення вогневих випробувань дотримуючись програми експериментальних досліджень, а також вимірювання та спостереження під час проведення випробування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієнко В. М., Бут В. П., Жартовський В. М., Жартовський С. В., Маладика І. Г., Цапко Ю. В. Вогнезахист деревини та виробів з неї: Навчальний посібник. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2009.- 254 с.
2. Захарченко П. В., Гавриш О. М., Карпенко О. О., Петухова О. М. «Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: вогнезахист будівельних конструкцій.» Навчальний посібник. КНУБА – К.: «СПД Павленко», 2012. – 392 с. ISBN 978-966-2370-18-8.
3. ДСТУ Б В.1.1-4-98\* Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.
4. Керівництво з експлуатації OSB 16.21.13-16.00 KE ТОВ «Кроно-Україна» 2015 р.

## **ЗМІСТ**

### ***Секція 1. Прикладні наукові аспекти прогнозування та запобігання надзвичайних ситуацій, пов'язаних із пожежами***

<i>Калиновський А. Я., Коваленко Р. І.</i> АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ШТАТНОЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ФОРМУВАНЬ ЗА КОРДОНОМ .....	4
---	---



<i>Пархоменко В.-П. О., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М.</i> ВИСОКА ОПІРНІСТЬ ДО ТЕРМООКИСНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ЯК ПЕРЕДУМОВА ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ МЕТАЛУМІСНИХ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ.....	6
<i>Мельник О. Г., Мельник Р. П.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГРУПОВОГО УРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖ У ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ .....	7
<i>Назаренко С. Ю., Чернобай Г. О.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ НАПІРНИХ ПОЖЕЖНИХ РУКАВІВ .....	8
<i>Білошицький М. В., Жартовський С. В., Копильний М. І., Корнієнко О.В., Ліхнівський Р.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАГОРОДЖУВАЛЬНИХ СМУГ ДЛЯ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПОЖЕЖ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕЧОВИН З ВОГНЕЗАХИСНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ .....	10
<i>Білошицький М. В., Кравченко Н. В., Ніжник В. В., Скоробагатько Т. М., Семичаєвський С. В., Тесленко О. М.</i> ВИСВІТЛЕННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 У ПОСІБНИКУ ПО ПРАКТИЧНОМУ ЗАСТОСУВАННЮ ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ .....	12
<i>Саєнко Н. В., Демідов Д. В., М'ягих М. О.</i> ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОРОВІСНИХ АНТИПРЕНІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНИХ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ.....	14
<i>Ємельяненко С. О., Щербина О. М.</i> ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ В СИСТЕМІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ .....	16
<i>Качкар Є. В.</i> АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ ТАКТИКИ ДІЙ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖ У БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ.....	18
<i>Грушовінчук О. В., Бобир А. С., Кириченко Є. П.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СВІТОВОГО ДОСВІДУ.....	20
<i>Журбинський Д. А., Тарасенко А. В., Куліца О. С., Соловей Є. О.</i> ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ, ЯК ПРІОРІТЕТНЕ ПИТАННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ ТА СУСПІЛЬСТВА.....	22
<i>Осяев В. А.</i> РАСЧЕТ СРЕДНЕОБЪЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ В КОРИДОРАХ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ПОЖАРА .....	23
<i>Гасанов Х. Ш.</i> ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ, ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ .....	25
<i>Луценко Ю. В., Яровой Е. А., Кулык Э. Р.</i> ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ НА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ ПОЛУЧАЕМЫХ ГАЗОВ.....	27
<i>Бузук А. В., Яблонская А. В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ И ПЛИТ КРЕПЛЕНИЯ.....	29
<i>Березовський А. І., Тараненко І. С.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ВОГНЕВІБРОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	31
<i>Ковальов А. І., Ведула С. А.</i> ПРОГНОЗОВАНИЙ СТРОК ПРИДАТНОСТІ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	33
<i>Костенко Т. В., Майборода А. О., Костирка О. В.</i> ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАХИСНОГО РЕСУРСУ ПРОТИТЕПЛОВИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РЯТУВАЛЬНИКІВ.....	35

<i>Магльована Т. В., Ножко І. О.</i> ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ НА ОСНОВІ СОЛЕЙ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДИНУ .....	36
<i>Мигаленко О. І., Дивущак Я. М.</i> ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ НА ВОДІЯ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ .....	37
<i>Новак С. В., Новак М. С., Григор'ян Б. Б.</i> ВАЛІДАЦІЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ .....	38
<i>Новак С. В., Круковский П. Г.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	40
<i>Пархоменко В.-П. О., Лавренюк О. І., Михалічко Б. М.</i> ВИСОКА ОПІРНІСТЬ ДО ТЕРМООКИСНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ЯК ПЕРЕДУМОВА ЗНИЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ МЕТАЛУМІСНИХ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ .....	42
<i>Снісаренко А. Г.</i> ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ КУРСАНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕХНІКИ ТА ЗАСОБІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....	43
<i>dr. Katalin FARKAS</i> WHAT WE'RE LEARNING ABOUT ENGINEERING HUMAN RESPONSE IN FIRE .....	45
<i>Цвіркун С. В.</i> ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ .....	46
<i>Цинкуш О. С., Рудешко І. В.</i> ПРОГНОЗУВАННЯ ШВИДКОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПО ПУСТОТАХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.....	48
<i>Отрош Ю. А., Мошенець К. О.</i> КОНСТРУКТИВНА БЕЗПЕКА ТА ЖИВУЧІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	50
<i>Феицук Ю. Л.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОЛОН З ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ В УМОВАХ ПОЖЕЖІ.....	51
<i>Беликов А. С., Налісько Н. Н.</i> ПАРАМЕТРИ МАКРОКИНЕТИКИ ГОРЕННЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЧИСЛЕННОМ РАСЧЕТЕ АВАРИЙНЫХ ВЗРЫВОВ .....	54
<i>Беліков А. С., Шаломов В. А., Корж Є. М., Рабіч О. В., Маладика І. Г.</i> ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ ВОГНЕЗАХИСНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ПІДВИЩЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	56
<i>Росточило Н. В.</i> ЗАЩИТА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗДАНИЯХ ПРИ ЭМИССИИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ: ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ, ЭКСПЕРИМЕНТ.....	58
<i>Діброва О. С., Барановський О. С., Кириченко О. В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ ТЕМПЕРАТУРИ І СКЛАДУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПІРОТЕХНІЧНИХ СУМІШЕЙ .....	59
<i>Дубінін Д.П., Лісняк А.А.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ В ПРИМІЩЕННЯХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	60
<i>Кириченко О.В., Зайка П.І., Садлінський Ю.М.</i> ГОРІННЯ КОНДЕНСОВАНИХ НІТРАТНО-МАГНІЄВИХ СИСТЕМ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ЗОВНІШНІХ ТИСКАХ....	62
<i>Хілько Ю.В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ВОГНЕГАСНОГО ПОРОШКОВОГО СКЛАДУ ПРИ ГАСІННІ ПОЖЕЖІ.....	64
<i>Шкарабура І.М., Маладика І.Г.</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ.....	66
<i>Антошкін О.А.</i> ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ ЯК ЗАДАЧІ ПОКРИТТЯ.....	68

**Секція 2. Технології пожежної та техногенної безпеки**

<i>Заюков І. В., Кобилянський О. В.</i> ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОЇ «РОЗУМНОЇ ТЕХНІКИ» В ПОЖЕЖОГАСІННІ.....	70
<i>Словінський В. К., Пальчинська В. С.</i> РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИРІШЕННЯ МІЦНІСНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ОЦІНКИ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ.....	71
<i>Фесенко О. О., Лисюк В.М.</i> ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ЗЕРНОСУШАРОК.....	73
<i>Ференц Н. О.</i> КАТЕГОРУВАННЯ ГАРАЖІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛІВ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ .....	75
<i>Герасименко Р. І., Черненко О. М., Пархоменко Т. В.</i> ДО ПИТАННЯ ПРО СТАН ТА РІВЕНЬ НЕБЕЗПЕК В СУЧАСНІЙ ДЕРЖАВІ .....	76
<i>Мотрічук Р. Б., Кириченко О. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РОЛІ ДЕРЖАВНОЇ І НЕДЕРЖАВНОЇ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	78
<i>Куценко С. В., Землянський О. М.</i> ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ ПРИ ПЕРЕРІЗАННІ БАГАТОЖИЛЬНИХ ПРОВОДІВ .....	79
<i>Мосов С. П.</i> БЕЗПЛОТНІ ЛІТАЛЬНІ АПАРАТИ ЯК ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖ ТА МОЖЛИВИХ МІСЦЬ ЇХ ВИНИКНЕННЯ.....	80
<i>Антонюк М. С., Григор'ян Б. Б.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГПСОВИМИ ПЛИТАМИ .....	84
<i>Головченко С. І., Загороднюк В. С.</i> ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА ТА КОНТРОЛЬ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	85
<i>Зайка П. І., Зайка Н. П.</i> ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ПІДРОЗДІЛАХ ДСНС УКРАЇНИ.....	88
<i>Ковальов А. І., Олійник І. Я., Станько Я. Я.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ МЕТАЛЕВИХ ПОВІТРОПРОВОДІВ .....	89
<i>Костенко Т. В.</i> ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕРМОВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ПІДОДЕЖНОМУ ПРОСТОРІ РЯТУВАЛЬНИКІВ.....	91
<i>Кришталь М. А., Нуянзін О. М., Добростан О. В., Самченко Т. В.</i> ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	93
<i>Іщенко І. І., Манільчук М. В.</i> ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЙ ДЛЯ УСУНЕННЯ ЇХ НАСЛІДКІВ .....	94
<i>Мигаленко К. І.</i> ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СУШІННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОРФУ .....	96
<i>Точенький Н. Н., Пастухов С. М.</i> О НЕОБХОДИМОСТІ РАЗРАБОТКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ПО СНИЖЕННЮ РИСКА БЕДСТВИЙ.....	99
<i>Хаткова Л. В., Дагіль В.Г.</i> ОЦІНЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	102
<i>Хаткова Л. В., Матюха Р. О.</i> ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ.....	105
<i>Бузук А. В., Яблонская А. В.</i> УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ .....	107
<i>Чен Ю. В., Яковчук О. В., Рудешко І. В.</i> ПУСТОТИ В БУДІВЛЯХ, ЯК ШЛЯХИ ПРИХОВАНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПОЖЕЖ .....	109

<i>Семичаєвський С. В., Огурцов С. Ю.</i> УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ МАСОВОЇ ШВИДКОСТІ ВИГОРАННЯ ГОРЮЧИХ РІДИН .....	110
<i>Самченко Т., Ратушний О.</i> ГАРМОНІЗАЦІЯ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ У СФЕРІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ .....	112
<i>Тищенко А. М., Беликов А. С., Шаранова Ю. Г., Улитина М. Ю., Рагимов С. Ю.</i> ЦЕЛЕВЫЕ ФУНКЦИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ .....	114
<i>Беликов А. С., Шаломов В. А., Андреева А. В., Тищенко А. М., Маладыка И. Г.</i> СИСТЕМА ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ НА РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ ПО «ПРИДНЕПРОВСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД» .....	116
<i>Беляева В. В., Якубовская З. Н.</i> ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИЯХ.....	118
<i>Беляев Н. Н., Римек Я. Е., Калашиников И. В.</i> ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ .....	119
<i>Амеліна Л. В.</i> ЧИСЕЛЬНИЙ ПРОГНОЗ НАСЛІДКІВ ВИТОКУ АМІАКУ НА АМІАКОПРОВІДІ «ТОЛЬЯТТИ-ОДЕСА».....	120
<i>Бунько Т. В., Кокоулин И. Е., Мирошниченко В. В.</i> МЕТОДОЛОГИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АВАРИЙ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....	121
<i>Мельник В. П., Єрошевич М. М.</i> СТАНДАРТИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ .....	123
<i>Мельник В. П., Сейдаметова Ш. С.</i> КОНТРОЛЬ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ.....	125
<i>Яценко И. А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ РИСКОВ В СИСТЕМАХ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ .....	126
<i>Бунько Т. В., Шишов М. В.</i> ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ .....	128
<i>Долина Л. Ф., Козачина В. А., Саливончик Д. П.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В СЛУЧАЕ АВАРИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ .....	130
<i>P. Rajca, K. Łukasiak</i> ANALYSIS OF HAZARDS IN THE METALLURGICAL INDUSTRY ON EXAMPLE OF SELECTED POSITIONS OF STEEL WORKS .....	131
<i>Magdalena Kocyba, Wojciech Malek, Adrian Pyrek</i> BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE UŻYTKOWANIA URZĄDZEŃ GRZEWCZYCH MAŁEJ MOCY ENVIRONMENTAL SAFETY OF LOW-POWER HEATING DEVICES .....	136
<i>Chubina A. S.</i> EXPERIENCE OF GERMANY IS FOR DECENTRALIZATION IN UKRAINE AND FIRE SERVICE.....	143
<i>Биченко А. О., Нунянзін В. М., Пустовіт М. О., Загороднюк В. С.</i> ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКІВ МАСШТАБІВ МОЖЛИВИХ АВАРИЙ НА ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБЄКТАХ ТА ТРАНСПОРТІ.....	145
<i>Бондаренко С. М., Христич В. В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОЗИЦІЙНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ОСЕРЕДКУ ПОЖЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНОГО СПОВІЩУВАЧА ПОЛУМ'Я.....	147
<i>Гарбуз С. В., Ликов А. М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАЦІЇ НАФТОПРОДУКТ.....	149
<i>Гаркавий С. Ф., Ножко І. О., Загороднюк В. С.</i> ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	151

<i>Гаркавий С. Ф., Ножко І. О., Загороднюк В. С.</i> ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ – ЯК КРОК ДО ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ.....	153
<i>Гаркавий С. Ф., Головченко С. І., Загороднюк В. С.</i> ЕКОЛОГІЧНА КРИЗА В УКРАЇНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ТЕХНОГЕННУ БЕЗПЕКУ.....	155
<i>Гаркавий С. Ф., Нуязін В. М., Загороднюк В. С.</i> МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО У ГАЛУЗІ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ.....	156
<i>Григоренко О. М., Цой Л. О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРЮЧОСТІ ТА КРАТНОСТІ СПУЧУВАННЯ ЕПОКСИАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ ВІД ВМІСТУ АМОФОСУ ТА ТРИГІДРАТУ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ.....	158
<i>Дурсєєв В. А.</i> РІВНЯННЯ ДИНАМІКИ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ТЕПЛОВОГО ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА.....	160
<i>Катунін А. М., Асадов Д. К.</i> ЗАСТОСУВАННЯ ДИФРАКЦІЙНО ВІДБИВНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ЗАГОРЯНЬ.....	161
<i>Кулаков О. В., Лісін О. С.</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ.....	163
<i>Липовий В. О., Задерейко А. В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ НАФТОЗАЛИШКІВ У ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРАХ.....	165
<i>Липовий В. О., Лаврінченко І. В.</i> АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЯХ.....	167
<i>Олійник В. В., Гончаренко Я. О.</i> ВТРАТИ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ВИПАРІ ЇХ В НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ З РЕЗЕРВУАРІВ ЗІ СТАЦІОНАРНОЮ ПОКРИВЛЕЮ.....	169
<i>Сенчихин Ю. Н., Остапов К. М.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДИСТАНЦИОННОЙ ДОСТАВКИ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ К ОЧАГАМ ВОЗГОРАНИЯ.....	171
<i>Роянов О. М., Кравченко Є. С.</i> БАГАТОПАРАМЕТРИЧНІСТЬ ПРОЦЕСУ ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ ЗБЕРІГАННЯ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ПЕРЕД ПРОВЕДЕННЯМ НА НИХ РЕМОНТНИХ РОБІТ.....	173
<i>Сыровой В. В.</i> ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТАКТИКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ СОСТАВАМИ.....	175
<i>Сировой В. В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	177
<i>Тригуб В. В.</i> ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ЗРУЙНОВАНИХ БУДИНКАХ.....	179
<i>Бунько Т. В., Шишов М. В.</i> ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ.....	181

### **Секція 3. Інформаційні технології та математичні моделі у вирішенні проблем попередження надзвичайних ситуацій**

<i>Чубань В. С.</i> ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....	184
<i>Попов В. М., Чуб І. А., Гудак Р. В.</i> КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ПІДСИСТЕМ ЄДИНОЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ .....	185
<i>Мотрічук Р. Б., Кириченко О. В.</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ДОДАТКОВИХ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ МІСЦЕВИХ ПОЖЕЖНИХ КОМАНД ТА ДОБРОВІЛЬНИХ ПРОТИПОЖЕЖНИХ ФОРМУВАНЬ НА ПРИКЛАДІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	187
<i>Чубіна Т. Д.</i> ІННОВАЦІЙНІ ФОРМИ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ ПРОПАГАНДИ	

ПРИ НАВЧАННЯ ПРАВИЛ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ В МОЛОДШОМУ ШКІЛЬНОМУ ВІЦІ .....	188
<i>Сологуб П. Д., Частоколенко І. П., Марченко А. П.</i> ВИБІР, АНАЛІЗ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ, ВЕДЕННЯ ТА РОЗРАХУНКУ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРОГРАМНИМИ ЗАСОБАМИ.....	191
<i>Томенко М. Г., Томенко В. І.</i> ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДУ ПОБУДОВИ ТОПОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ МІЖ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ .....	192
<i>Мирошник О. М., Землянський О. М.</i> ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ У ВИЗНАЧЕННІ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ПОДАЮТЬ ВОДУ СПОСОБОМ ПЕРЕКАЧУВАННЯ .....	194
<i>Мирошник О. М., Черниш Р. А., Кульбач А. А., Ключко Р. В.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ЖИТЛОВИХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ.....	195
<i>Сологуб П. Д., Частоколенко І. П., Марченко А. П.</i> ПРОГРАМУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВИГРАШУ В ДЕРЖАВНІЙ ЛОТЕРЕЇ «ЛОТО ЗАБАВА» .....	197
<i>Куліца О. С., Журбинський Д. А., Тарасенко А. В., Корчака О. М.</i> ЦІЛІСНІСТЬ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД КІБЕРАТАК.....	199
<i>Dawid Juchitowicz</i> COLLECTIVE BEHAVIOUR IN EVACUATION PROCESSES.....	200
<i>Агрич Р. В., Болжаларський К. В., Нуянзін О. М.</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИПРОБУВАНЬ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ НЕСУЧОЇ СТІНИ ПРИ СТАНДАРТНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМІ ПОЖЕЖІ .....	202
<i>Дендаренко В. Ю.</i> РИЗИКОУТВОРЮЮЧІ ФАКТОРИ .....	204
<i>Milan Dubravac</i> THE CHALLENGE OF MAINTAINING FDS AND CFAST1 .....	205
<i>Нестеренко О. Б., Нестеренко А. А.</i> СИНТЕЗ ОПЕРАЦІЙ КРИПТОГРАФІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ СТРОГОГО СТІЙКОГО КОДУВАННЯ.....	207
<i>Нуянзін О. М., Костенко В. К.</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМІНУ В ІЗОЛЯЦІЙНОМУ ОДЯЗІ З СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА БЕЗ НЕЇ .....	208
<i>Пустовіт М. О., Придаток К. Ю.</i> ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ НА ОСНОВІ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНОГО КЛІТИННОГО АВТОМАТУ .....	210
<i>Харін О. О.</i> ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ФАКТОРІАЛЬНОГО КОДУВАННЯ З ВИЯВЛЕННЯМ ТРАНСПОЗИЦІЙ.....	211
<i>Тарасенко О.А., Мелещенко Р.Г., Мунтян В.К.</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЇ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ І ПРОВЕДЕННІ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ.....	213
<i>Змага Я. В., Новгородченко А. Ю., Медвідь Б. Ю.</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ.....	214

*Наукове видання*

*«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»*

*Матеріали*

*VII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною  
участю*

*20 – 21 жовтня 2017 року*

**Надзвичайні ситуації: безпека та захист: Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2017. – 224 с.**

**За зміст вміщених у збірнику матеріалів відповідальність несуть автори.  
Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії та пунктуації.**

Підписано до друку 13.10.2017. Обл.-вид. арк. 10,6.  
Замовлення № 71.



