

КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ТЕРМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЇ ВОГНЕВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

© Сергій Прохоренко*, Данкевич Ірина**, Шналь Тарас**, Катерина Кашипор*, 2013

Національний університет «Львівська політехніка»,

* кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, вул. С. Бандери, 28а, 79013, Львів, Україна;

** кафедра будівельних конструкцій та мостів, вул. Карпінського 6, 79013, Львів, Україна

siergiej.prokhorenko@gmail.com; irunka@ua.fm; taras.shnal@gmail.com; narkotja@gmail.com

Розроблено та практично апробовано елементи методики контактної та безконтактної оцінки термічних параметрів дії вогневого навантаження на огороджуючі конструктивні елементи житлових приміщень, з метою чого здійснено чисельне симулювання модельного експерименту, а також проведено практичну (експериментальну) апробацію модельних припущень (на кількох комплектах апаратного забезпечення та в межах дев'яти експериментів).

Разработано и практически апробировано элементы методики контактной и бесконтактной оценки термических параметров действия огневой нагрузки на ограждающие конструктивные элементы жилых помещений, с целью чего осуществлено численное моделирование модельного эксперимента, а также проведено практическую (экспериментальную) апробацию модельных предположений (на нескольких комплектах аппаратного обеспечения и в пределах девяти экспериментов).

It is developed and practically approved elements of method of contact and noncontact estimation of thermal parameters of action of the fire loading on the non-load-bearing structural elements of housings apartments, with a purpose what the numeral simulation of model experiment is carried out, and also practical (experimental) approbation of model suppositions is conducted (on a few complete sets of the vehicle providing and within the limits of nine experiments).

Вступ. Некерований процес горіння у житлових приміщеннях, який настає під час пожежі, наносить значні матеріальні та соціальні збитки. Забезпечення відповідного рівня вогнезахисту (пожежної безпеки) для конструктивних елементів дасть змогу уникнути їх руйнування або щонайменше знизить витрати на компенсацію наслідків пожежі, яка все таки відбулася [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Конструктивні елементи під час пожежі нагріваються неоднаково, що зумовлено випадковим (імовірнісним) типом багатьох параметрів, які впливають на динаміку пожежі [2]. Дослідження температурних режимів пожеж у житлових будівлях залишаються актуальними і в наш час. Особливу увагу науковців привертає власне математичний опис динаміки пожежі [3,4] для створення нових та покращення вже існуючих кривих температура-час. ρR_p Суттєве значення у поширенні пожеж на інші кімнати чи будівлі має факел полум'я, що виходить разом з гарячими газами через отвори огороджуючих конструктивних елементів. У роботі [5] наведено залежність величини теплового потоку від факела полум'я.

За даними математичного моделювання впливу параметрів пожежі на її інтенсивність та динаміку (проведене на основі параметричної кривої [6]) цікавим було зосередження дослідження у напрямі впливу значення коефіцієнта отворів та взаємного розташування отворів в огороджуючих конструкціях при двох рівнях пожежного навантаження на температурний режим пожежі у житловому приміщенні.

Мета роботи – випробувати комплексну методику оцінки термічних параметрів дії вогневого навантаження на огороджуючі конструктивні елементи (посадження контактного та безконтактного способу вимірів температур).

Основне завдання натурних експериментів (2012 р.) полягало в отриманні комплексної картини динаміки пожежі у моделі житлового приміщення. Увагу зосередили на реєстрації зміни температур в об'ємі приміщень та на зовнішніх поверхнях конструктивних елементів [7]. Виміри температур проводили паралельно двома способами: контактним (за допомогою термопар) та безконтактним (за допомогою тепловізора).

Була створена матриця із 32-ох хромель-алюмелевих термопар (8 - ТХА-1590 та

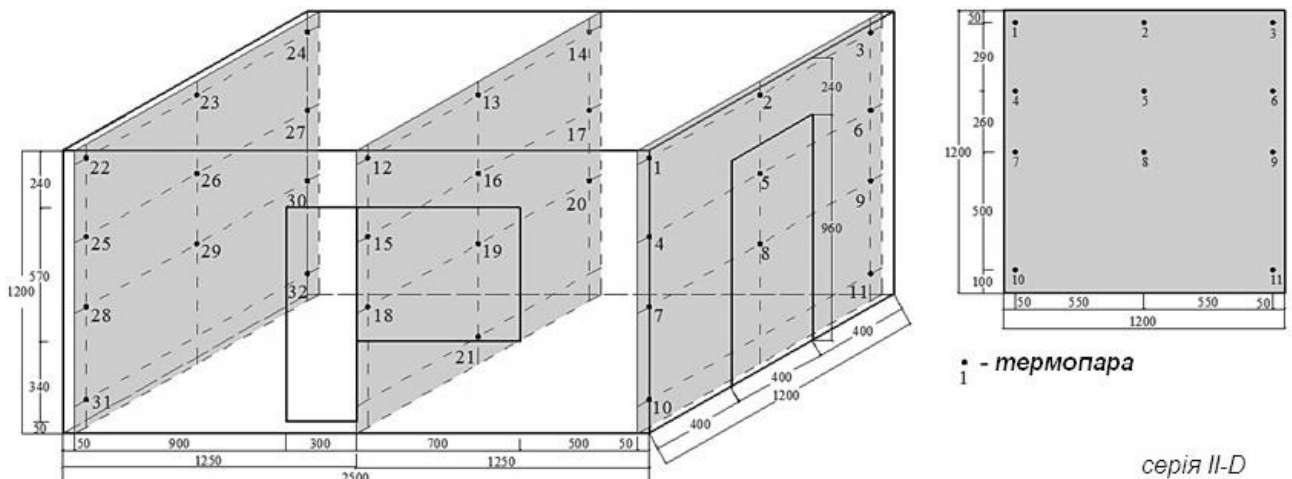


Рис.1. Експерименти серії II-D: розташування термодпар в об'ємі моделі житлового приміщення.

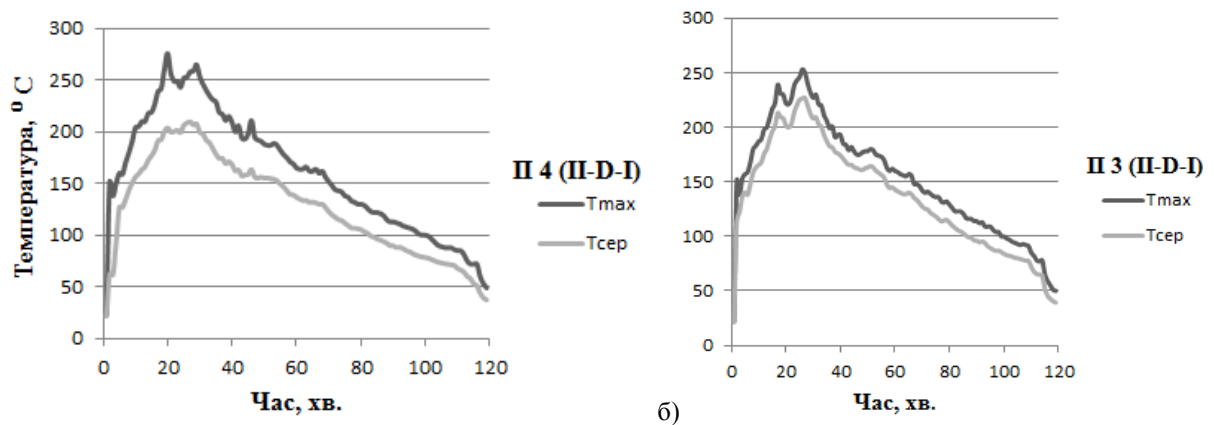


Рис. 2. Залежність температура-час експерименту II-D-I ($q_{f,d}=525 \text{ Дж/м}^2$; $T_{\max}=307 \text{ }^\circ\text{C}$):

а) для стінки з балконом (П4); б) для стінки з дверима (П3).

25 - ТХА-1007) в об'ємі моделей житлових приміщень, яка дозволяла реєструвати зміну температури поблизу внутрішньої поверхні (на відстані 50 мм) огорожуючих конструкцій та в об'ємі моделі (рис.1). Сумісно з термодпарами використовували 4-и восьмиканальні регулятори-

вимірювачі типу ПКРТ-01-03.

На рис. 2 подана часова розгортка температур у площинах П4 (стінка з балконом) та П3 (стінка з дверима) за даними термодпар, розташованих поблизу цих стін.

Для визначення температури за допомогою

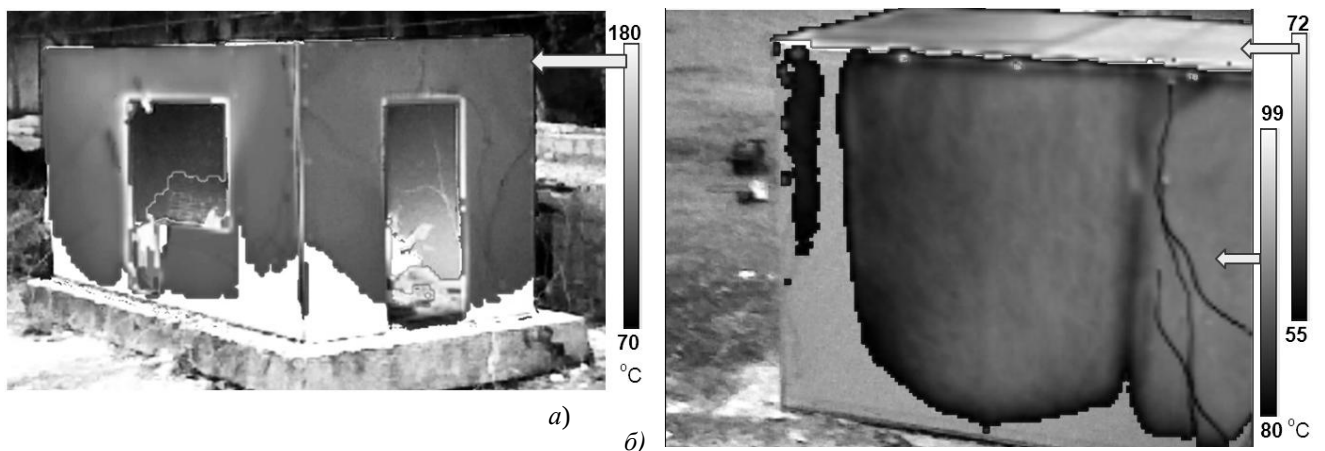


Рис. 3. Нагрів зовнішньої поверхні огорожуючих контрукцій під час пожежі II-D-I

($q_{f,d}=525 \text{ Дж/м}^2$; $t_{\max}=18 \text{ хв}$; $T_{\max}=307 \text{ }^\circ\text{C}$):

а) фото відповідає 25-ій хв. експерименту; б) фото відповідає 35-ій хв. експерименту.

термопар їх необхідно привести у безпосередній контакт із досліджуванним середовищем. Застосування безконтактного способу виміру температури буде доцільним та більш точним саме для виміру температур нагріву зовнішньої поверхні огороджуючих конструктивних елементів та викиду факела полум'я через отвори.

Під час натурних експериментів для контролю температури зовнішньої поверхні огороджуючих конструктивних елементів (стін) було використано мобільний тепловізор Fluke-Ti25 (теплова чутливість (NETD) – 0.1 °C при 30 °C (100 mK), інфрачервоний спектральний діапазон від 7.5 мкм до 14 мкм). На рис. 3 наведено фото під час пожежі у моделі приміщення D за допомогою Fluke-Ti25, зокрема на рис. 3 (а) видно саме стіну із балконом та стіну із дверима.

Під час пожежного експерименту дрібні частинки попелу у повітрі створюють певні оптичні перешкоди для роботи тепловізора. Тому для вимірів температур теплових потоків та факелу полум'я пожежі (рис. 4), що виходив крізь отвори огороджуючих конструкцій, застосували матрицю із чутливих елементів, яку помістили у середовище газового потоку (у даному випадку – у площині отворів огороджуючих конструкцій). Дану матрицю було виконано із металевої сітки та маркерів температури. У якості маркера температури використали пустотілі керамічні елементи.

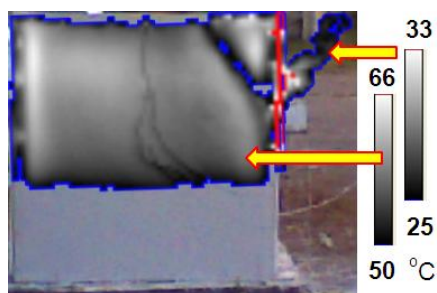


Рис. 4. Фіксація виходу гарячих газів та факела полум'я за допомогою Fluke-Ti25 (фото відповідає 5-ій хв. експерименту).

Керамічні елементи попередньо були досліджені на швидкість прогріву газовим факелом, і одержані результати підтвердили доцільність їх використання у даних експериментах. Тест чутливості до елементів дії газового факелу проводився з використанням чутливої (NETD = 25 mK у досліджуваному температурному діапазоні) тепловізійної камери FLIR SC7600 та ему-

лятора газового потоку, котрим був ручний пальник Бунзена, або, у випадку генерації псевдо-ламінарного газового струменя стаціонарних термодинамічних характеристик, – використано паяльну станцію LUKEY-702 [8].

Під час експериментів також застосували і кількашарову матрицю із чутливими елементами для створення 3-d зображення в інфрачервоному діапазоні (рис. 5).

Застосування подібної матриці з маркерами температур є доцільним не тільки у сфері вогнезахисту будівельних конструкцій, а й в енергетиці тощо.

Для детальних досліджень із використанням металевої сітки та маркерів температури доцільно буде приймати до уваги матеріал самої сітки, його фізико-механічні властивості, також можна розглядати інші маркери температури.



Рис. 5. Вигляд матриці із чутливими маркерами температури.

Висновок. Розроблено та апробовано в чисельному симуляційному та експериментальному (на кількох незалежних комплексах обладнання) модельних експериментах комплексну методику оцінювання термічної дії вогневого навантаження на огорожуючі конструктивні елементи житлових приміщень.

Застосування методики оцінки вигляду епюри енергетичного потоку із використанням структурної матриці, формуючої розміщення чутливих маркерів температури відкриває нові можливості отримання даних не тільки у пожежних експериментах.

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98* *Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.* – 2005. – 43 с. 2. Шналь Т.М. *Характеристика моделей розвитку пожеж* [Текст] / Т.М. Шналь, І.П. Синенько, М.І. Стасюк // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Теорія і практика будівництва».* –

2011. – № 697. – С. 252-256. 3. Моделирование пожаров и взрывов: [Монография] / [Астахова И.Ф., Беляцкий В.П., Брушлинский Н.Н. и др.]; Под общ. ред. Н.Н. Брушлинского, А.Я. Корольченко; Ассоц. "Пожнаука". Пожар. безопасность и наука М. : Ассоц. "Пожнаука", 2000. – 482 с. 4. Математичне моделювання та дослідження термонапруженого стану огорожуючих конструкцій, обумовленого пожежею / М.М.Семерак, Т.Б.Юзків // Пожежна безпека: Зб.наук.праць. – Л.: ЛПБ, 2005. – № 7. – С.128-132. 5. Теплові потоки, зумовлені випромінюванням факела пожежі / М.М.Семерак, А.М.Домінік, А.В.Субота // Пожежна безпека:

Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – №19. – С.131-136. 6.EN 1991-1-2 (2002). Eurocode 1: Actions and Structures. Part 1-2: General Actions on Structures Exposed to Fire. 7. Ілющенко В. І., Туяхов А. І., Саф'яні С.М. Вимірювання в енергетиці. – Донецьк: Норд-Прес, 2008. – 352с. 8. Прохоренко С., Кашипор К., Микитин І., Мац К., Возний М., Панас А. Оцінювання рівня неоднорідності матеріалу шляхом аналізу теплового відгуку на вузькозонне теплове збудження. //Вимірювальна техніка та метрологія, 2012. - Випуск 73. – С. 41-44.