

Олександр Нуязін, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0003-2527-6073)

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ПОЖЕЖІ НА ЗАЛІЗОБЕТОННУ БАЛКУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ

У роботі проаналізовано тепловий вплив пожежі на залізобетонні балки на основі їхнього нагрівання за стандартним температурним режимом пожежі у малогабаритній установці для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції. На основі запропонованого способу створено методу, яка дає можливість отримати дані температурних розподілів на поверхнях фрагмента балки та в її перерізі. Описано хід та результати проведеного вогневого випробування та перевірено адекватність та відтворюваність експериментальних даних. Проаналізовано розподіл температур по всій площі вогневої печі, досліджуваних фрагментів та оброблено отримані результати.

Перевірено можливість створення у камері вогневої печі стандартного температурного режиму пожежі.

За результатами даної роботи встановлено, що на обігрівній поверхні досліджуваного малогабаритного фрагменту відбувається рівномірний розподіл температур, максимальна досягнута температура становила 806 °С, максимальна температура всередині балки склала 480 °С, спостерігалась на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати після виходу з плато. Максимальна температура на необігрівальній поверхні склала 159 °С, а на необігрівальній поверхні балки склала 84 °С, спостерігались на останній хвилині експерименту та продовжували лінійно зростати після виходу з плато.

Адекватність експериментальних даних підтверджено: відносне відхилення не перевищило 8 %, а розраховані критерії адекватності (Фішера, Стьюдента та Кохрена) нижче за критичне значення.

Ключові слова: *результати експериментів, малогабаритний фрагмент, компактна вогнева установка, залізобетонна балка, температура, відтворюваність експериментальних даних.*

Постановка проблеми. В умовах теплового впливу пожежі порушення загальної стійкості будівлі відбувається внаслідок деформації та руйнування окремих елементів конструкцій споруди. Гарантування межі вогнестійкості є одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки, зокрема евакуації людей при пожежі.

Для визначення меж вогнестійкості найбільш поширеними є натурні вогневі випробування, метод випробувань у спеціальних вогневих випробувальних печах, експериментально-розрахункові та розрахункові методи. Проте, натурні вогневі випробування не є рентабельними та проводяться надзвичайно рідко, навіть у найрозвиненіших країнах. Вогневі випробування та параметри сучасних випробувальних установок недосконалі, оскільки існують похибки, внаслідок того, що управління паливною системою та конфігурація вогневих печей не забезпечують повну відповідність умов проведення експерименту вимогам стандартів у даній галузі. Крім того великогабаритні печі – це неекологічно, трудомістко та не завжди економічно доцільно. Розрахункові методи не здатні забезпечити необхідну точність, так як неможливо врахувати особливості поведінки багатокомпонентного матеріалу будівельних конструкцій при нагріванні.

Розвитком наукових знань у сфері оцінювання вогнестійкості залізобетонних конструкцій займалися і займаються багато вчених, зокрема Яковлев О. І., Ройтман В. М., Харченко І. О., Бушев В. П., Мілованов О. Ф., Фомін С. Л., Страхов В. Л., Поздеев С. В.,

Круковський П. Г., Новак С. В., Т. Lie, В. Barteleml, G. Kruppa, Т. Harmathy, проте в їх роботах недостатньо уваги було приділено створенню універсального експериментально-розрахункового методу оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій, що може врахувати як особливості виготовлення будівельної конструкції, умов її подальшої роботи та забезпечити точність розрахункових даних. Необхідно забезпечити консенсус між експериментами та подальшими розрахунками. Тому розробка спеціальних портативних засобів, що одночасно забезпечить врахування особливостей багатокомпонентного матеріалу та розрахункової методики на основі отриманих даних є актуальним і сприятиме вирішенню проблеми ефективності випробувань з оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій для гарантування необхідного часу евакуації та проведення пошуково-рятувальних робіт.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. В Україні діють декілька нормативних документів щодо оцінки вогнестійкості залізобетонних балок [1-3]. Дані нормативні документи визначають можливість проводити випробування без використання навантаження на зразки будівельних конструкцій, зокрема балки, для яких неможливо під час випробувань відтворити умови навантаження в лабораторії через технічні причини. У стандартах зазначено, що можливо досліджувати як фрагменти зразків будівельних конструкцій так і конструкції запроєктованих розмірів. Випробування нестандартизованих та великогабаритних конструкцій є проблематичним, так як потребує великих фінансових вкладень та працевтрат, а випробувальні печі можуть бути меншими за габарити досліджуваних конструкцій, крім того є неекологічним. Тому в роботах [4-5] запропоновано ідею проведення експерименту з нагрівання малогабаритних елементів залізобетонних конструкцій у компактній вогневій установці за стандартним температурним режимом пожежі. Потім проводиться верифікація експериментальних даних та розрахунок.

У роботах [6, 7] було встановлено межу вогнестійкості за ознакою втрати теплоізолювальної здатності фрагментів будівельних конструкцій та досліджено в процесі нагрівання зміну температури по товщині стінової конструкції за допомогою печі для теплофізичних випробувань малогабаритних конструкцій печі передбачала використання одного пальника для нагрівання камери. Відповідно до робіт [8, 9] це впливає на рівномірність прогріву досліджуваних конструкцій та вказує на недосконалість конструкції.

Ця робота є продовженням циклу робіт, зокрема [4-5], де для проведення експериментів використовується малогабаритна установка для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції, а також робіт [8, 9], що зазначають вплив рівномірності прогріву досліджуваної конструкції під час її випробувань на вогнестійкість. У даній роботі показані та проаналізовані результати експериментів з нагрівання малогабаритного елемента залізобетонної балки за стандартним температурним режимом пожежі.

Постановка задачі та її розв'язання. Метою роботи є аналіз результатів температурних розподілів теплового впливу пожежі на малогабаритний елемент залізобетонної балки під час її нагрівання у компактній вогневій печі.

Для досягнення мети поставлено та вирішено наступні завдання:

- описати етапи створення малогабаритних фрагментів залізобетонних балок для проведення вогневих випробувань;
- описати методику та засоби проведення експериментальних випробувань;
- проаналізувати температурний режим на поверхні та точках інтегрування у перерізах фрагментів залізобетонних балок;
- провести верифікацію, отриманих під час проведення вогневого випробування, експериментальних даних;
- означити перспективи подальших досліджень.

Методи дослідження (методологія дослідження)

Для проведення експерименту було використано малогабаритну установку для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції [4-5].

Три фрагменти залізобетонних балок перерізом 200×300 мм номінальним розміром 1000 мм, що були виготовлені заздалегідь до випробування.

Пропорції виготовлення фрагментів (на 1 м³): портландцемент марки «500» – 460 ± 10 кг; пісок кварцовий – 660 ± 10 кг; щебінь гранітний – 1150 ± 10 кг; вода.

Армування відповідало балкам, що фактично використовуються при будівництві сучасних житлових будинків із залізобетону. Арматура – дріт класу Вр-І діаметром 5 мм.

Водоцементне співвідношення: В/Ц=0,3×(вода – 138±10 кг); з однаковими фракціями гранітного заповнювача (щебня) – 5–10 мм.

Дозування складових виконано за допомогою вагових дозаторів заводського БСУ. Перемішування бетонної суміші виконано у бетономішалці вільного падіння об'ємом 0,75 м³. Ущільнення бетонної суміші виконано глибинними вібраторами.

Виготовлення конструкції здійснювалося за допомогою стандартної розбірної опалубки.

Зразки знаходилися в опалубці впродовж семи діб. Після розпалубки фрагмент і допоміжні зразки зберігались протягом 28 діб.

Після 28-добової витримки фрагменти зберігались в нормальних умовах температури і вологості до початку випробувань.

На рис. 1 представлено фото заздалегідь підготовленого фрагменту, зразка №1, для проведення натурального випробування з вогнестійкості.



Рисунок 1 – Малогабаритний фрагмент залізобетонної балки, виготовленої заздалегідь до випробування: 1 фрагмент заздалегідь виготовленої залізобетонної балки.

Як видно з рисунку 1, зразки балки було транспортовано до місця проведення випробувань та встановлено у вогневу піч.

Загальна методика полягає у впливі стандартного температурного режиму пожежі при тристоронньому нагріванні елементу залізобетонної балки, на основі яких, розрахунковим шляхом буде можливо оцінити межу вогнестійкості повнорозмірної конструкції.

До початку випробування були зафіксовані дата проведення дослідження, температура навколишнього повітря, вологість повітря, сила та напрям вітру, що відповідали нормативним вимогам [1-3]. Перед початком заміряються габаритні розміри зразку, товщина зразку та фіксуються встановлені дані: було виготовлено 3 зразка:

Зразок 1: 200 × 300 × 998 мм.

Зразок 2: 200 × 300 × 999 мм.

Зразок 3: 20 × 300 × 998 мм.

Зразок для випробувань встановлюється вертикально в геометричному центрі камери печі установки. Передня стінка установки відсутня, тому закривається кришкою (рис. 1). Для щільності прилягання було застосовано мінеральну вату та вапняний шнур. На рис. 2 показана схема встановлення зразка для випробувань та елементи установки.

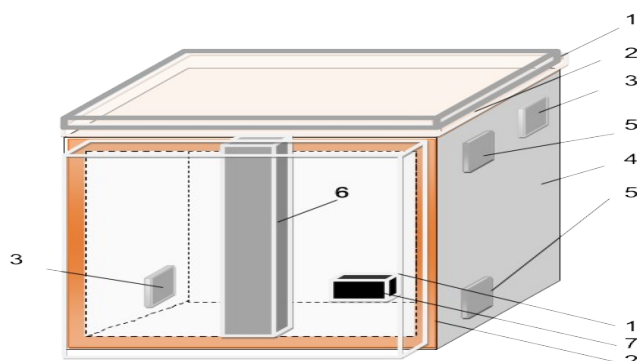


Рисунок 2 – Схема встановлення зразка для випробувань: 1 – кришка, що закриває передню та верхню частину установки; 2 – уплотнювач з мінеральної вати та вапняного шнура; 3 – місця для пальників, що не використовуються під час вогневих випробувань стін; 4 – огороження печі; 5 – пальники, що створюють температурний режим у камері печі; 6 – зразок, що досліджується, 7 – отвір виходу продуктів горіння.

При випробуванні балок використовується 2 пальники. Вони розміщуються знизу та зверху установки на протилежних стінках камери, так щоб факели полум'я не перехрещувались (рис. 2). На час проведення випробувань балок місця для пальників, що не використовуються, було закладено цеглою та мінеральною ватою для попередження виходу пічних газів через ці отвори.

Засоби вимірювальної техніки, які використовувалися під час експерименту з нагрівання малогабаритного елемента, наведено в таблиці 1, а схема розташування на рис. 3.

Таблиця 1 – Засоби вимірювальної техніки

№ п/п	Найменування обладнання або приладу	Діапазон вимірювання	Похибка вимірювань
1	Термопара ТХА-2388 з модулем АЦП (Cold-Junction Compensated Thermocouple-to-Digital Converter)	від -200 до +700 °С від +700 до +1350 °С	± 2,0 °С ± 4,0 °С
2	Терморезистор	від +5 до +300 °С	± 1,0 %
3	Лінійка вимірювальна	від 0 мм до 1000 мм	± 1 мм
4	Секундомір СОС пр-2б-2-000	від 0 с до 60 с, від 0 с до 60 хв	$\pm \left(\frac{0,4}{60} \tau\right)$ $\pm \left(0,4 + \frac{1,5}{3540} (\tau - 60)\right)$
5	Психрометр аспіраційний МВ-4М	від 10 % до 100 % від -10 °С до 50 °С	± 4 % ± 0,2 °С
6	Штангенциркуль ЩЦ-1	від 0 мм до 125 мм	± 0,1 мм
7	Барометр-анероїд М67	600-800 мм рт. ст.	± 1 мм рт. ст.
8	Анемометр АСО-3	від 0,3 м/с до 5 м/с	± (0,1+0,05V) м/с

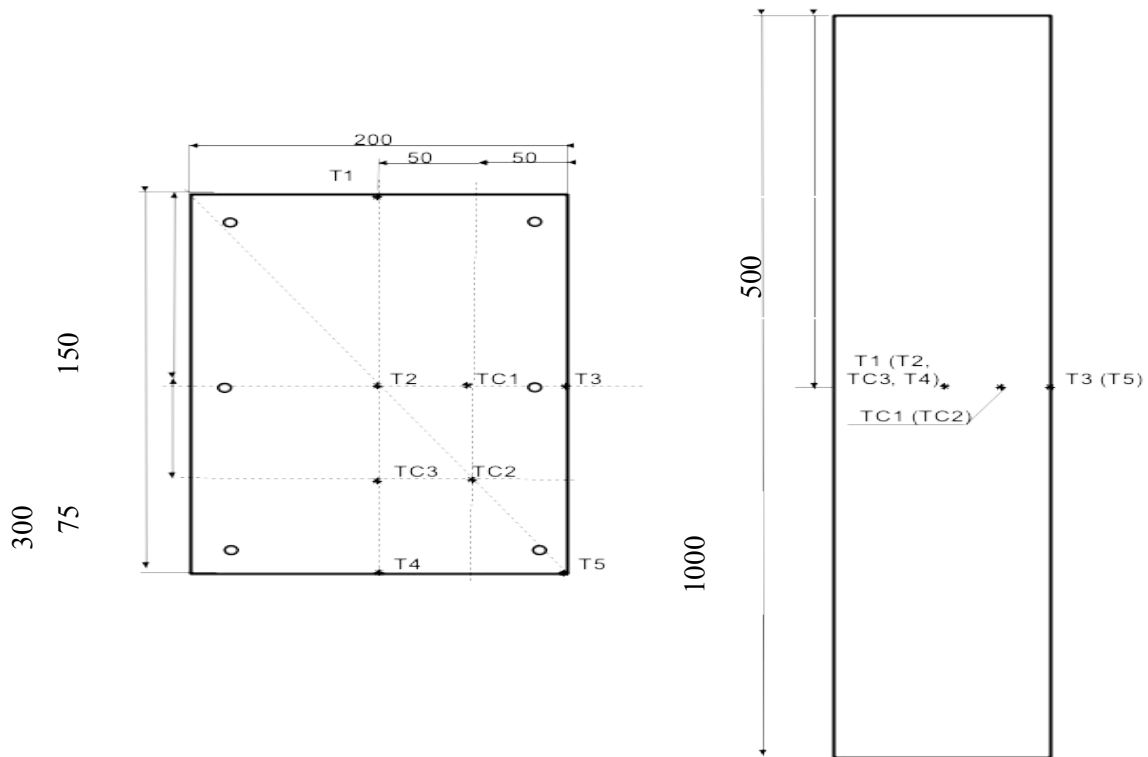


Рисунок 3 – Схема розташування засобів виміральної техніки у перерізі залізобетонної балки-зразку для випробувань.

Як видно з рис. 3, засоби виміральної техніки, що було встановлено до початку випробувань, розміщені та пронумеровані наступним чином: на обігрівній поверхні зразка встановлені термопари T3 – T5; термопара T2 у геометричному центрі, термопара T1 на необігрівальній поверхні та термопари TC1 – TC3 на лініях розмежування.

Для вимірювання температури в печі використовувалися термопари ТХА-2388 з діаметром дроту 1,25 мм, які можна використовувати для вимірювання температури в діапазоні від 0 до 1300 °С.

Для зняття цифрових значень температури в місцях установки термопари використовувався модуль аналого-цифрового перетворення (АЦП), що описано в роботі [4]. Для обробки отриманих даних використовувався плагін PLX DAQ для Microsoft Excel, який дозволяє в режимі реального часу бачити числові значення температури та будувати відповідні графіки.

Результати дослідження

На рис. 4 показано графіки нагрівання камери печі відповідно до показів кожної зі встановлених термопар.

Як свідчать дані прогріву термопар, лінійна швидкість нагрівання камери печі відповідала «стандартній» температурній кривій пожежі, і знаходилася у межах, визначених стандартом [ДСТУ-98]. При досягненні значення 950 °С було встановлено стаціонарний режим за допомогою регулювання потужності нагріву печі. Випробування тривало 63 хвилини.

Дослідження були обмежені 60-ма хвилинами, оскільки далі температурний режим наближається до стаціонарного.

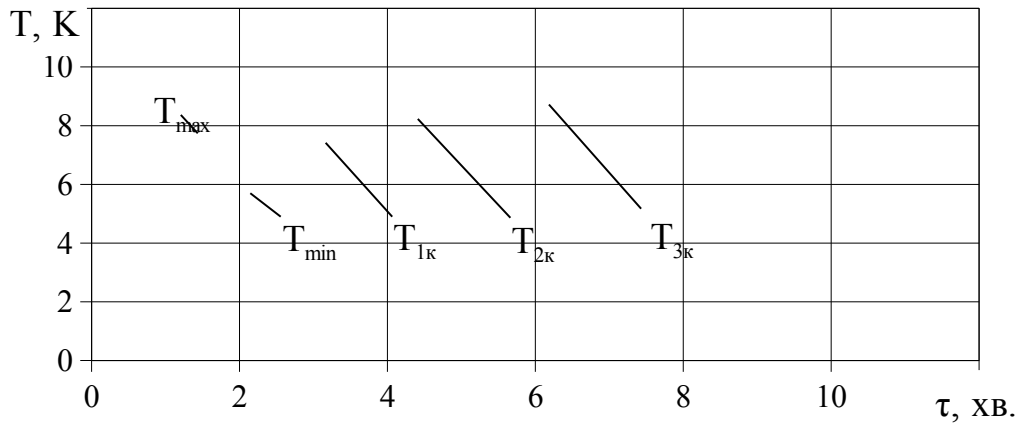


Рисунок 4 – Лінійна швидкість нагрівання камери печі при випробуванні балки:



Візуальним оглядом встановлено, втрати цілісності, теплоізолювальної та несучої здатності зразку не відбулося, що показано рис. 5.

На рисунку 6 відображено результати показів термопар Т1 – Т5 всередині та на поверхні залізобетонної балки під час випробувань.

На рисунку 7 відображено результати показів термопар Т1 – Т5 всередині та на поверхні залізобетонної балки під час випробувань.

Проаналізувавши дані отримані за результатами експериментів (рис. 5 – рис.7), було отримано наступні висновки:

- два газові пальники здатні забезпечити відповідність температурного режиму у камері печі «стандартному» [ДСТУ];
- прогрів конструкції на всіх рівнях був рівномірним у площинах розміщення

термопар (рис. 5 – рис. 6);

- максимальна температура на поверхні скала 806 °С, спостерігалась на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати;
- максимальна температура на у центрі балки скала 159 °С, спостерігалась на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати;
- максимальна температура на необігрівальній поверхні балки скала 84 °С, спостерігалась на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати;
- необхідно провести верифікацію експериментальних даних для підтвердження їхньої достовірності;
- отриманих експериментальних даних достатньо для проведення подальшого розрахунку температурних полів всередині конструкції та оцінки вогнестійкості конструкцій.

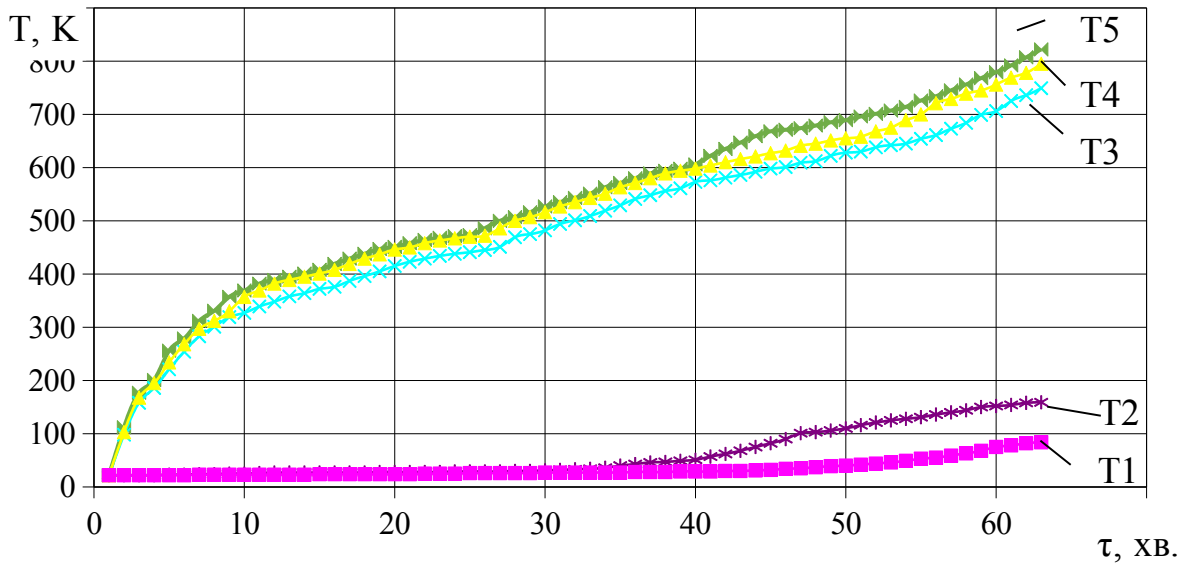


Рисунок 6 – Результати вимірювання температури досліджуваного зразка: T1-T5 – показання термопар (рис.3).

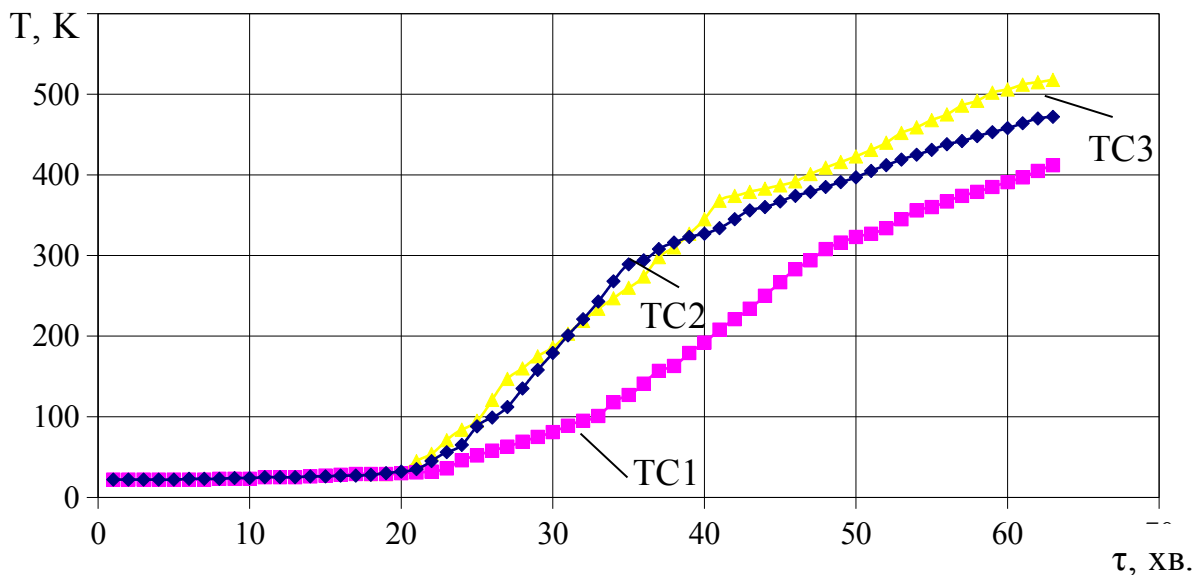


Рисунок 7 – Результати вимірювання температури на лініях розмежування: TC1-TC3 – показання термопар (рис. 3).

У нашому випадку, був проведено 3 експерименти за стандартним температурним режимом пожежі у малогабаритній установці для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції 3-х елементів залізобетонної балки виготовлених за аналогічних умов з ідентичних матеріалів.

Для перевірки адекватності результатів експериментальних даних при випробуваннях колон статистичні критерії обрані аналогічні до верифікації результатів випробування стін, колон та плит.

Результати розрахунку критеріїв адекватності узагальнено в табл. 2.

Таблиця 2. Параметри дисперсії результатів вогневих випробувань залізобетонних балок за результатами трьох експериментів

Зона термопари (рис. 4.3)	Максимальне відхилення, °С	Середнє відхилення, °С	Відносне відхилення, %	F-критерій	Критичне значення F-крит.	t-критерій	Критичне значення t-крит.	Q-критерій	Критичне значення Q-крит.
T1	5,8	2,1	1,4	1,26	4,49	1,10	2,92	0,11	0,45
T2	8,6	2,2	1,7	1,32		1,14		0,12	
T3	46,4	17,7	7,9	2,88		1,51		0,33	
T4	47,9	16,9	6,7	2,93		1,63		0,31	
T5	61,1	26,1	7,5	3,13		1,94		0,36	
TC1	21,1	9,4	3,5	1,56		1,28		0,21	
TC2	22,3	9,8	3,8	1,61		1,31		0,22	
TC3	24,6	9,7	3,7	1,60		1,32		0,24	

Як видно з таблиці 2, відносне відхилення не перевищило 8%, а розраховані критерії адекватності (Фішера, Стьюдента та Кохрена) нижче за критичне значення, що підтверджує адекватність експериментальних даних.

Висновки Проведений експеримент показав, що отримані результати, можна застосовувати для перевірки адекватності отриманих експериментальних даних. Експеримент з нагрівання малогабаритних елементів залізобетонних балок у контрольних точках на обігрівній, не обігрівній поверхнях та на рівні арматури стінових фрагментів проведений у відповідності до вимог стандартів щодо проведення випробувань балок на вогнестійкість. Результати, що отримані при проведенні експерименту є достовірними.

За результатами даної роботи встановлено наступне:

1. Описано етапи створення 3-х малогабаритних фрагментів залізобетонної балки з важкого бетону з армуванням. Габаритні розміри: 200 × 300 × 998 мм, 200 × 300 × 999 мм та 20 × 300 × 998 мм. Їх було витримано у спеціальному приміщенні протягом не менш як 28 діб.

2. Описано методику проведення експерименту з нагрівання малогабаритного елемента залізобетонної балки. Проведення вищезазначеного експерименту в малогабаритній установці для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції без механічного навантаження полягає у впливі стандартного температурного режиму пожежі при нагріванні елемента залізобетонної балки з трьох сторін. Для вимірювання температури в печі використовувалися термопари ТХА-2388 з діаметром дроту 1,25 мм, які можна застосовувати для вимірювання температури в діапазоні від 0 до 1300 °С. Для вимірювання температури в досліджуваному зразку використовувався термістор MF 52, його можливо застосовувати для вимірювання температури в діапазоні від -30 до 300 °С.

3. Відповідно до проведеного експерименту, на обігрівній поверхні досліджуваного малогабаритного фрагменту відбувається рівномірний розподіл температур, максимальна досягнута температура становила 806 °С, максимальна температура всередині балки склала 480 °С, спостерігалась на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати після виходу з плато. Максимальна температура на не обігрівальній поверхні склала 159 °С,

а на необігрівальній поверхні балки скала 84 °С, спостерігались на останній хвилині експерименту та продовжувала лінійно зростати після виходу з плато.

4. Підтверджено адекватність експериментальних даних: відносно відхилення не перевищило 8%, а розраховані критерії адекватності (Фішера, Стюдента та Кохрена) нижче за критичне значення.

5. Враховуючи викладене в роботі та висновках 1-4, доцільно проводити експеримент з нагрівання малогабаритного елемента залізобетонної конструкції у прототипі компактної вогневої установки за стандартним температурним режимом з перевіркою адекватності експериментальних даних. Вхідні дані експериментального дослідження, на основі яких можливо розрахувати температурне поле в усій конструкції, вирішити задачу міцності та оцінити вогнестійкість великогабаритних конструкцій – є перспективою подальших досліджень даної роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Захист від пожежі. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги.

2. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

3. ДСТУ Б В.1.1-13:2007 Захист від пожежі. Балки. Метод випробування на вогнестійкість.

4. Аналіз температурних розподілів у малогабаритних фрагментах залізобетонної стіни за результатами вогневих випробувань// «Цивільна безпека: Державне управління та кризовий менеджмент»: зб. наук. праць. – Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2022. – № 1 С. 19-36.

5. Етапи створення прототипу вогневої установки для визначення температурних розподілів малогабаритних фрагментів залізобетонних конструкцій / Перегін А. В., Нуянзін О. М. // «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідування»: зб. наук. праць. – Черкаси: ЧПБ НУЦЗ України, 2021. – Т.5, № 2 С. 75-82.

6. Веселівський, Р. Б.; Половко, А. П.; Василенко, О. О. Експериментальне дослідження вогнестійкості огорожувальних конструкцій з фібролітовими плитами. Пожежна безпека, 2013, 23: 33-38.

7. Піч для теплофізичних випробувань малогабаритних фрагментів будівельних конструкцій та окремих вузлів їх стикових з'єднань. Пат. 17160 Україна, МПК(2006) F23M5/00. / Б. Г. Демчина, В. С. Фіцик, А. П. Половко, А. Б. Пелех // заявл. 20.03.2006р., опубл. 15.09.2006. – Бюл. № 9.

8. Nuianzin, O., Kryshtal, D., Zemlianskyi, O., Nesterenko, A., & Samchenko, T. (2020, May). Study of the Heat and Mass Transfer in Special Furnaces During Fire Resistance Tests of Building Construction. In International Scientific Conference on Woods & Fire Safety (pp. 179-184). Springer, Cham.

9. Nuianzin, O., Tyshchenko, O., Zhartovskyi, S., Zaika, P., & Peregin, A. (2019, December). The research of carrying capacity of reinforced concrete walls under uneven warming. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 708, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

REFERENCE

1. DSTU B V.1.1-4-98*. Zakhyst vid pozhezhi. Budivel'ni konstruktsiyi. Metody vyprobuvan' na vohnestiykist'. Zahalni vymohy.

2. DBN V.1.1-7-2016 «Pozhezha bezpeka ob'yektiv budivnytstva. Zahalni vymohy».

3. DSTU B V.1.1-13:2007 Zakhyst vid pozhezhi. Balky. Metod vyprobuvannya na vohnestiykist'.

4. Analiz temperaturnykh rozpodiliv u malohabarytnykh frahmentakh zalizobetonnoyi stiny za rezul'tamy vohnemykh vyprobuvan'// «Tsyvil'na bezpeka: Derzhavne upravlinnya ta kryzovyy menedzhment»: zb. nauk. prats'. – Kyyiv: IDU ND TSZ, 2022. – № 1 S. 19-36.

5. Etapy stvorennya prototypu vohnevoyi ustanovky dlya vyznachennya temperaturnykh rozpodiliv malohabarytnykh frahmentiv zalizobetonnykh konstruktsiy / Perehin A. V., Nuyanzin O. M. // «Nadzvychni sytuatsiyi: poperedzhennya ta likviduvannya» : zb. nauk. prats'. – Cherkasy: CHIPB NUTSZ Ukrayiny, 2021. – T.5, № 2 S. 75-82.

6. Veselivs'kyu, R. B.; Polovko, A. P.; Vasylenko, O. O. Eksperymental'ne doslidzhennya vohnestiykosti ohorodzhuval'nykh konstruktsiy z fibrolitovymy plytamy. Pozhezhna bezpeka, 2013, 23: 33-38.

7. Pich dlya teplofizychnykh vyprobuvan malohabarytnykh frahmentiv budivelnykh konstruktsiy ta okremykh vuzliv yikh stykovykh zyednan. Pat. 17160 Ukrayina, MPK(2006) F23M5/00. / B. H. Demchyna, V. S. Fitsyk, A. P. Polovko, A. B. Pelekh // zayavl. 20.03.2006r., opubl. 15.09.2006. – Byul. № 9.

8. Nuianzin, O., Kryshstal, D., Zemlianskyi, O., Nesterenko, A., & Samchenko, T. (2020, May). Study of the Heat and Mass Transfer in Special Furnaces During Fire Resistance Tests of Building Construction. In International Scientific Conference on Woods & Fire Safety (pp. 179-184). Springer, Cham.

9. Nuianzin, O., Tyshchenko, O., Zhartovskyi, S., Zaika, P., & Peregin, A. (2019, December). The research of carrying capacity of reinforced concrete walls under uneven warming. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 708, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

UDC 614.841.415

*Oleksandr Nuianzin, PhD in technical sciences, docent (ORCID ID: 0000-0003-2527-6073)
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chornobyl Heroes of NUCD of Ukraine*

STUDY OF FIRE THERMAL EFFECT ON A REINFORCED CONCRETE BEAM ACCORDING TO THE RESULTS OF EXPERIMENTAL TESTS

The paper analyzes the thermal effect of fire on reinforced concrete beams based on their heating according to the standard fire temperature regime in a small-sized installation for the study of the thermal effect of fire on building structures. Based on the proposed method, a methodology was created that makes it possible to obtain data on temperature distributions on the surfaces of a beam fragment and in its cross-section. The course and results of the conducted fire test are described, and the adequacy and reproducibility of the experimental data are verified. The temperature distribution over the entire area of the fire furnace, the studied fragments, was analyzed and the obtained results were processed.

The possibility of creating a standard fire temperature regime in the fire furnace chamber has been verified.

According to the results of this work, it was established that there is a uniform temperature distribution on the heating surface of the small-sized fragment under study, the maximum temperature reached was 806°C, the maximum temperature inside the beam was 480 °C, it was observed in the last minute of the experiment and continued to increase linearly after leaving the plateau. The maximum temperature on the unheated surface was 159 °C, and on the unheated surface of the rock beam was 84 °C, observed in the last minute of the experiment and continued to increase linearly after leaving the plateau.

The adequacy of the experimental data was confirmed: the relative deviation did not exceed 8%, and the calculated adequacy criteria (Fisher, Student and Cochran) were below the critical value.

Key words: *experimental results, compact fragment, compact fire installation, reinforced concrete beam, temperature, reproducibility of experimental data.*