УДК 624.012.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІЩЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ У МАЛОГАБАРИТНІЙ ВОГНЕВІЙ ПЕЧІ НА РІВНОМІРНІСТЬ НАГРІВАННЯ ЇЇ ПОВЕРХНІ

DOI: 10.52363/2518-1777-2026-21-4

Янішевський В. Е., ORCID iD 0009-0006-2514-6593
E-mail: yanishevskyi.vadym_2021phd@nuczu.edu.ua

Національний університет цивільного захисту України, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 10.01.2026
Прийнято: 01.05.2026
Опубліковано: 30.05.2026

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

пожежа, моделювання, залізобетон, колона, рівномірність, піч, конструкція, вогнестійкість, випробування, температура.

АНОТАЦІЯ

У статті представлено результати дослідження впливу просторового розміщення фрагмента залізобетонної колони в малогабаритній вогневій печі на рівномірність її нагрівання під час стандартного температурного режиму пожежі. Метою роботи є встановлення закономірностей зміни температурного поля по поверхні колони залежно від кута її повороту та відстані до пальників, що впливає на достовірність оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій. Для реалізації поставленої мети створено шість CAD-моделей, що відрізняються геометрією розміщення зразка у камері печі, після чого проведено CFD-моделювання з урахуванням рівнянь Нав'є-Стокса та теплопровідності Фур'є. Під час моделювання забезпечено відтворення стандартного температурного режиму пожежі відповідно до вимог ДСТУ EN 1363-1:2023, що підтверджено отриманими температурними кривими всередині печі. У результаті дослідження встановлено, що конфігурація розміщення зразка у вогневій печі має суттєвий вплив на рівномірність розподілу температурного поля по його поверхні. Зафіксовано, що окремі просторові орієнтації зразка можуть призводити до помітної нерівномірності нагріву, що пов'язано з інтенсивністю теплових потоків і їхньою взаємодією з поверхнею конструкції. Водночас, інші варіанти розташування забезпечують більш стабільний температурний режим з менш вираженими градієнтами. Загалом, симетричне або центральне розміщення зразка сприяє досягненню більш рівномірного нагрівання, тоді як нахил або зміщення відносно осі печі створюють умови для підвищення температурної неоднорідності. Отримані результати мають практичне значення для удосконалення методики проведення вогневих випробувань у малогабаритних вогневих печах та підвищення достовірності визначення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій експериментально-розрахунковим методом. Запропонований підхід дозволяє визначити положення зразків у камері печі, зменшити похибку вимірювань і підвищити відтворюваність експериментів у галузі пожежної безпеки.

Постановка проблеми. Одним із головних завдань у процесі проєктування будівель є забезпечення належного рівня пожежної безпеки та вогнестійкості будівельних конструкцій відповідно до чинних нормативних вимог. Вогнестійкість залізобетонних елементів визначають шляхом проведення стандартних вогневих випробувань у спеціальних печах, де відтворюють умови пожежі за визначеним температурним режимом. Однак випробувальні установки, методи вимірювань та самі конструктивні елементи мають певні недоліки, що можуть впливати на достовірність результатів. Особливо це стосується малогабаритних печей, які використовують для експериментів у лабораторних умовах,

коли немає можливості випробувати повномасштабний зразок. У таких печах геометрія зразка та його розміщення відносно джерел нагріву суттєво впливають на рівномірність теплового поля й, відповідно, на оцінку температурного стану бетону та арматури.

Сучасні будівельні технології активно застосовують монолітні та збірно-монолітні залізобетонні каркасні системи, де колони відіграють ключову несучу роль. Помилкове визначення їхньої вогнестійкості може призвести до передчасної втрати несучої здатності та прогресуючого руйнування конструкції під час пожежі, що створює загрозу обвалення будівлі й унеможливлює безпечну евакуацію людей.

Тому доцільно провести дослідження впливу розміщення залізобетонної колони в малогабаритній вогневій печі на рівномірність її нагрівання. Це дозволить визначити умови проведення експериментів, що підвищать відтворюваність та достовірність результатів. Як результат можливо удосконалити методику оцінювання вогнестійкості залізобетонних колон у малогабаритних вогневих печах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вимоги щодо вогнестійкості колон і методів її визначення регламентовано низкою нормативних документів [1–3]. У них визначено порядок проведення випробувань несучих елементів будівель, зокрема, залізобетонних колон на вогнестійкість під дією стандартного температурного режиму пожежі. Зазначено, що під час випробувань необхідно відтворювати умови навантаження за допомогою спеціальних гідравлічних систем. Але можливо проводити експерименти без навантаження у випадках, коли технічно неможливо змоделювати повномасштабну схему. Крім того, стандарти передбачають можливість дослідження фрагментів колон або зразків зменшених розмірів.

Разом з тим, проведення таких випробувань на повномасштабних зразках залізобетонних колон є технічно складним та фінансово витратним процесом. Як зазначено в роботі [4], використання малогабаритних вогневих установок дозволяє реалізувати експеримент з контрольованими умовами теплового впливу, зокрема для дослідження теплових полів і температурних градієнтів у фрагментах колон. Автор відзначає, що правильне розміщення зразка відносно пальників і стінок печі є ключовим чинником забезпечення рівномірності нагрівання його поверхні.

У роботі [5] розроблено метод на основі передумов, що рекомендуються діючими нормами із проектування залізобетонних конструкцій. Проблема складності застосування нелінійної деформаційної моделі при дослідженні складнодеформованих елементів успішно вирішена шляхом впровадження дволінійних діаграм деформування бетону й арматури та деформаційного критерію міцності. Проте не розглянуто яким чином нагрівання колони може впливати на даний процес.

У дослідженні [6] проаналізовано тепловий вплив пожежі на фрагменти залізобетонних колон 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 методику, яка дає можливість розрахунковим шляхом оцінити межу вогнестійкості повнорозмірної конструкції. Проте колону було розміщено у центральній частині печі. Тому, залишилось поза увагою питання її зміщення та повороту відносно осі, а також такого впливу на результати експериментів.

У роботі [7] розкрито методику проведення експериментального дослідження щодо визначення вогнестійкості вертикальних несучих будівельних конструкцій. Перевірено розподіл температур по всій площі вогневої печі та проаналізовано отримані результати. Створений прототип вогневої печі дає можливість експериментально

визначати вогнестійкість вертикальних несучих будівельних конструкцій. Проте, акцент зроблено на односторонній обігрів (стіни). Поза увагою залишили питання чотиристороннього обігріву (колони).

У дослідженні [8] розроблено табличний метод оцінювання вогнестійкості залізобетонних колон. Відповідно до основних положень, вона визначається залежно від геометричних параметрів (розміри перерізу, відстань до осі арматури, коефіцієнт армування, довжина або висота елемента), рівня навантаження під час пожежі, умов нагрівання під час пожежі (кількість обігріваних сторін). Проте, залишилось поза увагою те, яким чином матеріали з яких виготовлено колону впливають на результати розрахунку.

У роботі [9] описано експериментально-розрахунковий метод оцінки вогнестійкості залізобетонних колон на основі їх вогневих випробувань. Проте автори пропонують випробувати лише міцність бетону, без урахування арматури, а далі враховувати її вже на етапі розрахунку. Це може приводити до помилкового визначення межі вогнестійкості і непередбачуваній поведінці повномасштабної конструкції під час пожежі.

У дослідженні [10] запропоновано методику визначення режимів нагрівання бетонних зразків, що моделюють стан елементів будівельних конструкцій під час пожежі. Розглянуто різні режими пожежі, проте не розглянуто яким чином навантаження впливає на результати таких випробувань.

Аналіз сучасних досліджень та нормативних документів свідчить, що, попри значну кількість робіт, присвячених визначенню вогнестійкості залізобетонних колон, низка важливих аспектів залишається недостатньо вивченою. Зокрема, більшість експериментальних досліджень спрямовані на оцінювання міцності та деформаційних властивостей матеріалів під час нагрівання, але питання рівномірності температурного поля по поверхні колони практично не розглядається. Таким чином, необхідно встановити вплив розміщення зразка колони у малогабаритній вогневій печі на рівномірність її нагрівання, оскільки саме цей фактор визначає точність оцінки температурного стану матеріалу, достовірність експериментальних результатів і коректність розрахунку межі вогнестійкості.

Формулювання цілей дослідження. Метою дослідження є встановлення впливу розміщення залізобетонної колони у малогабаритній вогневій печі на рівномірність нагрівання її поверхні, що визначає відтворюваність та достовірність результатів вогневих випробувань, а також точність оцінювання межі вогнестійкості конструкції.

Для досягнення мети, поставлено та вирішено наступні завдання:

– створити комп’ютерні моделі процесу нагрівання фрагментів колон у малогабаритній вогневій печі;

– провести моделювання нагрівання поверхонь фрагментів колон за стандартним температурним режимом під час різного розміщення зразків;

– проаналізувати розподіли температур по поверхні досліджуваних конструкцій;

– окреслити перспективи подальших досліджень.

Методи дослідження. Для створення геометричних моделей було використано CAD-програмний комплекс. Було створено 6 моделей вогневої печі та будівельної конструкції всередині. На рис. 1 представлено загальний вигляд розміщення колон у камері печі та вказано 2 параметри (α та b).

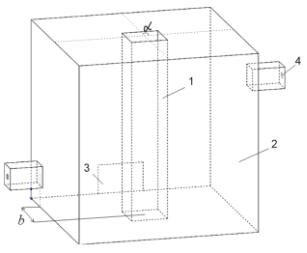


Рисунок 1 – Параметри CAD-моделі камери вогневої печі та фрагменту

залізобетонної колони: 1 – залізобетонна колона; 2 – камера печі; 3 – отвір для відведення продуктів горіння; 4 – пальник; α – кут повороту колони відносно повздовжньої осі; b – відстань від центру колони до пальника.

3-D модель, що показана на рис. 1. відображає загальний вигляд. На рис. 2 представлено 6 CAD-моделей, які було використано під час дослідження рівномірності нагрівання поверхні залізобетонної колони у малогабаритній вогневій печі. Змінювали кут повороту колони та відстань від пальників до конструкції, а також їхнє розміщення.

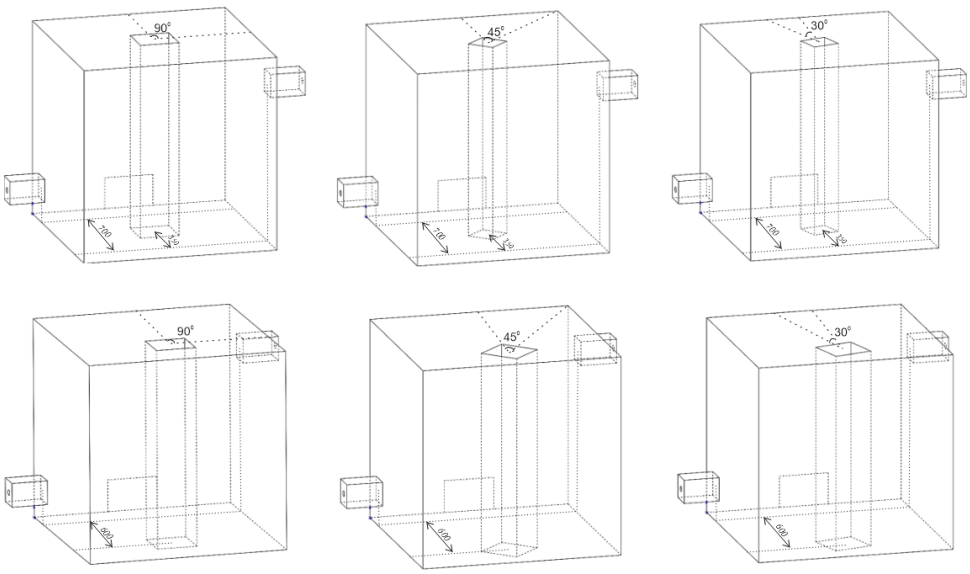


Рисунок 2 – CAD-моделі камери вогневої печі та фрагменту залізобетонної колони для проведення розрахунку

Під час наступного етапу роботи моделі було імпортовано у програмний комплекс CFD. Для відтворення процесу тепломасообміну у вогневій печі застосовані математичні методи, засновані на використанні систем диференціальних рівнянь на основі неперервних середовищ типу Нав'є-Стокса, рівнянь теплопровідності, в умовах нагрівання під час пожежі та рівняння теплопровідності Фур'є.

Одним з ключових моментів створення комп'ютерної моделі камери вогневої печі є накладення комірок для розрахунку. Це відображено на рис. 3.

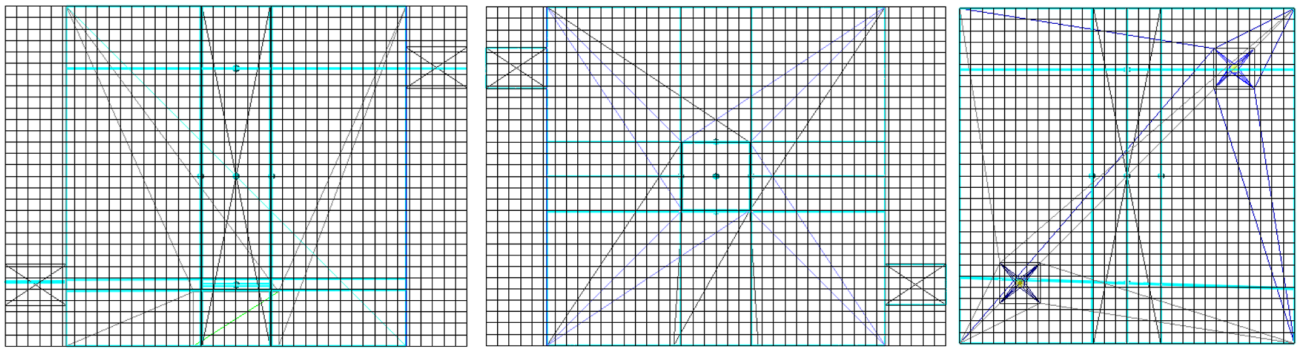


Рисунок 3 – Вигляд імпортованої у CFD-програмний комплекс камери вогневої печі з накладеною сіткою.

У комп'ютерній моделі камери вогневої печі створено розрахункову сітку. Розмір комірок визначено із принципу розумної достатності, тобто обрано баланс

між достатньою точністю і продуктивністю. Для цього більш «густу» розрахункову сітку створено у регіонах пальників та сполучення камери з фрагментом конструкції, що дозволило врахувати особливості інтенсивних турболентних потоків у місцях горіння, а також теплообмін поблизу поверхні твердого тіла (рис. 3).

З метою візуалізації процесу розрахунку та отриманих результатів було створено заливку кольорів усередині камери печі та на поверхні конструкцій. Загальний вигляд початку розрахунку представлено на рис. 4.

Під час моделювання температурний режим пожежі відповідав стандартному [1]. З цією метою, у процесі розрахунку коригувалася інтенсивність подачі горючої речовини.

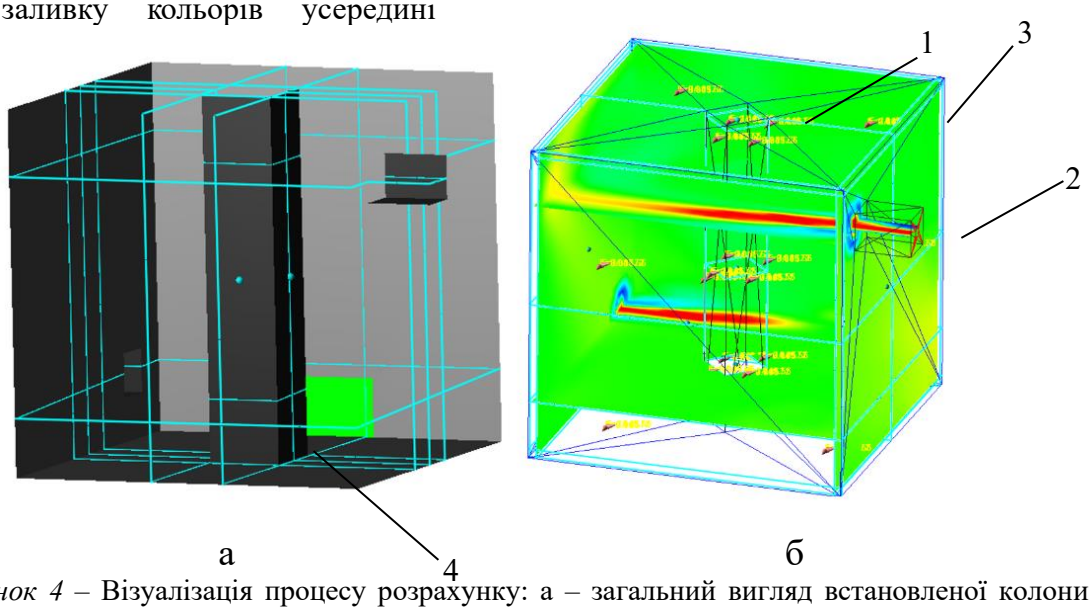


Рисунок 4 – Візуалізація процесу розрахунку: а – загальний вигляд встановленої колони та основних елементів камери печі; б – візуальне відображення процесу моделювання полум'яного горіння всередині камери: 1 – модель фрагменту колони; 2 – візуальне відображення пальників; 3 – візуальне відображення місць; 4 - візуальне відображення отвору для відведення продуктів горіння.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до проведеного дослідження відбувався контроль температури у камері печі (рис. 4-б), дані представлені на рис. 5 у вигляді графіків.

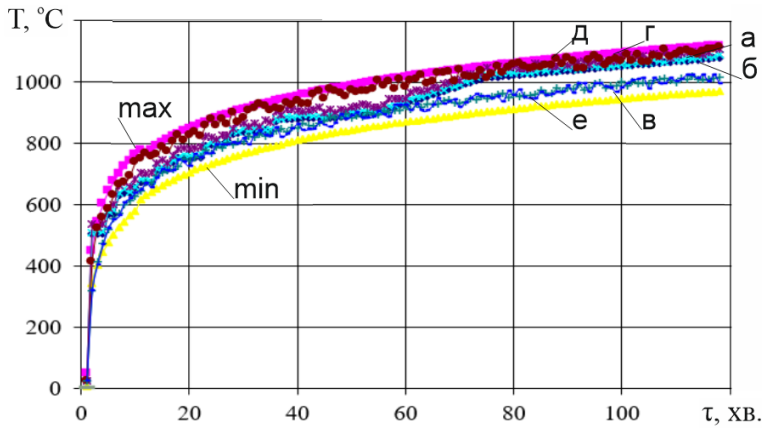


Рисунок 5 – Температурний режим у камері печі під час моделювання: в, н – верхня та нижня межі стан; а, б, в, г, д, е – середня температура у камери печі відповідних моделей (див. рис. 2).

Відповідно до отриманих даних (рис. 5), під час моделювання середня температура у камерах вогневих печей знаходилась у межах стандартного температурного режиму пожежі.

Наступний етап це аналіз дисперсії температур на поверхнях колон під час їхнього нагрівання.

На рис. 6 заливкою кольорів (градієнт температур) відображено розподіл температур на поверхні фрагменту сталезалізобетонної плити з гофрованим профілем у різні моменти часу нагрівання.

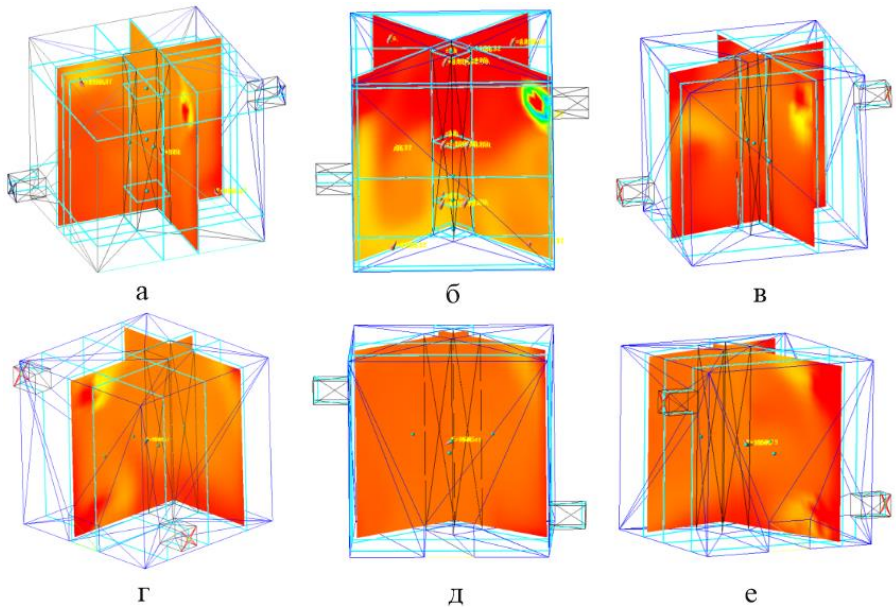


Рисунок 6 – Градієнт температур на обігрівальній поверхні фрагменту залізобетонної колони у різні моменти часу нагрівання: а, б, в, г, д, е – умовне моделі (див. рис. 2).

На рис. 6 візуально можливо спостерігати, що на момент завершення розрахунку (120 хв.) дисперсії температур по обігрівальній поверхні є незначними. Тому, щоб оцінити залежність рівномірності розподілу температури від орієнтації та місця розташування фрагменту, доцільно розглянути їхнє значення протягом усього часу нагрівання. Дисперсія температур на поверхні фрагменту колони була розрахована за наведеною формулою [4, 10]:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(T_i - \overline{T})^2}{n} \quad (1),$$

де n – кількість осередків значень температури, T_i – значення температури осередку, $\overline{T}$ – середнє значення температури на поверхні конструкції.

На рис. 7 відображено значення дисперсії температур на обігрівальних поверхнях фрагментів колони на кожній хвилині протягом часу нагрівання.

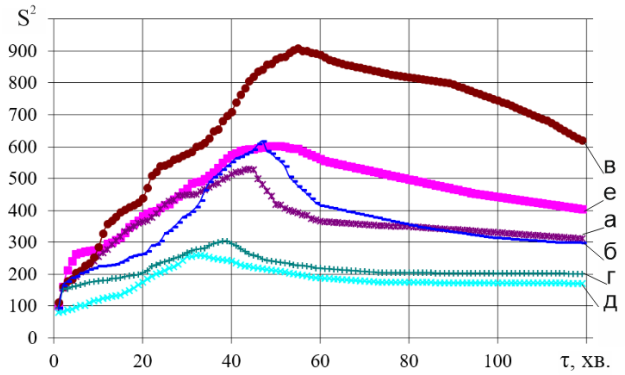


Рисунок 7 – Дисперсії температур на обігрівальних поверхнях фрагментів колони протягом часу нагрівання: а, б, в, г, д, е – умовне моделі (див. рис. 2)

Відповідно до отриманих даних (рис. 7) стало можливим констатувати наступне:

– максимальна дисперсія температур (висока нерівномірність нагріву): модель «в» (кут повороту – 30°). Найвища дисперсія (понад 900), з піком приблизно на 55 хв.

Вказує на те, що колона в такій конфігурації найбільш нерівномірно нагрівається. Це може бути викликано нерівномірністю конвективних теплових потоків з боків.

– найнижча у дисперсія у моделях «д» та «г»: (приблизно 250 та 300 у максимумі), і тримається майже стабільно після піку.

– модель «г» (кут повороту – 90°, розміщення не по центру печі) демонструє найрівномірніше нагрівання. Модель «д» близька до моделі «г», але з більшим кутом (кут повороту – 45°, розміщення не по центру печі), має дещо вищу дисперсію.

у моделей «а», «б», «е» Помірна дисперсія (300–400). Спостерігається швидкий ріст у перші 40 хв, після чого поступове зниження.

Висновки та напрями подальших досліджень. У роботі досліджено вплив розміщення залізобетонної колони в малогабаритній вогневій печі на рівномірність нагрівання її поверхні. Було створено шість конфігурацій моделей із різним кутом повороту та положенням фрагмента конструкції. На основі проведеного CFD-моделювання отримано наступні результати:

1. Математичний апарат програмного комплексу, що застосовує рівняння Нав'є-Стокса, теплопровідності Фур'є та моделі турбулентного горіння, забезпечує необхідну точність моделювання теплового впливу пожежі в малогабаритній вогневій печі та дає змогу ефективно аналізувати рівномірність прогрівання поверхонь будівельних конструкцій. Температурний режим у камері печі для всіх моделей відповідав вимогам стандартного температурного режиму пожежі згідно з ДСТУ EN 1363-1:2023.

2. Максимальна дисперсія температур, яка свідчить про високу нерівномірність нагрівання, зафіксована у моделі «в» (кут повороту 30°) понад 900 з піком на 55-й хвилині нагрівання. Така нерівномірність зумовлена нерівномірністю конвективних теплових потоків з боків.

3. Найнижчу дисперсію температур (250–300) спостережено в моделі «г» (кут 90°, зміщення не по центру). Це вказує на найвищу рівномірність нагрівання, що робить дане розміщення фрагменту колони найбільш доцільним для проведення експериментальних випробувань у малогабаритній вогневій установці.

4. Перспективою подальших досліджень є використання результатів моделювання для удосконалення експериментально-розрахункового методу оцінювання вогнестійкості залізобетонних колон з використанням малогабаритних вогневих печей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Випробування на вогнестійкість. Частина 1. Загальні вимоги (EN 1363-1:2020, IDT) : ДСТУ EN 1363-1:2023. [Чинний від 2023-12-31]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 54 с. (Національний стандарт України).
2. Випробування несучих будівельних конструкцій на вогнестійкість. Частина 4. Колони (EN 1365-4:1999, IDT) : ДСТУ EN 1365-4:2023. [Чинний від 2023-12-31]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023. 11 с. (Національний стандарт України).
3. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1-7:2016. [Чинний від 2017-06-01]. Київ : Мінрегіон України, 2016. 37 с. (Державні будівельні норми України).
4. Нуянзін О. М. Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій з використанням малогабаритних модульних вогневих печей : дис. ... д-ра техн. наук : 21.06.02 / Нуянзін Олександр Михайлович ; Львів. держ. ун-т безпеки життєдіяльності. Львів, 2023. 418 с.
5. Гарькава О. В., Гасенко А. В. Визначення міцності залізобетонних колон при косому стиску. *Наука та будівництво*. 2017. № 4. С. 29–35.
6. Study of the thermal effect of fire on fragments of reinforced concrete columns based on the results of experimental tests / O. Nuianzin et al. *Strength of Materials and Theory of Structures*. 2024. № 112. С. 202–208.
7. Перегін А. В., Нуянзін О. М. Етапи створення прототипу вогневої установки для визначення температурних розподілів малогабаритних фрагментів залізобетонних конструкцій. *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідування* : зб. наук. праць. Черкаси : ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021. Т. 5, № 2. С. 75–82.
8. Оцінка вогнестійкості залізобетонних колон уточненими розрахунковими методами / Є. Дмитренко та ін. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2021. № 8. С. 82–96.
9. Поздєєв С. В., Словінський В. К., Щіпець С. Д. Експериментально-розрахунковий метод оцінки вогнестійкості залізобетонних колон на основі їх вогневих випробувань. *Пожежна безпека: теорія і практика*. 2013. № 14. С. 88–93.
10. Поздєєв С. В., Некора О. В., Поздєєв А. В. Методика визначення режимів нагрівання бетонних зразків, що моделюють стан елементів будівельних конструкцій під час пожежі. *Проблеми пожежної безпеки*. Харків : АГЗУ, 2006. Вип. 19. С. 111–116.

REFERENCES

1. DSTU EN 1363-1:2023. (2023). *Vyprobuvannia na vohnestiikist. Chastyna 1. Zahalni vymohy (EN 1363-1:2020, IDT)* [Fire resistance tests. Part 1. General requirements]. DP «UkrNDNTS».
2. DSTU EN 1365-4:2023. (2023). *Vyprobuvannia nesuchykh budivelnykh konstruktsii na vohnestiikist. Chastyna 4. Kolony (EN 1365-4:1999, IDT)* [Fire resistance tests for loadbearing elements. Part 4. Columns]. DP «UkrNDNTS».
3. DBN V.1.1-7:2016. (2016). *Pozhezhna bezpeka obiektiv budivnytstva. Zahalni vymohy* [Fire safety of construction objects. General requirements]. Minrehion Ukrainy.
4. Nuianzin, O. M. (2023). *Rozvytok naukovykh osnov otsiniuvannia vohnestiikosti zalizobetonnykh budivelnykh konstruktsii z vykorystanniam malohabarytnykh modulnykh vohnevykh pechei* [Development of scientific principles for evaluating the fire resistance of reinforced concrete building structures using small-sized modular fire furnaces] (Publication No. 21.06.02) [Doctoral dissertation, Lviv State University of Life Safety]. 418 p.
5. Harkava, O. V., & Hasenko, A. V. (2017). Vyznachennia mitsnosti zalizobetonnykh kolon pry kosomu stysku [Determination of the strength of reinforced concrete columns under eccentric compression]. *Nauka ta budivnytstvo*, (4), 29–35.
6. Nuianzin, O., Kozak, A., Yanishevskyi, V., & Kryshtal, V. (2024). Study of the thermal effect of fire on fragments of reinforced concrete columns based on the results of experimental tests. *Strength of Materials and Theory of Structures*, (112), 202–208. https://doi.org/10.32347/2410-2547.2024.112.202-208
7. Perehin, A. V., & Nuianzin, O. M. (2021). Etapy stvorennia prototypu vohnevoi ustanovky dlia vyznachennia temperaturnykh rozpodiliv malohabarytnykh frahmentiv zalizobetonnykh konstruktsii [Stages of creating a fire rig prototype for determining temperature distributions of small-sized fragments of reinforced concrete structures]. *Nadzvychaini sytuatsii: poperedzhennia ta likviduvannia*, *5*(2), 75–82.
8. Dmytrenko, Ye., et al. (2021). Otsinka vohnestiikosti zalizobetonnykh kolon utochnenymy rozrakhunkovymy metodamy [Fire resistance assessment of reinforced concrete columns by refined calculation methods]. *Budivelni konstruktsii. Teoriia i praktyka*, (8), 82–96. https://doi.org/10.32347/2522-4182.8.2021.82-96
9. Pozdieiev, S. V., Slovinskyi, V. K., & Shchipets, S. D. (2013). Eksperymentalno-rozrakhunkovyi metod otsinky vohnestiikosti zalizobetonnykh kolon na osnovi yikh vohnevykh vyprobuvan [Experimental and analytical method for assessing the fire resistance of reinforced concrete columns based on their fire tests]. *Pozhezhna bezpeka: teoriia i praktyka*, (14), 88–93.
10. Pozdieiev, S. V., Nekora, O. V., & Pozdieiev, A. B. (2006). Metodyka vyznachennia rezhymiv nahrivannia betonnykh zrazkiv, shcho modeliuiut stan elementiv budivelnykh konstruktsii pid chas pozhezhi [Methodology for determining the heating regimes of concrete specimens modeling the state of building structure elements during a fire]. *Problemy pozhezhnoi bezpeky*, (19), 111–116.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE POSITION OF A REINFORCED CONCRETE COLUMN IN A SMALL-SIZED FIRE FURNACE ON THE UNIFORMITY OF ITS SURFACE HEATING

V. Yanishevskyi

National University of Civil Protection of Ukraine, Ukraine

KEYWORDS: fire, modeling, reinforced concrete, column, uniformity, furnace, structure, fire resistance, testing, temperature

ABSTRACT

The article presents the results of a study on the influence of the spatial position of a reinforced concrete column fragment in a small-sized fire furnace on the uniformity of its surface heating under the standard fire temperature regime. The aim of the work is to determine the regularities of temperature field distribution over the column surface depending on its rotation angle and distance from the burners, which affect the reliability of assessing the fire resistance of building structures. To achieve this goal, six CAD models with different geometric configurations of the specimen inside the furnace chamber were developed, followed by CFD modeling that took into account the Navier–Stokes and Fourier heat conduction equations. During the modeling, the standard fire temperature regime was reproduced in accordance with the requirements of DSTU EN 1363-1:2023, which was confirmed by the obtained temperature curves inside the furnace.

The results of the study indicate that the configuration of the specimen's placement in the fire furnace has a significant effect on the uniformity of the temperature field distribution over its surface. It was found that certain spatial orientations of the specimen can lead to noticeable non-uniform heating due to the intensity of heat fluxes and their interaction with the surface of the structure. At the same time, other configurations ensure a more stable temperature regime with less pronounced gradients. In general, a symmetrical or central placement of the specimen contributes to more uniform heating, while inclination or displacement relative to the furnace axis increases thermal heterogeneity.

The obtained results are of practical importance for improving the methodology of fire testing in small-scale fire furnaces and increasing the reliability of experimental and computational determination of the fire resistance limit of reinforced concrete structures. The proposed approach makes it possible to optimize the positioning of specimens in the furnace chamber, reduce measurement errors, and improve the reproducibility of experiments in the field of fire safety.