

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на дисертацію **Нуянзіна Олександра Михайловича**

“Розвиток наукових основ оцінювання вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій з використанням малогабаритних модульних вогневих печей”,

подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність роботи.

Найвищою цінністю з точки зору держави є людське життя. Виходячи з цього, гарантування часу евакуації є першочерговою задачею, тому будівельні конструкції мають відповідати необхідній межі вогнестійкості. Під час пошуково-рятувальних робіт, підрозділи ОРС ЦЗ мають також бути впевнені, що не відбудеться обвалу, внаслідок нагрівання будівельних конструкцій.

В умовах пожежі порушення загальної стійкості будівлі відбувається внаслідок руйнування окремих елементів в каркасі споруди. Зважаючи на це, одним із важливих аспектів забезпечення пожежної безпеки у наш час є застосування будівельних конструкцій із гарантованою межею вогнестійкості.

Для визначення меж вогнестійкості в умовах сучасності застосовують: 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 далекі від досконалості, 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 багатокompозитного матеріалу

будівельних конструкцій при нагріванні.

Ідея роботи полягає в розробці нової системи визначення межі вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій для гарантування нормативного часу їхньої стійкості при пожежі шляхом створення та наукового обґрунтування комплексу експериментально-розрахункових методик оцінювання вогнестійкості елементів несучих залізобетонних будівельних конструкцій на основі вогневих випробувань їхніх малогабаритних фрагментів без навантаження та врахування його, а також реальних габаритів елементів, на етапі розрахунку.

Сутність системи полягає у проведенні вогневих випробування фрагментів елементів несучих залізобетонних конструкцій за допомогою розробленої та сконструйованої у роботі спеціальної конструкції малогабаритної вогневої установки. Обґрунтовано розташування та кількість місць заміру температури всередині будівельних конструкцій, а за точковими значеннями температури розраховуються температурні поля, виходячи з цих полів для кожного виду елементів конструкції розроблено методику на основі розрахунку, з врахуванням навантаження, за яким окремо визначаються межею вогнестійкості для будівельної конструкції реальних розмірів. Дана система поєднає методи експериментальних та розрахункових досліджень для основних видів несучих залізобетонних будівельних конструкцій та буде ефективнішою за випробування на вогнестійкість, а також інші існуючі методи, так як вона менш трудомістка, більш екологічна і точніша у багатьох випадках. Система враховує навантаження у процесі математичних розрахунків, особливості багатокомпонентного матеріалу (залізобетону) у процесі вогневих експериментів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертація виконана відповідно до основних напрямів наукової діяльності ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України (далі – Інститут) у 2016 – 2020 та 2021 – 2025 роках; замовленнями на науково-дослідні роботи ДСНС України «Розробка розрахункового методу оцінки межі вогнестійкості будівельних конструкцій кабельних тунелів» (ДР № 0119U001103) та Інституту

«Удосконалення експериментально-розрахункового методу оцінки вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій за результатами випробувань їх малогабаритних фрагментів» (ДР № 0121U109145) за участі здобувача як керівника.

Наукова новизна отриманих результатів.

У роботі одержані нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності забезпечують вирішення актуальної проблеми гарантування нормативного часу межі вогнестійкості будівельних конструкцій під впливом температурного режиму пожежі шляхом розробки нової експериментально-розрахункової системи її оцінки. Наукова новизна полягає у розкритті закономірностей відтворення температурних полів та розрахунку на їхній основі міцності стиснених елементів несучих залізобетонних будівельних конструкцій при сумісному температурно-силовому впливі на основі експериментальних випробувань їхніх малогабаритних фрагментів у компактних вогневих печах.

У результаті отримані наступні наукові результати:

1. Розроблено та науково обґрунтовано експериментально-розрахункову систему оцінки вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій, що враховує сумісну дію силових та температурних навантажень, за рахунок поєднання експериментальних досліджень з температурного впливу на фрагменти елементів цих конструкцій у спеціальній універсальній малогабаритній 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 та враховує реальні розміри конструкцій.

2. Обґрунтовано обчислювальні алгоритми інтерполяції для відновлення температурних полів у несучих залізобетонних будівельних конструкціях за показниками температури в певних точках всередині конструкцій під час вогневих випробувань, що дозволило визначити більш ефективну схему

розташування термопар у перерізах фрагментів несучих залізобетонних будівельних конструкцій.

3. Встановлено закономірність залежності дисперсії температур у камері вогневої печі (S^2) від об'єму її камери (V), відстань від пальників до поверхні досліджуваного фрагменту несучої залізобетонної будівельної конструкції (l) та висоти на якій знаходиться отвір для виходу продуктів горіння (h), у вигляді:

$$S^2 = 4221 + 4133 \cdot h - 2555 \cdot l - 1220 \cdot V - 800 \cdot V \cdot l - 5513 \cdot V \cdot h - 5150 \cdot l \cdot h + 7875 \cdot V \cdot l \cdot h,$$

що дозволило обґрунтувати конфігурацію універсальної експериментальної установки для проведення вогневих випробувань.

4. Набуло подальшого розвитку 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 та перенесення результатів на реальні розміри навантажених елементів за допомогою розрахунків.

5. Удосконалено науково-методичну базу у галузі пожежної безпеки на будівельних об'єктах для більш точного оцінюванні вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій, шляхом оптимізації елементів загальної системи та спрощення засобів проведення вогневих випробувань за рахунок використання малогабаритних вогневих печей, що забезпечують відтворюваність експериментальних досліджень.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій підтвержені 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.

Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність досліджень полягає у розробці експериментально-розрахункової системи оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій шляхом поєднання проведення вогневих випробувань в малогабаритних установках без навантаження та розрахункових методик, що його враховує, і, як результат має меншу вартість і трудомісткість у порівнянні існуючими методами.

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.

Отримані від організацій акти впровадження засвідчують прикладну актуальність дослідження в умовах сьогодення.

Характеристика змісту дисертаційної роботи.

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 проаналізовано сучасні підходи до оцінювання вогнестійкості елементів будівельних конструкцій та окреслено актуальні наукові напрями.

У другому розділі досліджено закономірності зміни температурних полів у перерізах несучих залізобетонних будівельних конструкцій, обґрунтовано схеми інтерполяції температурних розподілів для основних несучих будівельних конструкцій.

У третьому розділі обґрунтовано параметри камери вогневої печі та розміщення її ключових елементів.

У четвертому розділі 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.

У п'ятому розділі описані результати 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 представлено комплекс методик обчислення несучої здатності елементів залізобетонних будівельних конструкцій за результатами відновлення температурних полів у їхніх перерізах.

У сьомому розділі узагальнено наукові результати, створено систему оцінювання вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій, що зважає на спільну дію механічного й теплового навантаження.

Висновки засвідчують виконання всіх поставлених задач дослідження та характеризуються єдністю змісту.

У дисертації відсутній академічний плагіат, фабрикації чи фальсифікації.

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

Кількість та обсяг наукових праць, опублікованих за матеріалами дисертації, відповідають Наказу МОН України № 1220 від 23 вересня 2019 року “Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”.

Основні положення й наукові результати дисертації викладено в 69 опублікованих працях, серед яких: 4 статті, проіндексовані у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection; 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.

Зауваження.

1. Під час оцінювання вогнестійкості несучих колон та стін у якості ознаки настання граничного стану втрати несучої здатності використаний критерій критичного поздовжнього переміщення, але не було взято до уваги поперечне переміщення та критичні значення наростання їхніх швидкостей. Це може призвести до помилкового визначення моменту настання граничного стану втрати несучої здатності.

2. Під час проведення експериментальних досліджень з оцінювання вогнестійкості несучих колон та балок відбувалося вимірювання температур тільки в одному поперечному перерізі, хоча для більшої достовірності потрібно було б провести вимірювання не менше ніж у трьох перерізах зразків.

3. Не зрозуміло яким чином було досліджено питання нагрівання фрагменту залізобетонної балки у модульній малогабаритній вогневій печі у вертикальному, а не горизонтальному положенні та як це впливає на адекватність результатів експериментальних досліджень.

4. Залишилось відкритим питання чи можливо випробувати фрагменти залізобетонних плит у вертикальному положенні (аналогічно до балок), та яким чином це вплине на адекватність отриманих результатів експериментальних досліджень.

5. Вогневі випробування фрагментів залізобетонних конструкцій у малогабаритній модульній вогневій печі було проведено протягом 61-ї хвилини, але немає обґрунтування щодо необхідної тривалості зазначених випробувань.

6. Фрагменти залізобетонних будівельних конструкцій для проведення експериментальних досліджень було виготовлено за технологією, описаною в розділі 5. Не зрозуміло, як вплине на результати експериментальних досліджень зміна технології їхнього виготовлення.

7. На загальній схемі малогабаритної установки для дослідження

теплового впливу пожежі на будівельні конструкції (рис. 4.5) не вказано де саме розміщено інтегрований модуль аналого-цифрового перетворення сигналу термопар.

8. Загальний висновок та оцінка дисертації.

У дисертації вирішено важливу науково-технічну проблему пожежної безпеки щодо гарантування нормативного часу межі вогнестійкості будівельних конструкцій під впливом температурного режиму пожежі через розроблення нової експериментально-розрахункової системи її оцінювання з використанням малогабаритних модульних вогневих печей. Дисертація відповідає вимогам п. 6, 7, 8, 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 року № 1197, а її автор, НУЯНЗІН Олександр Михайлович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 — пожежна безпека.

Опонент:

Начальник кафедри цивільного захисту

та протимінної діяльності

навчально-наукового інституту цивільного захисту

Львівського державного університету

безпеки життєдіяльності

доктор технічних наук, доцент



Роман ЯКОВЧУК

