

УДК 621.317.3, 624.131.64, 614.841.33

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

© Прохоренко Сергій*, Данкевич Ірина**, Шналь Тарас**, Кашипор Катерина*, 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 огороджувальні конструктивні елементи житлових приміщень, з метою чого здійснено числове 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, для 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, завдає значних матеріальних та соціальних збитків. 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 $p(t)$. Істотне значення у поширенні пожеж на інші кімнати чи будівлі має факел полум'я, що виходить разом з гарячими газами через отвори

огороджувальних 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 (виконано на основі параметричної кривої [6]) цікавим було зосередження дослідження у напрямі впливу значення коефіцієнта отворів та взаємного розташування отворів у огороджувальних конструкціях за двох рівнів пожежного навантаження на температурний режим пожежі у житловому приміщенні.

Мета роботи – випробувати комплексну методику оцінки термічних параметрів дії вогневого навантаження на огороджувальні конструктивні елементи (поєднання контактного та безконтактного способу вимірювань температур).

Основне завдання натурних експериментів (2012) полягало у відтворенні 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).

Створено матрицю із 32 хромель-алюмелевих термопар (8 – ТХА-1590 та 25 – ТХА-1007) в об'ємі моделей житлових приміщень, яка дає змогу реєструвати зміну температури поблизу внутрішньої поверхні (на відстані 50 мм) огорожувальних конструкцій та в об'ємі моделі (рис.1). Сумісно з термопарами використовували чотири восьмиканальні регулятори-вимірювачі типу ПКРТ-01-03.

На рис. 2 подано часову розгортку температур у площинах П4 (стінка з балконом) та ПЗ (стінка з дверима) за даними термопар, розташованих поблизу цих стін.

Для визначення температури за допомогою термопар їх необхідно привести у безпосередній контакт із досліджуваним середовищем. Застосування безконтактного способу вимірювання температури буде доцільним та точнішим саме для вимірювання температур нагріву зовнішньої поверхні огорожувальних конструктивних елементів та викиду факела полум'я через отвори.

Під час натурних експериментів для контролю температури зовнішньої поверхні огорожувальних конструктивних елементів (стін) використано мобільний тепловізор Fluke-Ti25 (теплова чутливість (NETD) – 0.1 °C при 30 °C (100 мК), 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.

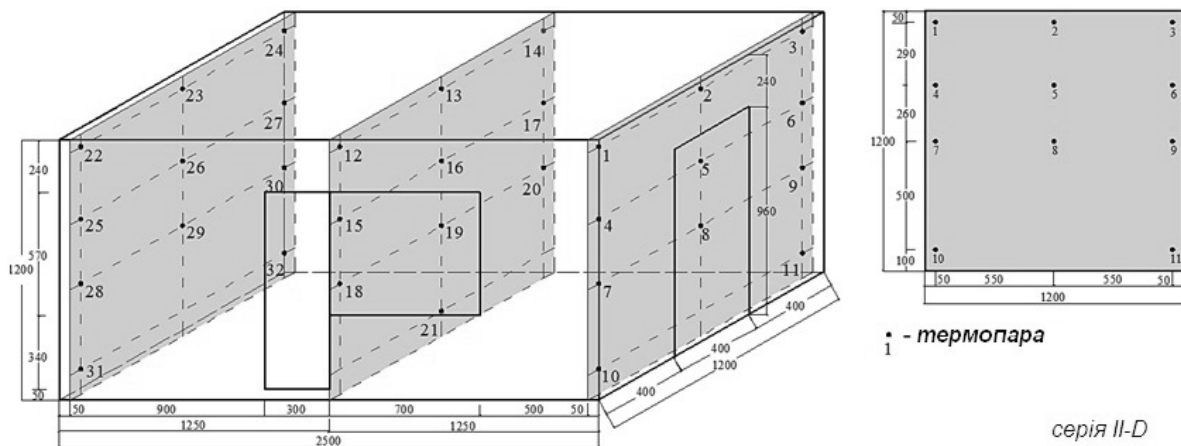


Рис. 1. Експерименти серії II-D: розташування термопар в об'ємі моделі житлового приміщення

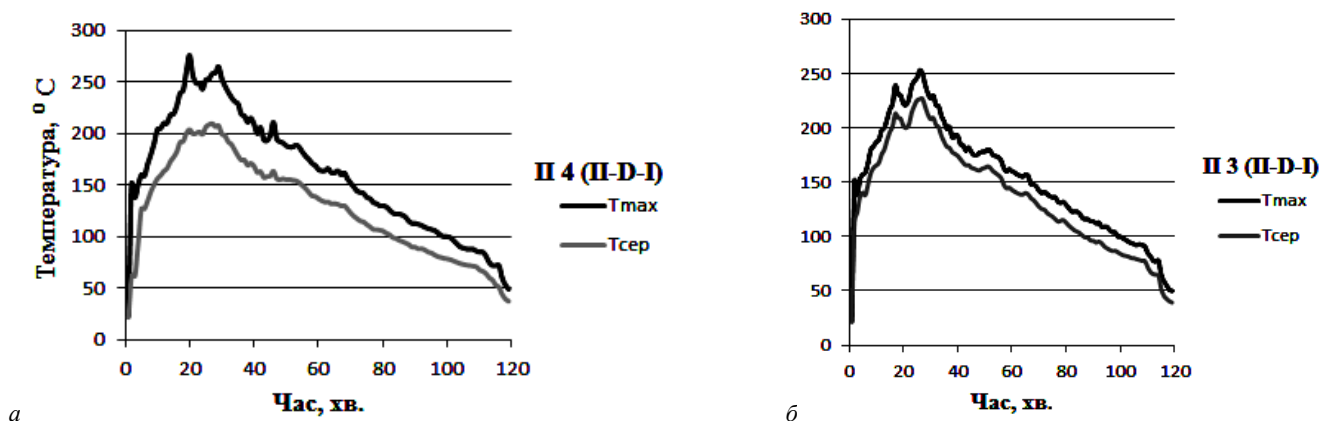
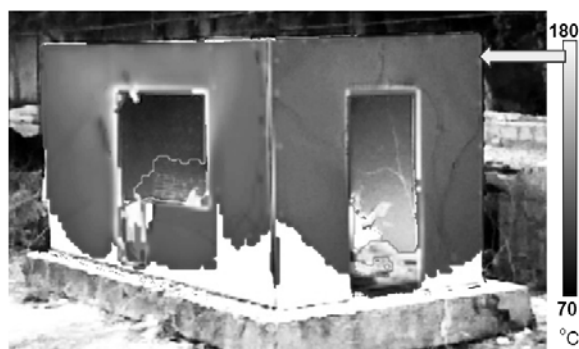
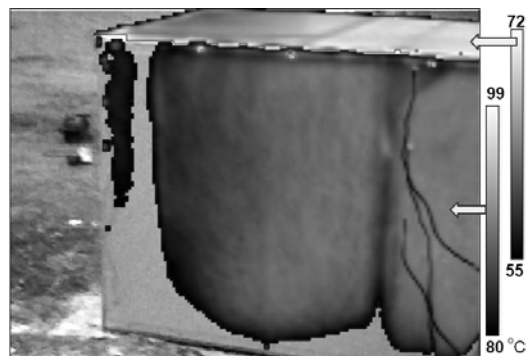


Рис. 2. Залежність температура-час експерименту II-D-I ($q_{f,d}=525 \text{ Дж/м}^2$; $T_{\text{max}}=307 \text{ }^{\circ}\text{C}$):

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



а



б

Рис. 3. Нагрів зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій під час пожежі II-D-I ($q_{f,d}=525 \text{ Дж/м}^2$; $t_{\max}=18 \text{ хв}$; $T_{\max}=307 \text{ °C}$): а – фото відповідає 25-й хв експерименту; б – фото відповідає 35-й хв експерименту

Під час пожежного експерименту дрібні частинки попелу в повітрі створюють певні оптичні перешкоди для роботи тепловізора. Тому для вимірювань температур теплових потоків та факела полум'я пожежі (рис. 4), що виходив крізь отвори огорожувальних конструкцій, застосували матрицю із чутливих елементів, яку помістили у середовище газового потоку (у цьому випадку – в площині отворів огорожувальних конструкцій). Цю матрицю було виконано із металеві сітки та маркерів температури. Як маркер температури використали порожнисті керамічні елементи.

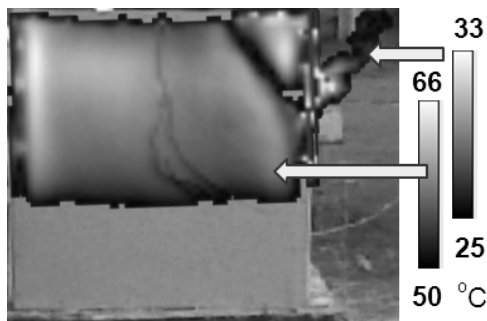


Рис. 4. Фіксація виходу гарячих газів та факела полум'я за допомогою Fluke-Ti25 (фото відповідає 5-й хв експерименту)

Керамічні елементи попередньо були досліджені на швидкість прогріву газовим факелом, і одержані результати підтвердили доцільність їх використання у цих експериментах. Тест чутливості до елементів дії газового факела проводився з використанням чутливої ($\text{NETD} = 25 \text{ мК}$) у досліджуваному температурному діапазоні) тепловізійної камери FLIR SC7600 та емулятора газового потоку, котрим був ручний пальник Бунзена, або, для генерації псевдоламінарного газового струменя стаціонарних термодинамічних характеристик, використано паяльну станцію LUKEY-702 [8].

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

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

Для детальних досліджень із використанням металеві сітки та маркерів температури доцільно враховувати 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 числовому симуляційному та експериментальному (на кількох незалежних комплексах обладнання) модельних експериментах комплексну методику оцінювання термічної дії вогневого навантаження на огорожувальні конструктивні елементи житлових приміщень.

Застосування методики оцінки вигляду епюри енергетичного потоку із використанням структурної матриці, що формує 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 пожежі [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 огорожувальних конструкцій, обумовленого пожежею / М.М. Семерак, Т.Б. Юзьків // 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: зб. наук. 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. Люценко В. І., Туяхов А. І., Саф'яні С.М. Вимірювання в енергетиці. – Донецьк: Норд-Прес, 2008. – 352 с. 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. – Вип. 73. – С. 41–44.

УДК 624.012, 621.317.3

ВИПРОБУВАННЯ БЕТОННИХ КУБІВ ТА ПРИЗМ З ТЕПЛОВІЗІЙНИМ СПОСТЕРЕЖЕННЯМ ЗРАЗКІВ ТА РЕЄСТРАЦІЄЮ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ РУЙНУВАННІ

© Коваль Петро¹, Солодкий Сергій², Прохоренко Сергій³, Ковальчик Ярослав⁴, 2013

¹ Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури, кафедра архітектурних конструкцій,
вул. Смирнова-Ласточкина, 20, Київ

^{2,3} Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів 79013,

² кафедра автомобільних шляхів, ³ кафедра інформаційно-вимірювальних технологій,

⁴ Національний транспортний університет, кафедра дорожньо-будівельних матеріалів та хімії,
вул. Суворова 1, Київ, 01010.

koval_pm@meta.ua, solodkyy@mail.ru, siergiej.prokhorenko@gmail.com, kovalchik_yaroslav@ukr.net

Розглянуто результати випробування бетонних кубів та призм на стиск з реєстрацією температури та сигналів тріщиноутворення акустичною емісією при руйнуванні зразків на пресі. Визначено можливість використання тепловізійного методу для технічної діагностики стану бетонних конструкцій.

Рассмотрены результаты испытания бетонных кубов и призм на сжатие с регистрацией температуры и сигналов трещинообразования акустической эмиссии при разрушении образцов на прессе. Определена возможность использования тепловизионного метода для технической диагностики состояния бетонных конструкций.

The results with registration temperature in the destruction of samples and crack acoustic emission signals of the test compression of concrete cubes and prisms presented on stand. The possibility of using thermal method for technical diagnostics of concrete structures shown.

Вступ. У вітчизняній практиці під час обстежень залізобетонних конструкцій споруд для виявлення та фіксації дефектів а також для візуального спостереження за їх утворенням і розвитком використовують

візуальне спостереження, фотофіксацію тощо [1]. Але, використовуючи вищезгадані способи, не завжди можна виявити дефекти бетону й арматури в поверхневому шарі конструкції.