



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ



Матеріали  
VI Міжнародної науково-практичної конференції

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

21 – 22 жовтня 2016 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;

**Ковальов А. І.** – начальник факультету пожежної безпеки Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. т. н., старший науковий співробітник;

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

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

**Отрош Ю. А.** – доцент кафедри будівельних конструкцій Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, к. т. н., доцент.

**Надзвичайні ситуації: безпека та захист:** Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. // – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2016. – 156 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 № 4 від 06.10.2016)*

*Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі експертною комісією  
інституту з титань тасмниць  
(протокол № 55 від 26.09.2016)*



### **Шановні колеги!**

Щиро вітаю вас із відкриттям VI Міжнародної науково-практичної конференції **«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»**, яка відбувається в період інтеграції вищої освіти України до Європейського простору, про що свідчить прийняття інституту до Європейської асоціації навчальних закладів пожежних служб (ЄАНЗПС). Прийняття нашого навчального закладу до ЄАНЗПС дозволить використовувати європейський досвід під час підготовки фахівців у сфері пожежної безпеки та цивільного захисту, а також сприятиме розробці спільних концепцій і стандартів у зазначених галузях.

Для успішного здійснення процесів модернізації освітньої сфери важливого значення набуває поєднання освіти з наукою з метою підготовки висококваліфікованих фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Наука є основною рушійною силою національної безпеки, фактором впливу на організаційний, управлінський, технічний і технологічний рівні розвитку всіх сфер діяльності ДСНС України та системи цивільного захисту в цілому.

Зважаючи на актуальність питань, що передбачені для обговорення під час цієї конференції, переконаний, що фахові доповіді, повідомлення, діалоги та дискусії будуть сприяти розвитку вітчизняної науки у світлі сучасних завдань з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, про що свідчать тематичні напрями роботи секцій.

Переконаний, що професіоналізм, знання, досвід і високі людські якості наших провідних фахівців, наукових, науково-педагогічних та практичних працівників, а також освітній та технологічний потенціал країни створюють усі можливості ефективно модернізувати освіту й науку України до найвищого європейського рівня.

Бажаю учасникам міжнародної науково-практичної конференції плідної роботи та нових творчих здобутків на теренах професійної діяльності!

Виконуючий обов'язки начальника  
Черкаського інституту пожежної безпеки  
імені Героїв Чорнобиля Національного  
університету цивільного захисту України  
кандидат технічних наук, професор  
**О. М. Пищенко**

*М. М. Семерак, д. т. н., проф., Р. С. Яковчук, к. т. н.,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності;  
С. В. Поздєєв, д. т. н., проф.,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА РЕЗЕРВУАРИ ІЗ НАФТОПРОДУКТАМИ**

Зростання споживання енергоресурсів, в тому числі нафтопродуктів і інших горючих рідин вимагає вирішення актуальних науково-практичних завдань забезпечення пожежної безпеки об'єктів їх зберігання та транспортування. При зберіганні нафтопродуктів на складах паливно-мастильних матеріалів використовуються вертикальні сталеві резервуари. Щодо проектування та резервуарів на нафтоосховищах існують рекомендації [1]. Для моделювання теплового впливу пожежі на резервуари із нафтопродуктами нами розглянута одна із конструкцій, що використовувалися на нафтобазі БРСМ у Василькові Київської обл., де 8 червня 2015 року сталася масштабна техногенна катастрофа, спричинена вибухом і наступним займанням нафтопродуктів.

Пожежа в резервуарі в більшості випадків починається з вибуху пароповітряної суміші, що утворюється під покрівлю резервуара. Вибух у резервуарі зі стаціонарною покрівлю призводить до підриву (рідше до зриву) покрівлі з наступним горінням на всій поверхні горючої рідини. При цьому, навіть на початковій стадії, горіння нафти та нафтопродуктів у резервуарі може супроводжуватися потужним тепловим випромінюванням у навколишнє середовище, а висота полум'я складати 1-2 діаметри резервуара, що горить. Відхилення факела полум'я від вертикальної осі при швидкості вітру близько 4 м/с може досягати 60-70 градусів. Факельне горіння може виникнути на дихальній арматурі, в місцях з'єднання пінних камер зі стінками резервуара, інших отворах або тріщинах у покрівлі, або стінках резервуара при концентрації парів нафтопродукту в резервуарі вище верхньої концентраційної межі розповсюдження полум'я.

Одним з найбільш важливих параметрів, що характеризує процес виникнення та розвитку пожежі в резервуарі є тепловий режим горіння. В залежності від фізико-хімічних властивостей горючих рідин, характер розподілу температур в об'ємі рідини, а також стінок резервуару з нафтопродуктом може бути різним.

Розробка математичних моделей для проведення теоретичних досліджень дозволять визначати граничні показники теплового впливу на конструкції резервуарів із нафтопродуктами при пожежі. Під час пожежі в резервуарному парку необхідно враховувати теплові потоки від декількох резервуарів, що горять на сусідні резервуари. Таку проблему можна вирішити тільки з використанням методів чисельного моделювання, що дозволяють отримувати необхідні параметри максимально точно і достовірно для всіх елементів досліджуваної конструкції.

Якщо розглядати теплові процеси, що відбуваються при теплообміні стінок резервуару із факелом пожежі, можна помітити, що дана задача має складну постановку і потребує залучення сумісних моделей термогазодинаміки, теплопровідності та моделі пристінкових шарів до поверхні стінок резервуару, який піддається тепловому впливу. Задача ускладнюється тим, що окрім вказаних моделей, необхідно залучити для замикання комплексу моделей інтегральною моделлю променевого теплообміну. Це означає, що така задача вирішується тільки чисельно із використанням спеціалізованих комп'ютерних комплексів, які надають можливість проведення такого аналізу сумісних задач термодинаміки. Крім цього, дана постановка задачі передбачає залучення потужної комп'ютерної техніки.

В роботі розглянуті два варіанти палива, що горить у факелі пожежі – нафта і бензин, при цьому температура факела буде рівна 1500 К та 1400 К відповідно. Крім цього, варіанти сценарію розвитку пожежі передбачають різні рівні заповнення резервуарів паливом на 0,5

та 0,9 від об'єму резервуару. Для дослідження особливостей теплового впливу факелів пожежі, відстань між резервуарами набуває трьох значень – 6 м, 10 м та 20 м

При розгляді теплообміну між факелом пожежі та стінками резервуару застосовуються граничні умови III роду, що відповідають закону Стефана-Больцмана [2, 3].

Для розрахунку використано рівняння нестационарної теплопровідності. Рівняння теплопровідності для тривимірної розрахункової області записано у такому вигляді [2, 3]

$$c\nu(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) \quad (1)$$

Тепловий вплив на розрахункову область резервуару з боку зони підвищеної температури, яка утворюється при згорянні палива у факелі, описано граничними умовами (ГУ) III роду

$$-\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{x=0,3m} = \alpha_B(T_P - T_W) \quad (2)$$

де  $\alpha_B$  – коефіцієнт променистого теплообміну, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$T_P, T_W$  – відповідно температури пожежного середовища і поверхні протипожежної перешкоди, К;

$x$  – поточна просторова координата.

Використовуючи прийнятий математичний апарат та комп'ютерні комплекси була розроблена методика для реалізації розрахунку за різними сценаріями розвитку пожежі в резервуарі з нафтопродуктом. Аналіз одержаних результатів показав, що найбільш небезпечними є резервуари, які заповнені на 0,5 об'єму і менше. Досліджено залежність величини теплового потоку факелу від віддалі між резервуарами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.6-183:2011 Резервуари вертикальні циліндричні сталеві для нафти та нафтопродуктів. Загальні технічні умови.
2. Самарский А.А. Вычислительная теплопередача / Самарский А.А., Вабищевич П.Н. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
3. Власова Е.А. Приближенные методы математической физики: [учебн. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко] / Власова Е.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2001. – 700 с.

**УДК 614.841**

*А. С. Бєліков, д. т. н., професор,*

*Придніпровська державна академія будівництва і архітектури;*

*С. С. Тарасов,*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОГНЕЗАХИСТУ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ**

Усі країни світу кожного року несуть значні втрати від наслідків пожеж. За результатами аналізу пожеж фахівцями Українського науково-дослідного інституту цивільного захисту в Україні за перші 7 місяців 2016 року 36359 пожеж, що менше на 4,3 % ніж за аналогічний період 2015 року. [1].

<i>М. М. Семерак, Р. С. Яковчук, С. В. Поздеев</i> <b>Математичне моделювання теплового впливу пожежі на резервуари із нафтопродуктами</b> .....	30
<i>А. С. Бєліков, С. С. Тарасов</i> <b>Забезпечення вогнезахисту дерев'яних будівельних конструкцій шляхом підвищення вогнестійкості</b> .....	31
<i>О. В. Кириченко, О. С. Барановський, Є. П. Кириченко, Р. Б. Мотрічук</i> <b>Аспекти дослідження впливу технологічних чинників на пожежонебезпечні властивості піротехнічних систем</b> .....	34
<i>С. М. Пастухов, С. М. Жамойди, А. Г. Немурова</i> <b>Анализ подходов к определению пожарной нагрузки при расчете температурного режима пожара</b> .....	37
<b>Секція 2. Технології пожежної та техногенної безпеки</b> .....	39
<i>Ю. П. Серєда, В. Л. Сидоренко, С. І. Азаров</i> <b>Визначення пріоритетних напрямків проведення аналізу радіоекологічного ризику</b> .....	39
<i>В. О. Трофимов, Т. В. Костенко</i> <b>Особливості визначення аеродинамічних параметрів метрополітену</b> .....	41
<i>О. М. Мартин, М. Я. Купчак</i> <b>Пожежна безпека в Україні: регіональні аспекти аналізу</b> .....	42
<i>Р. І. Пахомов, Т. В. Лаврут</i> <b>Аналіз способів відновлення будівель після пожежі</b> .....	44
<i>М. З. Лаврівський, А. С. Якубовська</i> <b>Використання геоінформаційних систем в БПЛА для моніторингу лісових пожеж</b> .....	46
<i>О. Г. Мельник, Р. П. Мельник, С. В. Гончар</i> <b>Залежність часу евакуювання людей у разі виникнення пожежі від достовірності роботи систем пожежної сигналізації</b> .....	48
<i>А. Б. Тарнавський, О. Ф. Бабаджанова</i> <b>Спеціальна обробка аварійно-рятувальної техніки при її забрудненні радіоактивними, хімічними речовинами або бактеріальними засобами</b> .....	49
<i>А. Б. Тарнавський, У. В. Хром'як</i> <b>Перевезення радіоактивних вантажів автомобільним транспортом</b> .....	51
<i>А. І. Ковальов, Н. В. Зобенко, С. А. Ведула, Mr. Emilio Montefiori</i> <b>Оцінки вогнезахисної здатності покриттів для сталевих конструкцій в умовах температурного режиму вуглеводневої пожежі</b> .....	54
<i>В. Ф. Кондрат, Я. Й. Лопушанський, М. М. Семерак</i> <b>Вогняні торнадо в Україні</b> .....	55
<i>Б. Б. Григор'ян, С. В. Новак</i> <b>Аналіз вимог технічного регламенту будівельних виробів, будинків і споруд щодо вогнестійкості будівельних конструкцій</b> .....	57

*Наукове видання*

*«Надзвичайні ситуації: безпека та захист»*

*Матеріали  
VI Міжнародної науково-практичної конференції  
21 – 22 жовтня 2016 року*

**Надзвичайні ситуації: безпека та захист:** Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, 2016. – 156 с.

**За зміст вміщених у збірнику матеріалів відповідальність несуть автори  
Тези друкуються зі збереженням авторської орфографії та пунктуації**

Підписано до друку 13.10.2016. Обл.-вид. арк. 9,3  
Замовлення № 69  
Відділ редакційно-видавничої діяльності вул.  
Онопрієнка, 8, м. Черкаси, Україна, 18034