



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ УКРАЇНСЬКОЮ,
РОСІЙСЬКОЮ, ПОЛЬСЬКОЮ, НІМЕЦЬКОЮ
ТА АНГЛІЙСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ЛДУ БЖД

№ 24, 2014

заснований у 2002 році

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

д-р техн. наук	Рак Т.Є. – головний редактор
канд. техн. наук	Антонів А.В. – заступник головного редактора
д-р техн. наук	Семерак М.М. – науковий редактор
д-р сільгосп. наук	Кузик А.Д. – заступник наукового редактора
д-р техн. наук	Єжи Волянін (Республіка Польща)
д-р техн. наук	Гашук П.М.
д-р техн. наук	Грицюк Ю.І.
д-р техн. наук	Гудим В.І.
д-р техн. наук	Гуліда Е.М.
д-р техн. наук	Гивлюд М.М.
д-р техн. наук	Жартовський В.М.
д-р техн. наук	Ковалишин В.В.
д-р пед. наук	Козяр М.М.
д-р хім. наук	Михалічко Б.М.
д-р техн. наук	Мичко А.А.
д-р техн. наук	Пашковський П.С.
д-р техн. наук	Рак Ю.П.
д-р техн. наук	Сидорчук О.В.
д-р хім. наук	Сушко В.О.
д-р фіз.-мат. наук	Тацій Р.М.
д-р фіз.-мат. наук	Юзевич В.М.
канд. техн. наук	Баланюк В.М.
канд. техн. наук	Болібрух Б.В.
канд. техн. наук	Бабаджанова О.Ф.
канд. техн. наук	Гуцуляк Ю.В.
канд. техн. наук	Клімкін В.І. (Російська Федерація)
канд. пед. наук	Коваль М.С.
канд. техн. наук	Откідач М.Я.

ISSN 2078-6662

ЗАСНОВНИК ТА ВИКОНАВЕЦЬ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД),

ЗАРЕЄСТРОВАНО Міністерством юстиції України 26. 06. 2008 р. Серія КВ №14342-3313ПР

ВКЛЮЧЕНО ДО ПЕРЕЛКУ ФАХОВИХ ВИДАНЬ В ГАЛУЗІ ТЕХНІЧНИХ НАУК,
в яких можуть публікуватись результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (*Постанова ВАК від 27 травня 2009 року № 1-05/2*)

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ВИДАННЯ рішенням Вченої ради ЛДУ БЖД
(*Протокол № 8 від 21. 05. 2014 р.*)

Літературний редактор	Падик Г.М.
Редактор англійської мови	Мирончук О.П.
Технічний редактор	Сорочич М.П.
Комп'ютерна верстка	Хлевной О.В.
Відповідальний за друк	Фльорко М.Я.
Друк на різнографі	Климус М.В.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ: ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007
Контактні телефони: (032) 233-24-79, 233-14-97, тел/факс 233-00-88
E-mail: mail@ubgd.lviv.ua, ndr@ubgd.lviv.ua

Здано в набір 5. 06. 2014. Підписано до друку 12. 06. 2014.
Формат 60x84^{1/3}. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 11,3.
Гарнітура Times New Roman. Друк на різнографі.
Наклад: 100.
Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.

В.З. Брюм

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО
РАСШИРЕНИЯ ГАЗОВ НА СКОРОСТЬ
РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В УГОЛЬНЫХ
ШАХТАХ

**Р.Б. Веселівський, М.М. Семерак,
Р.С. Яковчук**

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ВОГНЕСТІЙКОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬ-
НОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ФІБРОЛІТО-
ВИМИ ПЛИТАМИ

Л.П. Гащук, П.М. Гащук

ЕКСТРЕМАЛЬНА ДИНАМІКА
РОЗГОНУ Й ГАЛЬМУВАННЯ
ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

**М.М. Гивлюд, Л.Б. Демидчук)
Д.В. Смоляк**

ФОРМУВАННЯ СКЛАДУ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТА
ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ
БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Ю.В. Гуцуляк, В.В. Артеменко,
С.Я. Вовк**

ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖИ
ВОГНЕСТІЙКОСТІ МОНОЛІТНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РИГЕЛІВ
РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ

Ю.В. Гуцуляк, В.Б. Лоїк, С.Я. Вовк

ВИЗНАЧЕННЯ ГРУПИ
ВОГНЕЗАХИСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ПОКРИТТІВ ДЕРЕВ'ЯНИХ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**А.С. Дмитриченко, В.Н. Рафальский,
Ю.С. Иванов, А.К. Деменчук,**

С.Г. Красовский, Е.К. Макаров
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО
ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ И
АЛГОРИТМА ОПОВЕЩЕНИЯ О
ПОЖАРЕ В ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЯХ,
ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМОЙ
ОПОВЕЩЕНИЯ СО-5

6

W.Z. Bryum

INFLUENCE OF THE THERMAL
EXPANSION OF GASES
ON THE FIRE DEVELOPMENT
VELOCITY IN COAL MINES

14

**R.B. Veselivskyy, M.M. Semerak,
R.S. Yakovchuk**

THEORY BEHIND FIRE RESISTANT
WALLING WITH FIBROLITE PLATES

20

L.P. Hashchuk, P.M. Hashchuk

FIRE TRUCKS EXTREME
ACCELERATION AND BRAKING
DYNAMICS

33

**M.M. Gyvlyud, L.B. Demidchuk,
D.V. Smolyak**

COMPOSITION OF FIRE RESISTANT
AND FIRE PROTECTIVE COVERING OF
CONSTRUCTIONAL MATERIALS

38

**Yu.V. Hutsulyak., V.V. Artemenko,
S.Y. Vovk**

COMPUTATIONAL METHOD FOR
DETERMINING FIRE RESISTANCE
LEVEL OF MONOLITHIC REINFORCED
CONCRETE CROSS-BEAMS

42

Yu.V. Hutsulyak, V.B. Loik, S.Ya. Vovk

DETERMINING GROUPS OF FIRE
PROTECTIVE EFFECTIVENESS OF
WOODEN CONSTRUCTIONS
COATINGS

47

**A.S. Dmytrychenko, V.N. Raphalskyi,
Yu.S. Ivanov, A.K. Demenchuk**

DETERMINING THE ESTIMATED TIME
OF EVACUATION AND ALGORITHM
FIRE ALARM IN HIGH
BUILDINGEQUIPPED WITH THE
ALERTING SERVICE AS-5

**В.В. Ковалишин, В.М. Ковальчик,
Т.Б. Юз'ків**
МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТА
ГАСІННЯ ПОЖЕЖИ В КАНАЛАХ
ІНЕРТНИМИ ГАЗАМИ З
НАСТУПНОЮ ЇХ РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ

**Вол. В. Ковалишин, М.М. Семерак,
В.В. Ковалишин**
ПЕРСОНАЛЬНИЙ СИГНАЛІЗАТОР
НЕБЕЗПЕЧНОГО РІВНЯ ГУСТИНИ
ТЕПЛОГО ПОТОКУ ДЛЯ
ЗАХИСНОГО ОДЯГУ ПОЖЕЖНИКІВ

А.Д. Кузик, В.І. Товарианський
ПРО ПОЖЕЖНУ НЕБЕЗПЕКУ
МОЛОДИХ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

А.Д. Кузик, О.М. Трусевич, О.О. Карабин
ОЦІНЮВАННЯ ЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ
ЗАГИБЕЛІ ВІД ПОЖЕЖ

Н.М. Козяр
МЕХАНІЗМ ДІЇ ТА МЕТОДОЛОГІЯ
РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУР
ПОРОШКОВИХ ВОГНЕГАСНИХ
ЗАСОБІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
КЛАСУ А

**М.А. Куценко, А.Г. Алексєєв,
О.С. Алексєєва, В.В. Наконечний,**
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДСНС
УКРАЇНИ

А.С. Лин
АНАЛІЗ МЕТОДІВ І УСТАТКУВАННЯ
ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ТЕРМОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ЗАХИСНОГО ОДЯГУ
РЯТУВАЛЬНИКІВ

**В.І. Луц, О.В. Лазаренко,
М.А. Наливайко**
ПРОЕКТ СМУГИ ВОГНЕВОЇ
ПСИХОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
ПОЖЕЖНИКІВ-
ГАЗОДИМОЗАХИСНИКІВ

**Я.Ю. Марущак, А.П. Кушнір,
В.М. Оксентюк**
ВЕНТИЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД
МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ
ПЛАТФОРМИ ПОЖЕЖНОГО
АВТОПІДЙОМНИКА

55 **V.V. Kovalyshyn, V.M. Kovalchuk,
T.B. Yuz'kiv**
THE MODELING OF FIRE GROWTH
AND FIRE SUPPRESSION WITH HELP
OF INERT GASES WITH SUBSEQUENT
RECIRCULATION

62 **Vol. V. Kovalyshyn, M.M. Semerak,
V.V. Kovalyshyn**
PERSONAL HEAT TRANSFER RATE
ALARM DEVICE FOR FIREFIGHTERS'
PROTECTIVE CLOTHING

68 **A.D. Kuzyk, V.I. Tovaryanskyy**
ON YOUNG PINERY FIRE HAZARD

74 **A.D. Kuzyk, O.M. Trusevych, O.O. Karabyn**
EVALUATING THE DEGREE OF DEATH
RISK AS A RESULT OF FIRE

79 **N.M. Kozyar**
OPERATING PRINCIPLE AND
DEVELOPMENT OF RECIPE OF
POWDER-BASED EXTINGUISHING
SUBSTANCES FOR CLASS A FIRE
SUPPRESSION

85 **M.A. Kutsenko, A.G. Alekseev,
O.S. Alekseeva, V.V. Nakonechnii.**
SIMULATION MODELLING OF THE
DEPARTMENTS OF STATE EMER-
GENCY SERVICE OF UKRAINE WORK

93 **A.S. Lyn**
ANALYSIS OF METHODS AND
EQUIPMENT FOR THE STUDY OF
THERMAL PROTECTIVE PROPERTIES
OF RESCUERS' UNIFORM

98 **V.I. Lushch, O.V. Lazarenko,
M.A. Nalyvayko**
MODELLING OF THE FIRE ZONE FOR
PSYCHOLOGICAL TRAINING
OF FIREFIGHTERS – SMOKE DIVERS

103 **Y.Y. Marushchak, A.P. Kushnir,
V.M. Oksentyuk**
BRUSHLESS ELECTRIC DRIVE OF
MECHANISM FOR TURNING
PLATFORM FIRE LIFTS

О. Б. Михалічко, Н. М. Годованець, О. М. Щербина, Б. М. Михалічко
ЛАБОРАТОРНІ ВИПРОБУВАННЯ
ВОГНЕГАСНОЇ ЗДАТНОСТІ НОВОЇ
ВОДНОЇ ВОГНЕГАСНОЇ РЕЧОВИНИ
НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОЇ СОЛІ
 $K_2[CuCl_4]$

*М.І. Пашечко, О.І. Башинський,
Т.Г. Бережанський*
ПОКРАЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЕВТЕКТИЧНИХ
ПОКРИТТІВ СИСТЕМИ Fe-Mn-C-B-Si
ЛЕГОВАНИХ Cr ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОЖЕЖНОЇ
ТЕХНІКИ ТА ОБЛАДНАННЯ

*А.В. Субота, М.М. Семерак,
О.В. Стокалюк*
ВИЗНАЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В
ЕЛЕМЕНТАХ МЕТАЛЕВИХ
КОНСТРУКЦІЙ ЗА УМОВ
ТЕМПЕРАТУРНОГО
РЕЖИМУ ГОРІННЯ ВОДНЮ

*В.М. Баланюк, К.В. Мельник,
Ю.О. Копистинський, О.І. Гарасим'юк*
ПОЛУМЕНЕВОГАСНІ ДОБАВКИ ДО
АЕРОЗОЛЬУТВОРЮВАЛЬНИХ
СУМІШЕЙ ДЛЯ ПРИДУШЕННЯ
ПОЛУМ'Я

Е.М. Гуліда
ВПЛИВ РІЗНИХ ВИДІВ ПОЖЕЖНОГО
НАВАНТАЖЕННЯ НА
ДИМОВИДІЛЕННЯ ТА НА
ПОНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ
КИСНЮ ПРИ ПОЖЕЖІ В ЗАКРИТОМУ
ПРИМІЩЕННІ

111

*О. В. Mykhalitchko, N. M. Godovanets,
O. N. Shcherbina, B. M. Mykhalitchko*
PREPRODUCTION TESTING OF
EXTINGUISHING EFFICIENCY OF A
NOVEL WATER-BASED FIRE-
EXTINGUISHING AGENT ON BASIS OF
 $K_2[CuCl_4]$ COMPOUND

116

*M.I. Pashechko, O.I. Bashynskiy,
T.G. Berezhanskyi*
IMPROVING MECHANICAL
PROPERTIES OF EUTECTIC COATINGS
OF FE-MN-CB-SI CR DOPED FOR
IMPROVING THE DURABILITY
OF EQUIPMENT AND MACHINERY

120

A.V. Subota, M.M. Semerak, O.V. Stokaluk
DEFINITION AND STUDY OF THE
TEMPERATURE FIELD IN THE
ELEMENTS OF METAL STRUCTURE IN
HYDROGEN COMBUSTION
TEMPERATURE MODE

124

*V. M. Balanyuk, K.V. Melnyk,
Yu. O. Kopystynskyy, O. I. Garasymyuk*
FIRE EXTINGUISHING ADDITIVE TO
AEROSOL-PRODUCING SUBSTANCES
FOR FIRE SUPPRESSION

129

E.M. Gulida
INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF
FIRE LOAD ON SMOKE EMISSION AND
ON THE DECREASE OF OXYGEN
CONCENTRATION IN A CLOSED
SPACE FIRE DEVELOPMENT OF
EXTINGUISHING INSTALLATION IN
CAR ENGINE ROOM

*Р.Б. Веселівський, канд. техн. наук, М.М. Семерак, д-р техн. наук, професор,
Р.С. Яковчук, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ФІБРОЛІТОВИМИ ПЛИТАМИ

Представлено напрямки досліджень будівельних конструкцій, будівель та споруд у сфері пожежної безпеки. З використанням математичного моделювання та функції Гріна, проведено розрахунок нестационарного температурного поля для огороджувальної конструкції з фібролітовими плитами. Аналітичним методом визначено межу вогнестійкості дослідного зразка за ознакою втрати теплоізолювальної здатності. Виконано порівняльний аналіз отриманих розрахункових та експериментальних значень меж вогнестійкості огороджувальної будівельної конструкції з фібролітовими плитами.

Ключові слова: вогнестійкість, теплоізолювальна здатність, нестационарне температурне поле, фіброліт.

Постановка проблеми. Важливим напрямком досліджень у сфері пожежної безпеки є визначення та вивчення теплотехнічних і теплофізичних властивостей будівельних матеріалів та конструкцій і їх поведінки під час пожежі. Такі дослідження та отримані результати слід використовувати в програмно-технічних комплексах для оцінки стійкості протипожежного стану будівель та споруд і створення теоретичних моделей, які інтегрують в собі сукупність основних характеристик і особливості їх взаємовпливу. Вогнестійкість будівельних конструкцій і будівель в цілому потребує теоретичних та експериментальних досліджень, а отримані дані можуть бути використані при створенні систем моніторингу протипожежного стану будівель та споруд.

Сьогодні у сфері будівництва є актуальним розв'язок задачі теплопровідності, тому у даній роботі розглядається багат шарова огороджувальна будівельна конструкція, для якої потрібно визначити межу вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності.

Швидкість прогріву будівельних конструкцій і відповідно їхня межа вогнестійкості залежать від тепломасообміну матеріалів конструкції [1], а саме:

- коефіцієнта теплопровідності матеріалу;
- коефіцієнта питомої теплоємності матеріалу;
- коефіцієнта теплообміну (тепловіддачі);
- питомої густини матеріалу;
- температури середовища.

Для розв'язку задачі, пов'язаної з розподілом температурного поля по товщині конструкції, потрібно знати теплотехнічні властивості будівельних матеріалів та їх зміну в процесі розвитку пожежі.

Виклад основного матеріалу. Розглядається стінка, яка складається з n плоскопаралельних шарів, між якими виконуються умови ідеального контакту.

У початковий момент часу $\tau = 0$ температура стінки є сталою і дорівнює t_0 .

Одна із зовнішніх поверхонь нагрівається шляхом конвекційного теплообміну з навколишнім середовищем, температура якого змінюється за таким законом:

$$t_c(\tau) = A \ln(B\tau + 1) + t^* \quad (1)$$

де значення величин A , B та t^* визначається логарифмічною апроксимацією реальної температури пожежі. У випадку стандартного температурного режиму пожежі $A = \frac{345}{\ln 10}$,

$$B = \frac{2}{15}, t^* = t_0 = 20^\circ\text{C}.$$

Через протилежну поверхню відводиться конвекційний тепловий потік у середовище з температурою t_0 .

Нестаціонарне температурне поле описується рівнянням теплопровідності [2]:

$$\frac{\partial^2 t_k(x, \tau)}{\partial x^2} = \frac{1}{a_k} \frac{\partial t_k(x, \tau)}{\partial \tau} \quad (l_{k-1} < x < l_k, \tau > 0); \quad (2)$$

умови контакту:

$$t_k(l_k, \tau) = t_{k+1}(l_k, \tau),$$

$$\lambda_k \frac{\partial t_k(l_k, \tau)}{\partial x} = \lambda_{k+1} \frac{\partial t_{k+1}(l_k, \tau)}{\partial x}; \quad (3)$$

граничні умови:

$$\begin{aligned} \frac{\partial t_1(0, \tau)}{\partial x} &= H_1(t_1(0, \tau) - t_c(\tau)), \\ \frac{\partial t_n(l_n, \tau)}{\partial x} &= H_n(t_0 - t_n(l_n, \tau)); \end{aligned} \quad (4)$$

та початкові умови:

$$t_k(x, 0) = t_0, \quad (5)$$

де $l_k - l_{k-1}$ – товщина k -го шару ($l_0 = 0$); x – координата, м; τ – час, с; $t_k(x, \tau)$ – температура k -го шару, $^\circ\text{C}$; λ_k – коефіцієнт теплопровідності k -го шару, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

a_k – коефіцієнт температуропровідності k -го шару, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; $k = 1, 2, 3, \dots, n$;

$H_1 = \frac{\alpha_1}{\lambda_1}$, $H_n = \frac{\alpha_n}{\lambda_n}$, α_1 та α_n – коефіцієнти тепловіддачі поверхонь $x = 0$ та $x = l_n$ відповідно, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; $t_c(\tau)$ – температура середовища на поверхні $x = 0$, яка задається формулою (1), $[t_c(\tau)](^\circ\text{C})$; $t_0 = \text{const}$, $^\circ\text{C}$.

Розв'язок задачі (2)-(5) будемо шукати у вигляді:

$$t_k(x, \tau) = \theta_k(x, \tau) + t_0, \quad (6)$$

де $\theta_k(x, \tau)$ – температурне поле яке задовольняє рівняння:

$$\frac{\partial^2 \theta_k(x, \tau)}{\partial x^2} = \frac{1}{a_k} \frac{\partial \theta_k(x, \tau)}{\partial \tau}, \quad (7)$$

умови контакту:

$$\theta_k(l_k, \tau) = \theta_{k+1}(l_k, \tau),$$

$$\lambda_k \frac{\partial \theta_k(l_k, \tau)}{\partial x} = \lambda_{k+1} \frac{\partial \theta_{k+1}(l_k, \tau)}{\partial x}; \quad (8)$$

граничні умови:

$$\frac{\partial \theta_1(0, \tau)}{\partial x} = H_1(\theta_1(0, \tau) - \theta_c(\tau)), \quad \frac{\partial \theta_n(l_n, \tau)}{\partial x} = -H_n \theta_n(l_n, \tau), \quad (9)$$

та початкові умови:

$$\theta_k(x, 0) = 0, \quad (10)$$

Тут:

$$\theta_c(\tau) = t_c(\tau) - t_0. \quad (11)$$

Розв'язок задачі (7)-(10) з використанням функції Гріна, відповідної одновимірної нестационарної задачі теплопровідності, подамо у вигляді

$$\theta_k(x, \tau) = \alpha_1 \int_0^\tau G_k(x, 0, \tau - \xi) \theta_c(\xi) d\xi. \quad (12)$$

В результаті математичних перетворень вихідна формула набуде вигляду [3]

$$\begin{aligned} \theta_k(x, \tau) = & \frac{H_1}{\beta} \left[\frac{\lambda_1}{\lambda_n} + H_n(f_n(l_n) - f_k(x)) \right] \times \\ & \times [A \ln(B\tau + 1) + t^* - t_0] - 2H_1 \alpha_1 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\Phi_k(x, \mu_m)}{\mu_m^2 N(\mu_m)} \times \\ & \times \left\{ (t^* - t_0) e^{-\mu_m^2 \tau} + AB\tau \int_0^1 \frac{e^{-\mu_m^2 \tau v}}{B\tau(1-v) + 1} dv \right\}. \end{aligned} \quad (13)$$

Підставивши (13) в (6) одержимо розв'язок задачі теплопровідності (2)-(5).

Для експериментальних і теоретичних досліджень взято огорожувальну конструкцію, що складалась з фібролітової нез'ємної опалубки заповненої бетоном марки В 20. Габаритні розміри дослідного зразка – 1000x1000x225 мм. Схема дослідного зразка представлена на рис. 1. Дані для розрахунку температурного поля конструкції, та закон зміни температури під час експериментальної пожежі у печі представлено у табл. 1.

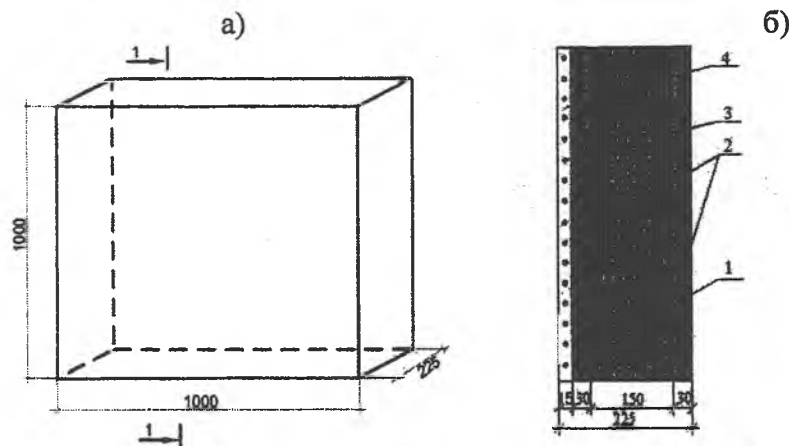


Рис. 1. Схема дослідного зразка:

а) – габаритні розміри;

б) – розріз:

1 – бетон; 2 – фіброліт; 3 – сітка Рабиця; 4 – штукатурка (тиньк)

Вихідні дані для розрахунку температурного поля

Параметр	Фіброліт	Цементно-піщана штукатурка	Бетон
Коефіцієнт теплопровідності $[\lambda] = \frac{Вт}{м \cdot К}$	0,06	0,47	1,5
Коефіцієнт температуропровідності $[a_k] = \frac{м^2}{с}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,35 \cdot 10^{-6}$	$0,744 \cdot 10^{-6}$
Питома теплоємність $\left[\frac{с}{\rho} \right] = \frac{Дж}{кг \cdot К}$	2000	840	840
Густина $[\rho] = \frac{кг}{м^3}$	300	1600	2400
Закон зміни температури в печі	$t_c(\tau) = 158,33 \ln\left(\frac{\tau}{300} + 1\right) + 176,66$		
Коефіцієнт тепловіддачі на поверхні, що обігривається $[\alpha_1] = \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	60		
Коефіцієнт тепловіддачі на необігрівій поверхні $[\alpha_n] = \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	4		

Результати та порівняння аналітичних розрахунків температурного поля по товщині дослідного зразка на 100-ій хвилині та експериментальні результати вимірювань температури представлені на рис. 2.

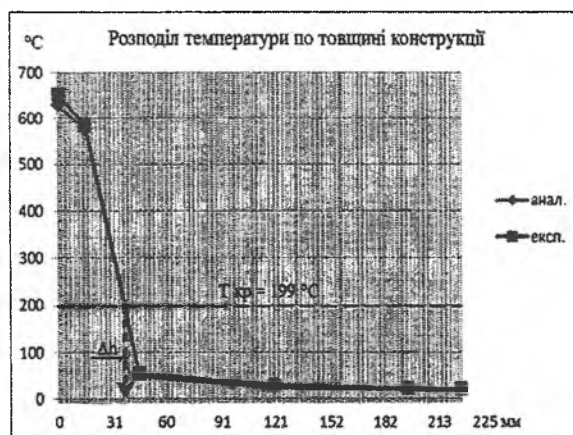


Рис. 2. Порівняння графіків теоретичних та експериментальних досліджень дослідного зразка на 100-ій хв

Порівняння отриманих результатів теоретичних розрахунків (аналітичний метод), за формулою (6) та експериментальних досліджень [4] виконано згідно з [5].

У табл. 2 наведено відсоткову розбіжність розрахункових та експериментальних глибин прогріву дослідного зразка у фіксовані моменти часу.

Таблиця 2

Порівняння значень глибин прогріву отриманих аналітично і виміряних експериментально

Час нагріву конструкції (τ, хв)	Розбіжність розрахункових та експериментальних глибин прогріву (P, %)
10	22,8
20	8,3
30	7,1
40	6,6
50	5,4
60	5
70	4,5
80	4
90	4,5
100	4,7

Примітка: P – розбіжність між аналітичним та експериментальним методами дослідження, $P = \frac{|\Delta h|}{h_1} 100\%$, $\Delta h = h_1 - h_2$, а h_1, h_2 – глибини прогріву отримані експериментальним та аналітичним методами відповідно.

Встановлено, що максимальна розбіжність між значеннями температурного поля отриманого аналітичним та експериментальним методом становить 22,8% на 10-ій хв (розвиток пожежі), а на 100-ій хв – 4,7 %.

Висновки:

В роботі обґрунтовано напрямки досліджень будівельних конструкцій, будівель та споруд у сфері пожежної безпеки для оцінки стійкості протипожежного стану об'єктів різного призначення, при цьому отримано такі результати:

1. З використанням функції Гріна, проведено математичне моделювання та одержано розв'язок нестационарного температурного поля дослідного зразка огорожувальної будівельної конструкції з фібролітовими плитами та визначено його межу вогнестійкості за ознакою втрати теплоізоляційної здатності, яка становить не менше 100 хв.

2. Проведено числові розрахунки та здійснено аналіз зміни температури по товщині конструкції, який показав, що за 100 хв нагрівання, критична температура на необігрівій поверхні дослідного зразка огорожувальної конструкції не досягається.

3. На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що аналітичний метод розрахунку дає близькі до експериментальних значення, тому він може бути використаний для розрахунку межі вогнестійкості будівельних конструкцій, які мають різні геометричні та теплофізичні параметри.

Список літератури:

1. Величко Л.Д. Термодинаміка та теплопередача в пожежній справі [Текст]: [навчальний посібник] / Величко Л.Д., Лозинський Р.Я., Семерак М.М.; ЛДУ БЖД. Львів: Вид-во «СПОЛОМ», 2011. – 504 с.
2. Лыков А. В. Теория теплопроводности / Лыков А. В. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
3. Веселівський Р.Б. Обґрунтування умов застосування вертикальних багатопарових огорожувальних конструкцій будівель і споруд з урахуванням їх вогнестійкості: дис. ... канд. техн. наук / Р. Б. Веселівський. – Львів, 2012. – 144 с.

4. **Експериментальне дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій з фібролітовими плитами** / Р.Б. Веселівський, А.П. Половко, О.О. Василенко // Пожежна безпека : зб. наук. праць. – Львів, 2013. – № 23. – С. 33-38.

5. **Половко А. П. Вогнестійкість енергоефективних стінових огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель** : дис. ... канд. техн. наук / А. П. Половко. – Львів, 2009. – 193 с.

6. **ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»**. – Київ : Держбуд України, 2003. – 42 с.

7. **ДСТУ Б.В.1.1-4-98* Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги**. – Київ : Держбуд України, 2005. – 22 с.

Р.Б. Веселивский, М.М. Семерак, Р.С. Яковчук

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ С ФИБРОЛИТОВЫМИ ПЛИТАМИ

Представлены направления исследований строительных конструкций, зданий и сооружений в сфере пожарной безопасности. С использованием математического моделирования и функции Грина, проведен расчет нестационарного температурного поля для ограждающей конструкции с фибролитовыми плитами. Аналитическим методом определен предел огнестойкости опытного образца по признаку потери теплоизолирующей способности. Проведен сравнительный анализ полученных расчетных и экспериментальных исследований предела огнестойкости ограждающей строительной конструкции с фибролитовыми плитами.

Ключевые слова: огнестойкость, теплоизолирующая способность, нестационарное температурное поле, фибролит.

R.B. Veselivskyy, M.M. Semerak, R.S. Yakovchuk

THEORY BEHIND FIRE RESISTANT WALLING WITH FIBROLITE PLATES

The trends in studying constructions, buildings and structures in the context of fire safety, are presented in the research. Using mathematical modeling and the Green's function, the unsteady temperature field for the enclosure of fibrolite plates was calculated. The limit of fire resistance test sample on the basis of loss of heat-insulating ability was defined analytically. A comparative analysis of the calculated and experimental values of the fire resistance of the building structure enclosing fibrolite plates was carried out.

Key words: fire resistance, insulating capacity, non-stationary temperature field, fiberboard.

