

ВІДГУК ОПОНЕНТА
на дисертацію НУЯНЗІНА Олександра Михайловича
“Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості залізобетонних
будівельних конструкцій з використанням малогабаритних модульних
вогневих печей”,
яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

1. Актуальність теми.

У разі пожежі загальна стійкість будівлі порушується через руйнування окремих елементів у каркасі споруди. З огляду на це, одним із важливих аспектів пожежної безпеки стає використання будівельних конструкцій із гарантованою межею вогнестійкості.

На сучасному етапі для визначення меж вогнестійкості застосовують: натурні вогневі випробування, метод випробувань у спеціальних вогневих випробувальних печах, експериментально-розрахункові й розрахункові методи. Варто зауважити, що натурні вогневі випробування не рентабельні, навіть у найбільш розвинених країнах їх проводять надзвичайно рідко. Вогневі випробування й параметри сучасних випробувальних установок не є досконалими, оскільки існують похибки через те, що управління паливною системою та конфігурація вогневих печей не забезпечують повного увідповіднення експериментальних умов із вимогами галузевих стандартів. Крім того, великогабаритні печі – це не екологічно, трудомістко й не завжди економічно доцільно. Розрахункові методи не дають змоги досягти необхідної точності, оскільки неможливо взяти до уваги всі особливості поведінки багатокомпонентного матеріалу будівельних конструкцій у разі нагрівання.

Проблеми оцінювання вогнестійкості залізобетонних конструкцій поставали предметом дослідження в працях багатьох учених (А. Беліков, В. Ковалишин, В. Костенко, П. Круковський, В. Ніжник, С. Поздєєв, М. Семерак, В. Bartelemi, G. Kruppa, T. Harmathy, T. Lie та ін.). Водночас у наукових дослідженнях бракує уваги щодо обґрунтування специфіки створення системи або універсального експериментально-розрахункового методу оцінювання вогнестійкості будівельних конструкцій, який би зважав на особливості виготовлення несучої залізобетонної будівельної конструкції, умов її подальшої роботи та сприяв точності розрахункових даних. Необхідно досягти консенсусу між експериментами й подальшими розрахунками. Серед актуальних завдань галузі – розроблення спеціальних портативних засобів, які допоможуть брати до уваги особливості багатокомпонентного матеріалу залізобетону й розрахункові методики, що охоплюють відомості про навантаження та габарити конструкцій. Залучення отриманих даних оптимізуватиме ефективність випробувань з оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій для гарантування необхідного часу евакуації та проведення пошуково-рятувальних робіт.

Актуальність дисертації підтверджено виконанням результатів у рамках науково-дослідних робіт за замовленнями Департаменту запобігання надзвичайним ситуаціям ДСНС України та ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ

України: «Розробка розрахункового методу оцінки межі вогнестійкості будівельних конструкцій кабельних тунелів» (ДР № 00119U001103), «Удосконалення експериментально-розрахункового методу оцінки вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій за результатами випробувань їх малогабаритних фрагментів» (ДР № 0121U109145) за участі здобувача як керівника.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі достовірні та науково обґрунтовані. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність та новизна підтверджені використанням відомих систем диференційних рівнянь тепломасообміну й напружено-деформованого стану (НДС) для несучих залізобетонних будівельних конструкцій в умовах нагріву під час пожежі, що апробовані чисельними методами інтегрування математичних моделей тепломасообміну та НДС, а також задовільною збіжністю розрахункових й експериментальних даних, отриманих під час нагрівання фрагментів несучих залізобетонних конструкцій.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше:

1) науково обґрунтовано й розроблено експериментально-розрахункову систему оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій, що бере до уваги спільну дію силових і температурних навантажень, завдяки поєднанню експериментальних досліджень із температурного впливу на фрагменти елементів цих конструкцій у спеціальній універсальній малогабаритній модульній вогневій установці та розрахункових методик інтерпретації експериментальних результатів, математичних моделей, що описують напружено-деформований стан несучих залізобетонних будівельних конструкцій під впливом стандартного температурного режиму пожежі, охоплюють реальні розміри конструкцій;

2) методами математичного моделювання виявлено закономірність та визначено залежності закономірності залежності дисперсії температур у камері вогневої печі (S^2) від об'єму її камери (V), відстані від пальників до поверхні досліджуваного фрагменту несучої залізобетонної будівельної конструкції (l) та висоти, на якій розташований отвір для виходу продуктів горіння (h) у вигляді:
$$S^2 = 4221 + 4133 \cdot h - 2555 \cdot l - 1220 \cdot V - 800 \cdot V \cdot l - 5513 \cdot V \cdot h - 5150 \cdot l \cdot h + 7875 \cdot V \cdot l \cdot h.$$
 Це вможливило обґрунтування конфігурації універсальної малогабаритної модульної вогневої печі для проведення випробувань, також експериментально встановлено, що дисперсія температур по обігрівальній поверхні всіх основних типів несучих залізобетонних будівельних конструкцій під час нагрівання за стандартним температурним режимом має екстремум. Більш інтенсивною зміна градієнта температур у камері печі є на початкових етапах дослідження та характеризується плавним підвищенням її після 30 хвилин випробувань;

3) теоретично обґрунтовано раціональний спосіб устанавлення та комбінації засобів вимірювальної техніки всередині камери малогабаритної печі, що, на відміну від наявних установок, може універсально вимірювати температуру нагрівання камери без необхідності зміни місця дислокації під час випробування різних видів фрагментів несучих залізобетонних будівельних конструкцій, забезпечує менше на 40 % використання термопар.

Удосконалено:

1) науково-методичну базу в галузі пожежної безпеки на будівельних об'єктах для більш точного оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій, через оптимізацію елементів загальної системи та спрощення засобів проведення вогневих випробувань, завдяки використанню малогабаритних вогневих печей, що забезпечують відтворюваність експериментальних досліджень;

2) методичну й експериментальну базу дослідження напружено-деформованого стану будівельних конструкцій під час проведення вогневих випробувань і розрахунків з оцінювання вогнестійкості, що дає змогу визначати вогнестійкість більш точно, екологічно та економічно, порівняно з наявними методами, завдяки обґрунтуванню здатності метану як палива забезпечити нагрівання камер малогабаритних модульних вогневих печей, відповідно до стандартного температурного режиму пожежі.

Набули подальшого розвитку такі положення:

1) застосування експериментально-розрахункових методів шляхом врахування зміни напружено-деформованого стану залізобетону під впливом сумісної дії механічних та теплових навантажень, за рахунок поєднання експериментальних досліджень фрагментів несучих залізобетонних будівельних конструкцій у малогабаритних вогневих печах та перенесення результатів на реальні розміри навантажених елементів за допомогою розрахунків;

2) експериментально-розрахункові підходи щодо оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій без використання механічного навантаження в процесі проведення випробувань у малогабаритних вогневих печах.

4. Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність досліджень полягає в розробленні експериментально-розрахункової системи оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій через поєднання вогневих випробувань у модульних малогабаритних установках без навантаження та проведення розрахункових методик, що має меншу вартість і трудомісткість, на відміну від наявних методів.

Результати досліджень мають гармонійне поєднання теоретичних і експериментальних даних, апробовані в публікаціях автора й у доповідях на науково-практичних конференціях. Виходячи з вищезазначеного, очевидним є те, що наукові положення в достатній мірі обґрунтовані, а висновки, рекомендації та практична реалізація, що зроблені на основі наукових положень, достовірні, мають логічну основу й обґрунтування.

5. Оцінка змісту дисертації.

Дисертація складається зі вступу, 7 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел (328 найменувань). Обсяг дослідження – 418 сторінок друкованого тексту (із них 321 сторінка основного тексту). У роботі підготовлено 36 таблиць, 212 рисунків, 3 додатки.

У першому розділі «Переваги й недоліки сучасних підходів до оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій» проаналізовано сучасні підходи до оцінювання вогнестійкості елементів будівельних конструкцій та окреслено актуальні наукові напрями. Схарактеризовано переваги й недоліки підходів до оцінювання вогнестійкості. Використання фрагментів зразків для випробувань за допомогою експериментальних методів аргументувало необхідність додаткового розрахунку реальних розмірів конструкцій. У разі застосування розрахункових методів неможливо охопити всі особливості виготовлення конструкцій та специфіку матеріалів, що входять до складу залізобетону. Серйозним недоліком є відсутність єдиних вимог до експериментального обладнання. Для реалізації режиму випробувань необхідно зважати на граничні ефекти: тертя торців зразків, вплив тріщинуватої структури зразка, вплив нерівномірності нагріву та ін.

У другому розділі «Апроксимація температурних розподілів точкових замірів температури в елементах будівельних конструкцій під час оцінювання вогнестійкості» досліджено закономірності зміни температурних полів у перерізах несучих залізобетонних будівельних конструкцій, обґрунтовано схеми інтерполяції температурних розподілів для основних несучих будівельних конструкцій. Підсумовано, що вони є ключовим переходом від точкових замірів у ході експериментів і відтворення загальної картини під час розрахунку, а також об'єднують систему в одне ціле. Окреслено умови для того, щоб розрахункові дані відтворювали результати, отримані внаслідок реального нагріву конструкцій.

У третьому розділі «Дослідження закономірностей впливу конструктивних параметрів печі на теплові процеси під час вогневих випробувань будівельних конструкцій» обґрунтовано параметри камери вогневої печі та розміщення її ключових елементів. Виявлено закономірності залежності дисперсії температур у камері вогневої печі від об'єму її камери, відстань від пальників до поверхні досліджуваного фрагменту несучої залізобетонної будівельної конструкції та висоти, на якій розташований отвір для виходу продуктів горіння.

У четвертому розділі «Розроблення конструкції малогабаритної установки для дослідження теплового впливу пожежі на будівельні конструкції» підготовлено ескіз та описано процес створення реальної установки для реалізації експериментальної частини загальної системи оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій під впливом стандартного температурного режиму пожежі, що здатна забезпечити високий ступінь відтворюваності експериментальних даних, а також обґрунтовано методики проведення експериментів із нагрівання кожного виду малогабаритних фрагментів залізобетонних будівельних конструкцій за стандартним температурним режимом

пожежі без механічного навантаження. З'ясовано необхідні мінімальні розміри зразків та способи установлення їх у камеру печі.

У п'ятому розділі «Результати експериментальних досліджень теплового впливу пожежі на фрагменти елементів залізобетонних будівельних конструкцій» за розробленими методиками проведено 12 вогневих експериментальних досліджень впливу стандартного температурного режиму пожежі на малогабаритні фрагменти несучих залізобетонних будівельних конструкцій (3 для кожного з видів конструкцій) без механічного навантаження.

У шостому розділі «Обґрунтування комплексу методик оцінювання межі вогнестійкості будівельних конструкцій на основі експериментальних даних» представлено комплекс методик обчислення несучої здатності елементів залізобетонних будівельних конструкцій за результатами відновлення температурних полів у їхніх перерізах, що дає змогу оцінити межу вогнестійкості несучих будівельних конструкцій точніше за наявні методи (на 9,5 % для стін; на 3 % для плит; на 9,5 % для балок і на 8,3 % для колон).

У сьомому розділі «Система оцінювання вогнестійкості несучих елементів залізобетонних будівельних конструкцій із використанням малогабаритних вогневих печей» узагальнено наукові результати, створено систему оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій, що зважає на спільну дію механічного й теплового навантаження, а отже, сприяє розв'язанню проблеми гарантування нормативного часу вогнестійкості під впливом температурного режиму пожежі.

В додатках наведено: список публікацій здобувача за темою дисертації; відомості про апробацію результатів дисертації, а також акти впровадження результатів дисертації.

В дисертаційній роботі відсутній академічний плагіат, фабрикації чи фальсифікації.

6. Повнота викладу наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

Основні положення й наукові результати дисертації викладено в 69 опублікованих працях, серед яких: 4 статті, проіндексовані у базах даних «Web of Science Core Collection» та / або «Scopus»; 3 статті в наукових періодичних виданнях інших держав; 19 статей, що входять до переліку наукових фахових видань України; 3 статті іншого характеру; 3 патенти на корисну модель; 2 монографії; 38 матеріалів конференцій різного рівня та наукової специфіки. Кількість та науковий рівень опублікованих наукових праць повністю відповідає вимогам до докторських дисертацій.

7. Дискусійні моменти та зауваження до роботи.

1. Під час створення програмного забезпечення не врахована можливість оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій із несиметричним відносно одної з осей розташування арматурних стержнів із різним діаметром або різним класом міцності арматурної сталі.

2. Для проведення експериментальної частини розробленої системи, в

якості температурного режиму пожежі обрано стандартний температурний режим пожежі, тоді як інші температурні режими для проведення випробувань не враховуються. З тексту дисертації неможливо зрозуміти чи можна їх врахувати для проведення інтерполяції за запропонованими способами.

3. Двовимірною постановкою задачі теплопровідності, описаною у розділі 2 дисертації, не дозволяється визначати розподіл температури вздовж елементів залізобетонних будівельних конструкцій, який впливає на її напружено-деформований стан у процесі нагрівання.

4. У роботі недостатня увага приділена питанню порівняння отриманих даних у результаті застосування розробленого методу із результатами випробувань, проведених із відповідним механічним навантаженням.

5. Не зрозуміло, яким чином при створенні комп'ютерних моделей тепломасопереносу в камерах вогневих печей були враховані процеси випромінювання конвекції та теплопровідності при високих числах Рейнольдса.

6. Залишилось відкритим питання чи зможуть малогабаритні модульні вогневі печі повністю замінити інші види оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій.

7. Доцільно було присвятити більше уваги екологічним аспектам та економічній доцільності використання малогабаритних модульних вогневих печей.

8. Загальний висновок та оцінка дисертації.

Дисертація НУЯНЗІНА Олександра Михайловича на тему: “Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій з використанням малогабаритних модульних вогневих печей” є завершеною самостійною науковою працею, яка містить наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Дисертація за змістом, структурою та оформленням відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 — пожежна безпека та вимогам Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197, а її автор, НУЯНЗІН Олександр Михайлович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 — пожежна безпека.

Опонент:

Заступник начальника інституту
з навчальної роботи
Інституту державного управління та
наукових досліджень з цивільного захисту
доктор технічних наук, професор



Сергій ЄРЕМЕНКО

04.12.2023