

УДК 614.841.33

## ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПРИВЕДЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ОТРИМАНОЇ ПІД ЧАС ВОГНЕВИХ ВИПРОБУВАНЬ ДО МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ ЗА СТАНДАРТНИМ ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ ПОЖЕЖІ

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2021.1.56-63>

Веселівський Р. Б., ORCID iD [0000-0003-3266-578X](https://orcid.org/0000-0003-3266-578X)

E-mail: [roman\\_veselivskuy@yahoo.com](mailto:roman_veselivskuy@yahoo.com)

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

### ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 05.05.2021

Пройшла рецензування: 24.05.2021

### КЛЮЧОВІ СЛОВА:

приведення, межа вогнестійкості, метод співставлення площ, стандартний температурний режим, температура прогріву, теплоізолювальна здатність

### АНОТАЦІЯ

Проаналізовано способи та досвід застосування різних методів щодо приведення межі вогнестійкості будівельних конструкцій у випадку відхилення температурного режиму вогневого випробування від стандартного температурного режиму пожежі. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень виконано співставлення реальних та стандартних температурних впливів з використанням методу співставлення площ, що знаходяться під кривою пожежі та обмежених ординатою температури, при якій досягнуто один з критеріїв вогнестійкості та віссу абсцис. Перевірено за допомогою аналітичного розрахунку з використанням функції Гріна адекватність методу приведення межі вогнестійкості. Встановлено, що метод приведення реальної температури отриманої в результаті проведення вогневого випробування до стандартного температурного режиму пожежі, є допустимим для використання. Похибка між експериментально визначеною та теоретично розрахованою межею вогнестійкості становить не більше 10 %.

**Постановка проблеми.** Межа вогнестійкості будівельних конструкцій залежить від багатьох факторів, таких як: теплові впливи і пов'язані з ними високі температури, статичні і динамічні навантаження. Правильне оцінювання цих факторів відіграє важливу роль в ході аналізу поведінки будівельних конструкцій в умовах пожежі.

Вогнестійкість будівельних конструкцій – це здатність конструкцій зберігати свої несучі і (або) огорожувальні функції в умовах впливу на них високих температур пожежі. Для оцінки вогнестійкості конструкцій використовуються експериментальні і розрахункові методи. Експериментальні методи базуються на

проведенні вогневих випробувань в печі при визначеному температурному режимі, а розрахункові – на моделюванні теплового і напружено-деформованого станів, які виникають в конструкціях при дії на них стандартного температурного режиму або в умовах реального розподілу пожежного навантаження в приміщеннях з урахуванням реальної конструктивної схеми будинку під час проведення натурних вогневих випробувань. [1]

Суть визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій полягає у визначенні проміжку часу, по завершенні якого в умовах стандартного температурного режиму пожежі настає один із нормованих граничних станів з

вогнестійкості для цих конструкцій. Визначення межі вогнестійкості будівельних конструкцій проводиться відповідно до [1] та за методами випробувань на вогнестійкість будівельних конструкцій конкретних видів (колон, балок, перегородок, перекриттів, покриттів тощо) які регламентуються окремими стандартами та іншими методами [2,3,4,5].

Для ствердження, що конструкція чи її фрагмент мають певну межу вогнестійкості, слід проводити вогневі випробування за наведеними вище методами. У існуючих методах та дослідженнях щодо визначення межі вогнестійкості огорожувальних конструкцій в Україні, за основу беруть температуру на необігрівній поверхні конструкції, яка і свідчить про фактичний показник часу до настання граничного стану з вогнестійкості. Враховуючи те, що сучасні огорожувальні будівельні конструкції виготовляють багат шаровими та з різних за своєю структурою матеріалів, цікавим буде питання поведінки такої конструкції всередині окремих шарів. У випадку багат шарової огорожувальної конструкції, як наприклад стіни з енергоефективним утеплювачем із пінополістиролу, мінеральної вати, пінополіуретану, або їх поєднання, інформація про зміну температури всередині окремих шарів, дасть уявлення про їх поведінку в процесі пожежі, швидкість вигорання горючого утеплювача, початок деформування огорожувальної конструкції, тощо [6,7].

Сутність розрахункових методів визначення межі вогнестійкості [8] полягає у визначенні часу, по закінченні якого під впливом високих температур пожежі будівельні конструкції втрачають свої огорожувальні та несучі властивості. На втрату огорожувальної здатності розраховують внутрішні стіни, перегородки і перекриття.

При вирішенні задачі по розрахунку межі вогнестійкості будівельних конструкцій враховується наступне:

розрахунку піддається окремо взята конструкція або конструктивний елемент без урахування зв'язку з іншими

конструкціями, тобто не враховується сумісна робота конструкцій будівлі чи споруди;

конструктивні елементи в умовах дії стандартного температурного режиму, представленого у вигляді залежності температури від часу, нагріваються однаково по всій довжині або висоті;

витоками тепла з торців конструкції нехтують;

температурні напруження у конструкції, що з'явилися в результаті її нерівномірного прогрівання і в силу зміни пружно-пластичних властивостей матеріалу, не враховуються.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Окрему увагу необхідно приділити випадкам коли при проведенні експериментальних вогневих досліджень будівельних конструкцій режим нагріву у випробувальній печі відрізняється від стандартного. Це зумовлює необхідність приведення реальної температури до стандартної температурної кривої пожежі. S. Ingberg [9] пов'язував виміряні температури та тривалість пожежі з еквівалентним впливом стандартної температурної кривої у випробувальній печі. Григор'ян Б. В. [10] пропонує метод в якому як перехідний критерій пропонується використовувати абсолютну величину несучої здатності колони при нагріванні. Фізична основа даного методу полягає у визначенні часу втрати несучої здатності елемента при стандартному режимі пожежі за часом досягнення такої ж самої несучої здатності при реальній пожежі. Реалізація методу полягає в тому, що, попередньо оцінивши тривалість можливої пожежі та величину несучої здатності елемента в граничному стані, можна за допомогою графіка зміни несучої здатності конструкції при "стандартному" режимі пожежі визначити еквівалентний час дії цієї пожежі. Даний розрахунок вогнестійкості залізобетонних конструкцій для реального режиму пожежі включає завдання вихідних параметрів можливої пожежі ( $y$  - коефіцієнт коригування стандартної кривої "температура – час" і  $t_{max}$  – час досягнення максимальної температури). Maślak M. у своїй праці [11,

12] приймає, що час впливу реальної пожежі прирівнюється до відповідного нормованого стандартного режиму нагріву, тоді, коли ефект вогневого впливу його на конструкцію рівний ефекту стандартного режиму пожежі. Якщо відповідний вплив реальної пожежі визначається для часу  $t_{fi}^*$ , то аналогічний вплив стандартної пожежі спричинить час  $t_e$ , що відмінний від  $t_{fi}^*$ . Цей час називається часом впливу пожежі (equivalent time of fire exposure).

Актуальність розроблення, удосконалення та обґрунтування методів для визначення межі вогнестійкості не залишає сумніву, у зв'язку з цим можна стверджувати, що дана задача потребує подальшого вирішення.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є розкриття особливостей приведення межі вогнестійкості отриманої під час вогневих випробувань до межі вогнестійкості за стандартним температурним режимом пожежі. Для досягнення мети необхідно на підставі експериментальних та теоретичних досліджень обґрунтувати можливість приведення межі вогнестійкості огорожувальних будівельних конструкцій у випадку відхилення температурного режиму вогневого випробування від стандартного температурного режиму пожежі.

**Основний матеріал.** У дослідженнях котрі представлені у [13] щодо визначення межі вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності дослідних зразків реальна температура в печі була з відхиленнями від стандартного температурного режиму пожежі, похибка якої виходила за межі допустимої яка визначена в ДСТУ Б.В.1.1-7.98\*. Зокрема, це експериментальні та теоретичні дослідження огорожувальної будівельної конструкції з мінероловатним наповнювачем (далі СПМ). Відповідно потребує вирішення як співставити реальні та стандартні температурні впливи з метою порівняння відповідних їм меж вогнестійкості будівельних конструкцій.

Реальна зміна температури у вогневій печі при проведенні вогневих випробуваннях описується залежністю  $T =$

$183,79\ln(x) + 227,39$  з коефіцієнтом апроксимації  $R^2 = 0,905$ . Відповідно дана залежність була використана і для аналітичного моделювання процесу прогріву з використанням функції Гріна [14].

Виконавши дослідження проведено порівняльний аналіз за зміною значень температур отриманих експериментальним та аналітичним методами до критичної температури прогріву огорожувальної будівельної конструкції.

У табл. 1 наведено розбіжність  $P$  (у %) розрахункових та експериментальних глибин прогріву дослідного зразка СПМ у фіксовані моменти часу ( $\tau, \text{хв}$ ), де,  $a$  – глибини прогріву отримані експериментальним та аналітичним методами відповідно.

Таблиця 1 – Порівняння значень глибини прогріву отриманих аналітично і вимірених експериментально

| Час нагріву конструкції ( $\tau, \text{хв}$ ) | Розбіжність розрахункових та експериментальних глибин прогріву ( $P, \%$ ) |
|---|--|
| 10  | 8  |
| 20  | 4,5  |
| 30  | 4  |
| 40  | 6,5  |
| 50  | 5,6  |
| 60  | 5,4  |
| 70  | 4,8  |
| 80  | 3,5  |
| 90  | 2,3  |
| 100   | 2,7  |
| 110   | 3,2  |
| 120   | 2,2  |
| 130   | 2,1  |
| 140   | 2  |
| 150   | 2  |

На рис. 1 показано співставлення розрахункового та експериментального дослідження розподілу температурного поля по товщині дослідного зразка марки СПМ на 150-ій хв, де точки на графіку – це термопари, що розміщені по товщині конструкції на визначеній відстані одна від одної, а  $T_{кр}$  – це температура на необігрітій поверхні конструкції, що свідчить про втрату вогнестійкості конструкції за ознакою теплоізолювальної

здатності.

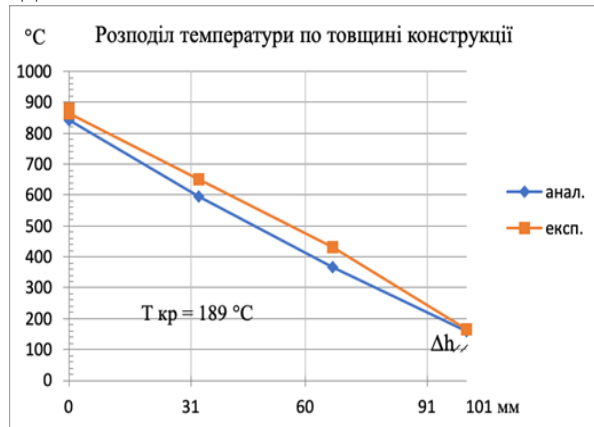


Рисунок 1 – Графіки теоретичних та експериментальних досліджень огорожувальної конструкції марки СПМ на 150-ій хв

З табл. 1 та рисунка 1 видно, що максимальна розбіжність між значеннями глибин прогріву, отриманими аналітичним та експериментальним методами, не перевищує 8 %, а на 150-ій хв становить 2 %.

За результатами співставлень можна стверджувати, що для зразка марки СПМ аналітичний метод дає збіжні до експериментальних значень температури прогріву по товщині дослідного зразка.

**Методи дослідження.** Наступним етапом є співставлення реальних та стандартних температурних впливів. Для цього виконано приведення реальної температури до стандартної температурної кривої. Для цього приведення використано метод який описаний в [15].

Суть цього методу полягає у співставленні площ, що знаходяться під кривою пожежі та обмежених ординатою температури, при якій досягнуто один з критеріїв вогнестійкості та віссю абсцис (площа ABC та AB'C', рис. 2).

При умові, що  $A_{ABC} = A_{AB'C'}$ , приводиться межа вогнестійкості конструкції, отриманої при дії реальної пожежі, що визначається точкою C, до межі вогнестійкості цієї ж конструкції від дії стандартної пожежі, що визначається точкою C'.

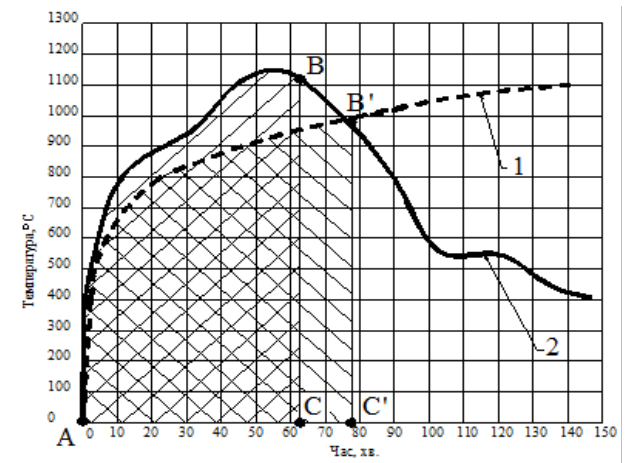


Рисунок 2 – Приведення межі вогнестійкості, отриманої за реальним температурним режимом, до межі вогнестійкості за стандартним температурним режимом:

1 – стандартний температурний режим; 2 – реальний температурний режим.

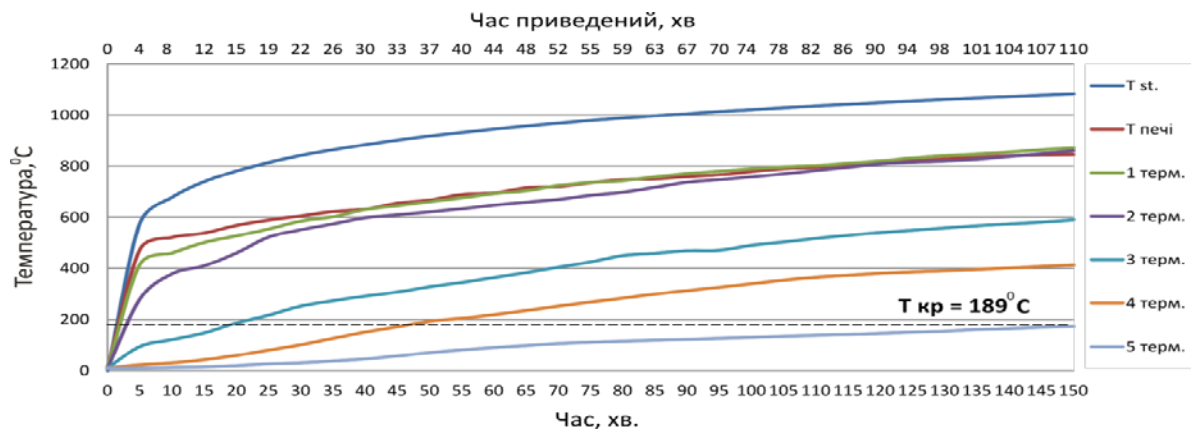


Рисунок 3 – Зміна температури по товщині зразка СПМ:

1-5 терм. – покази термопар, T печі – середнє арифметичне значення за показами двох термопар в печі, Tst – стандартна температурна крива, Tкр – критична температура на необігрівній поверхні.

Очевидно, що необхідно виконати перевірку адекватності методу приведення межі вогнестійкості. Для цього було проведено розрахунок нестационарного температурного поля з використанням функції Гріна за стандартним температурним режимом який описується залежністю [1].

$$T_{st} = 345 \lg(8t+1)+20 \quad (1)$$

Даним розрахунком було визначено межу вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності для зразка сендвіч-панелі з мінераловатним наповнювачем при дії на дану будівельну огорожувальну конструкцію стандартного температурного режиму пожежі.

Оскільки межа вогнестійкості конструкції за ознакою втрати теплоізолювальної здатності визначається перевищенням

середньої температури на необігрівній поверхні конструкції над початковою середньою температурою цієї поверхні в декількох точках на 140 °С, або перевищенням середньої температури на необігрівній поверхні конструкції над початковою середньою температурою цієї поверхні в одній точці на 180 °С, порівняльний аналіз та співставлення експериментальних та теоретичних результатів здійснено по одній термопарі (точці) яка знаходилась на необігрівній поверхні досліджуваного зразка.

На рис. 4 показано співставлення температур на необігрівній поверхні, отриманих експериментально та розрахованих за допомогою аналітичного методу.

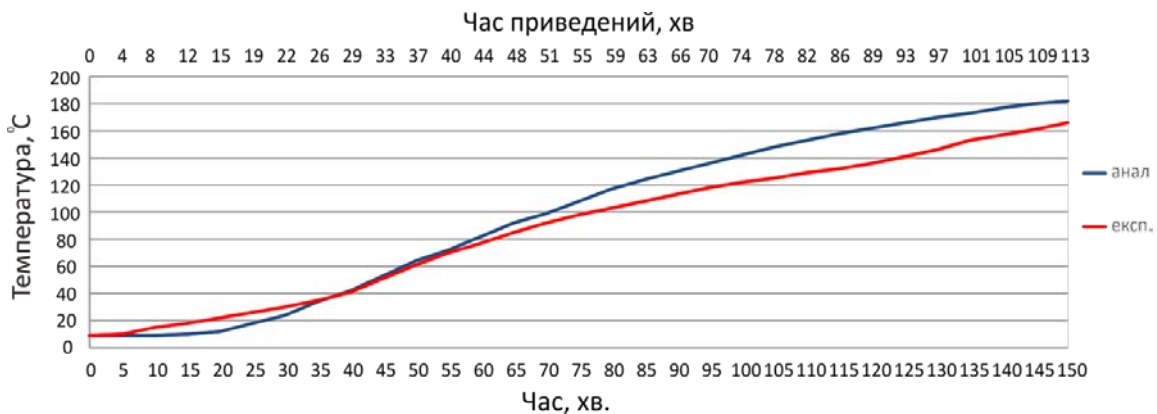


Рисунок 4 – Порівняння графіків теоретичних та експериментальних досліджень межі вогнестійкості зразка марки СПМ, де : час, хв – межа вогнестійкості отримана в умовах реального вогневого впливу; час приведення, хв – приведена межа вогнестійкості в умовах стандартного температурного режиму пожежі

Розбіжність між експериментально визначеною та теоретично розрахованою межею вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності становить 9,6 % і розбіжність між зміною температури в залежності від часу випробування складає на більше 15 %.

**Висновок та перспективи подальших досліджень.** Провівши теоретичні та експериментальні дослідження можна зробити висновок, що метод приведення реальної температури отриманої в результаті проведення вогневого випробування до стандартного температурного режиму пожежі, за

допомогою якого визначається межа вогнестійкості є допустимим для використання. Похибка між експериментально визначеною та теоретично розрахованою межею вогнестійкості становить не більше 10 %. Отримані результати свідчать про доцільність використання даного методу при визначенні межі вогнестійкості будівельних конструкцій у випадку відхилення температури в печі від стандартної температурно-часової залежності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги : \* [Чинний від 01-03-1999]. Київ: Державний комітет будівництва, 1998. 47 с.
2. Захист від пожежі. Перегородки. Метод випробування на вогнестійкість : ДСТУ Б.В.1.1-15:2007 [Чинний від 01-01-2008] Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 13 с.
3. Захист від пожежі. Колони. Метод випробування на вогнестійкість : ДСТУ Б В.1.1-14:2007 [Чинний від 01-01-2008] Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 12 с.
4. Захист від пожежі. Перекриття та покриття. Метод випробування на вогнестійкість : ДСТУ Б В. 1.1-20:2007 [Чинний від 01-04-2008] Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 17 с.
5. Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість : ДСТУ Б В.1.1-13:2007 [Чинний від 22-06-2008] Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 10 с.
6. Демчина Б. Г. Вогнетривкість енергоефективних будівельних конструкцій. Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. 1999. Вип. 2. С. 89-92.
7. Половко А. П. Вогнестійкість енергоефективних стінових огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2009. 193 арк.
8. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1-7:2016 [Чинний від 31.10.2016]. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 39 с.
9. Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, ASTM E-119, 1997 Annual Book of ASTM Standards, Section 4 Construction, Volume 04.07 Building Seals and Sealants; Fire Standards; Dimension Stone, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA (1997) pp. 441–461.
10. Григор'ян Б. В. Вогнестійкість стиснутих залізобетонних елементів при температурних режимах близьких до реальних : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» / Харків. держ. акад. залізничного транспорту. Харків, 2001. 24 с.
11. Maślak M., Równoważny czas ekspozycji w szacowaniu odporności ogniowej elementów konstrukcji stalowych. Konstrukcje Stalowe, 2004. Kwiecień. S. 27–28.
12. Maślak M., Modelowanie przebiegu pożaru w ocenie możliwości pożarowej elementów konstrukcji budowlanej. Inżynieria i Budownictwo, 2004. № 7., S. 387–391.
13. Веселівський Р. Б. Обґрунтування умов застосування вертикальних багатошарових огорожувальних конструкцій будівель і споруд з урахуванням їх вогнестійкості : дис. ... канд. техн. наук : 21.06.02 / Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2012. 144 арк.
14. Процюк Б. В., Семерак М. М., Веселівський Р. Б., Синюта В. М. Дослідження нестационарного температурного поля в багатошаровій плоскій конструкції. Пожежна безпека. 2012. № 20. С. 111–117.
15. Демчина Б. Г. Вогнестійкість одно- і багатошарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.23.01 / Харків. держ. техн. ун-т будівництва та архітектури. Харків, 2003. 367 арк.
16. Половко А. П., Веселівський Р. Б., Василенко О. О., Шелюх Ю. Є. Експериментальне дослідження вогнестійкості багатошарових огорожувальних конструкцій. Пожежна безпека. 2011. № 19. С. 118–123.
17. Odporność ogniowa konstrukcji budowlanych / M. Kosiorek, J. A. Pogorzelski, Z. Laskowska, K. Pilich. Warszawa : Arkady, 1988. 230 str.
18. Harmathy T.Z., Design to cope with fully developed fires, [w:] Smith E.E., Harmathy T.Z. (eds.), Design of Buildings for fire safety, Proceedings of a symposium sponsored by American Society for Testing and Materials Committee E05 on Fire Standards, Boston, Massachusetts, 27 June 1978, ASTM Special Technical Publication 685, Philadelphia, Pennsylvania, USA 1979, pp. 198–276.

## REFERENCES

1. Zakhyst vid pozhezhi. Budivelni konstruktсии. Metody vyprobuvann na vohnestiikist. Zahalni vymohy [Fire protection. Building constructions Test methods for fire resistance. general requirements]. (1998\*). DSTU B.V.1.1-4: 1999\* from 1st March 1999. Kyiv: State Construction Committee [in Ukrainian].
2. Zakhyst vid pozhezhi. Perehorodky. Metod vyprobuvannia na vohnestiikist [Fire protection. Internal non-loadbearing walls. Fire resistance test method]. (2007). DSTU B.V.1.1-15: 2007 from 1st January 2008. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine [in Ukrainian].
3. Zakhyst vid pozhezhi. Kolony. Metod vyprobuvannia na vohnestiikist [Fire protection. Columns. Fire resistance test method]. (2007). DSTU B.V.1.1-14: 2007 from 1st January 2008. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine [in Ukrainian].
4. Zakhyst vid pozhezhi. Perekryttia ta pokryttia. Metod vyprobuvannia na vohnestiikist [Fire protection. Floors and roofs. Fire resistance test method]. (2007). DSTU B.V.1.1-20: 2007 from 1st April 2008. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine [in Ukrainian].

5. Zakhyst vid pozhezhi. Balky. Metod vyprobuvannia na vohnestiikist [Fire protection. Beams. Fire resistance test method]. (2007). DSTU B.V.1.1-13: 2007 from 22st June 2007. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine [in Ukrainian].
6. Demchyna B. G. (1999). Vohnetryvkist enerhoefektyvnykh budivelnnykh konstrukttsii [Fire resistance of energy efficient building structures]. Resurso-ekonomni materialy, konstrukttsii, budivli ta sporudy, 2, 89-92. [in Ukrainian].
7. Polovko A. P. (2009). Vohnestiikist enerhoefektyvnykh stinovykh ohorodzhuvalnykh konstrukttsii zhytlovykh ta hromadskykh budivel [Fire resistance of power effective enclosed constructions of residential and public buildings]. (Candidate's thesis). Lviv State University of Life Safety. Lviv [in Ukrainian].
8. Pozhezhna bezpeka ob'ektiv budivnytstva [Fire safety objects of construction. General requirements]. (2016). DBN V.1.1-7: 2016 from 31st October 2016. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine. [in Ukrainian].
9. Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, ASTM E-119, 1997 Annual Book of ASTM Standards, Section 4 Construction, Volume 04.07 Building Seals and Sealants; Fire Standards; Dimension Stone, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA (1997) pp. 441–461 [in English].
10. Hryhorian B. V. (2001) Vohnestiikist stysnutykh zalizobetonnykh elementiv pry temperaturnykh rezhymakh blyzkykh do realnykh [Fire resistance of compressed reinforced concrete elements under temperature conditions close to real]. (Extended abstract of candidate's thesis). Kharkiv State Academy of Railway Transport. Kharkiv [in Ukrainian].
11. Maślak M. (2004). Równoważny czas ekspozycji w szacowaniu odporności ogniowej elementów konstrukcji stalowych [Equivalent exposure time in estimating the fire resistance of steel construction elements]. Konstrukcje Stalowe, April, 27–28 [in Polish].
12. Maślak M. (2004) Modelowanie przebiegu pożaru w ocenie możliwości pożarowej elementów konstrukcji budowlanej [Modeling of the course of fire in the assessment of the fire capacity of building structure elements]. Inżynieria i Budownictwo, 7, 387–391 [in Polish].
13. Veselivskyy R. B. (2012) Obgruntuvannia umov zastosuvannia vertykalnykh bahatosharovykh ohorodzhuvalnykh konstrukttsii budivel i sporud z urakhuvanniam yikh vohnestiikosti [Substantiation of application of vertical multilayer envelope structures of buildings and constructions according to their fire-resistance]. (Candidate's thesis). Lviv State University of Life Safety. Lviv [in Ukrainian].
14. Procjuk B. V., Semerak M. M., Veselivskyy R. B., Synjuta V. M. (2012) Doslidzhennia nestatsionarnoho temperaturnoho polia v bahatosharovii ploskii konstrukttsii [Investigation of transient temperature field in multilayered planar structure]. Pozhezhna bezpeka. 20. P. 111–117 [in Ukrainian].
15. Demchyna B. G. (2003) Vohnestiikist odno- i bahatosharovykh prostorovykh konstrukttsii zhytlovykh ta hromadskykh budivel [Fire resistance of one-layer and multi-layer spatial structures of residential and public buildings]. (Doctor thesis). Kharkiv State Technical University of Construction and Architecture. Kharkiv [in Ukrainian].
16. Polovko A. P., Veselivskyy R. B., Vasylenko O. O., Sheljukh Ju. Je. (2011) Eksperymentalne doslidzhennia vohnestiikosti bahatosharovykh ohorodzhuvalnykh konstrukttsii [Experimental study of fire resistance of multilayer enclosing wall structures]. Pozhezhna bezpeka, 19, 118–123 [in Ukrainian].
17. Kosiorek M., Pogorzelski J. A., Laskowska Z., Pilich K. (1998). Odporność ogniowa konstrukcji budowlanych [Fire resistance of building structure]. Warsaw: Arkady [in Polish].
18. Harmathy T.Z., Design to cope with fully developed fires, [w:] Smith E.E., Harmathy T.Z. (eds.), Design of Buildings for fire safety, Proceedings of a symposium sponsored by American Society for Testing and Materials Committee E05 on Fire Standards, Boston, Massachusetts, 27 June 1978, ASTM Special Technical Publication 685, Philadelphia, Pennsylvania, USA 1979, pp. 198–276. [in English].

**JUSTIFICATION OF THE METHOD OF MATCHING OF FIRE RESISTANCE LIMIT  
OBTAINED DURING OF THE FIRE TEST TO THE FIRE RESISTANCE LIMIT  
ACCORDING TO THE STANDARD TEMPERATURE MODE**

R. Veselivskyy  
*Lviv State University of Life Safety*

---

| KEYWORDS   | ANNOTATION   |
|--|--|
| matching, fire resistance limit, area comparison method, standard temperature mode, heating temperature, heat-insulating ability | Ways and experience of application of various methods concerning the matching of a limit of fire resistance of building constructions in case of deviation of a temperature mode of fire test from a standard temperature mode of a fire have been analyzed. A comparative analysis of the change in temperature values obtained by experimental and analytical methods up to the critical heating temperature of the enclosing building structure. According to the results of theoretical and experimental studies, it is established that the maximum discrepancy between the values of depths of heat obtained by analytical and experimental methods does not exceed 8%. On the basis of theoretical and experimental researches, the comparison of real and standard temperature effects was performed using the method of comparing the areas under the fire curve and limited by the ordinate of temperature, which achieved one of the criteria of fire resistance and abscissa. Using the method of area comparison, the limit of fire resistance of matching to the standard temperature of the fire was obtained on the basis of the loss of heat-insulating ability of the sample of the enclosing multilayer building structure. The adequacy of the method of matching the limit of fire resistance was checked by analytical calculation using the Green's function. Analysis and comparison of experimental and theoretical results were performed on one thermocouple (point) which was on the unheated surface of the studied sample. The difference between the experimentally determined and theoretically calculated limit of fire resistance on the basis of loss of heat-insulating ability is 9.6% and the difference between the change in temperature depending on the test time is not more than 15%. It is established that the method of matching the real temperature obtained as a result of the fire test to the standard temperature mode of the fire is acceptable for use. The error between the experimentally determined and theoretically calculated limit of fire resistance is not more than 10%. |

---