

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 64.707.080
Національного університету
цивільного захисту України,
д.т.н., професору Кириченко О. В.
м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8
18034

ВІДГУК

офіційного опонента

кандидата технічних наук, доцента МАЛАДИКИ Ігоря Григоровича
на дисертаційну роботу СТЕПАНЕНКА Віталія Олександровича
«Удосконалення методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з
гофрованим профілем», поданої на здобуття наукового ступеня доктора
філософії у галузі знань 26 – Цивільна безпека
за спеціальністю 261 – Пожежна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Сталезалізобетонні плити з гофрованим профілем застосовуються у сучасному будівництві завдяки поєднанню високих міцнісних характеристик, жорсткості та конструктивної ефективності матеріалів, з яких вони виготовлені. Проте особливості їхньої композитної структури, варіативність типорозмірів та складність взаємодії між елементами зумовлюють істотні труднощі при оцінюванні вогнестійкості таких конструкцій.

На сьогоднішній день основним інструментом визначення меж вогнестійкості сталезалізобетонних плит залишаються розрахункові методи. Однак наявні методики не завжди забезпечують достатню точність результатів, що обмежує можливості їх ефективного застосування в практиці проєктування та експлуатації об'єктів.

Проблема ускладнюється й тим, що в умовах України спостерігається обмежений доступ до великогабаритних вогневих печей, необхідних для проведення повномасштабних експериментальних випробувань будівельних конструкцій. Така ситуація актуалізує потребу в удосконаленні методів оцінки вогнестійкості, орієнтованих на використання малогабаритних випробувальних установок, що дозволяють отримувати достовірні експериментальні дані без значних логістичних витрат.

Отже, розроблення удосконаленого методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем з урахуванням можливостей малогабаритного випробувального обладнання є своєчасним та науково обґрунтованим завданням.

Структура дисертації та її обсяг

Дисертаційна робота включає анотацію, зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг роботи

становить 186 сторінок, з яких 162 сторінки припадають на основний текст, робота містить 9 таблиць, 44 рисунки, список використаних джерел із 105 позицій займає 13 сторінок, а також 2 додатки обсягом 9 сторінок.

Огляд змісту дисертаційної роботи

У вступі наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми, визначено її зв'язок із науковими програмами та планами, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, зазначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, окреслено особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію та публікації, а також структуру та обсяг дисертації.

Перший розділ присвячено аналізу сучасних підходів до оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит, зокрема з гофрованим профілем. Розглянуто як експериментальні, так і розрахункові методи, що застосовуються в Україні та за кордоном. Виокремлено проблеми точності, складності та високої вартості існуючих методик, обґрунтовано потребу удосконалення підходів до визначення межі вогнестійкості з урахуванням реальної конструкції, умов пожежі та впливу механічного навантаження, а також сформульовано мету та завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі проведено дослідження теплових процесів у сталезалізобетонних плитах під дією пожежі з використанням методів комп'ютерного моделювання в CFD-програмних комплексах. Проаналізовано особливості побудови обчислювальних сіток, вибору граничних умов та формування конфігурацій моделей. Моделювання різних сценаріїв теплового впливу дозволило встановити закономірності розподілу температур у перерізах плит та визначити їхню теплотехнічну поведінку.

Третій розділ присвячено розробці експериментальної методики проведення вогневих випробувань фрагментів плит у малогабаритній вогневій установці. Визначено параметри печі, конфігурацію нагріву, характеристики датчиків та способи монтажу зразків. Описано процес виготовлення та витримування фрагментів плит, проведення експерименту та отримані результати температурних вимірювань у контрольних точках, які стали основою для розрахунків. Результати підтвердили доцільність використання спрощеної моделі випробувань для оцінювання вогнестійкості.

У четвертому розділі запропоновано удосконалену методику оцінювання вогнестійкості плит на основі побудови температурного поля за даними точкових вимірювань у малогабаритній вогневій печі. Методика враховує геометрію профілю та нерівномірність нагріву без повномасштабних випробувань, підтверджено відповідність температурного режиму стандартній пожежній кривій та незначний вплив орієнтації плити на результати, а також зменшення потреби в вимірювальному обладнанні на 30 %. Встановлено межу вогнестійкості за критерієм несучої здатності (239 хвилин), що підтверджено чисельним аналізом і даними наукових джерел, що дозволяє рекомендувати методику для практичного застосування.

П'ятий розділ містить покроковий 9-етапний алгоритм оцінювання

межі вогнестійкості, що поєднує експериментальні та чисельні методи. Представлено удосконалену схему реалізації методики з урахуванням конструктивних особливостей зразка та теплових умов, обґрунтовано оптимальні параметри фрагментів, конфігурації установки, розміщення пальників та герметизації. Проведено розрахунок залишкової несучої здатності після впливу температурного режиму пожежі та визначено перелік обов'язкових експериментальних даних, рекомендовано застосування F-критерію Фішера для перевірки достовірності результатів.

У висновках узагальнено основні результати дослідження, підкреслено науково-обґрунтовані інженерно-технічні рішення та їхнє теоретичне й практичне значення для оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем. Зміст дисертації логічно і послідовно висвітлює етапність наукового дослідження, методи та результати, які представлені у загальних висновках та висновках до кожного розділу.

Обґрунтованість, достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій.

Достовірність і обґрунтованість отриманих результатів підтверджується аналізом сучасних наукових публікацій та вимог чинних нормативних документів щодо оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит; відповідністю застосованих методів поставлених меті та завданням дослідження; адекватністю та відтворюваністю експериментальних результатів; удосконаленням експериментально-розрахункового методу оцінювання межі вогнестійкості плит з гофрованим профілем відповідно до національних стандартів; а також апробацією та впровадженням результатів у практику.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розв'язанні актуальної науково-технічної задачі — вивченні закономірностей нагрівання та втрати міцності сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем за умов пожежі як наукового підґрунтя для удосконалення експериментально-розрахункового методу їх оцінювання. Запропоновано підхід, що враховує особливості теплопередачі багатошарових композитних матеріалів та передбачає застосування малогабаритних вогневих установок для локального нагрівання фрагментів без проведення повномасштабних випробувань, що є особливо актуальним в умовах післявоєнної відбудови та раціонального використання ресурсів.

Уперше встановлено:

- теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено, що за висоти ребер сталевих профілів до 52 мм рівномірність нагріву арматури в сталезалізобетонних плитах за умов стандартного пожежного температурного режиму не залежить від глибини та кроку гофрованої частини;

– доведено, що просторове положення плити (горизонтальне чи вертикальне) у малогабаритній вогневій печі не впливає суттєво на розподіл температурного поля та результати теплотехнічних випробувань, при цьому максимальне відхилення не перевищує 5 %.

Удосконалено:

– експериментально-розрахунковий метод визначення межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем з урахуванням специфіки теплопередачі в сталевому профілі та залізобетоні, геометрії гофрів, а також особливостей композитної взаємодії матеріалів; метод адаптовано до застосування у малогабаритних установках з подальшим перенесенням результатів на повномасштабні конструкції;

– підхід до інтерполяції експериментальних даних для побудови температурного поля в поперечному перерізі плити, що дозволяє зменшити кількість вимірювальних точок до 9 у плиті та 2 у печі, без втрати точності, з урахуванням геометрії профілю та схем армування;

– конструктивне рішення малогабаритної вогневої установки шляхом інтеграції елементів контролю температурного режиму та підвищення її енергоефективності, що сприяло покращенню якості прогріву, зниженню трудомісткості випробувань, а також підвищенню екологічності й економічності процесу.

Отримані результати сприяють подальшому розвитку експериментально-розрахункових методів оцінки межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем із врахуванням просторової структури гофрованої основи, що підвищує точність і достовірність визначення їх межі вогнестійкості.

Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні ефективної експериментально-розрахункової методики оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, що дозволило:

– зменшити обсяги повномасштабних вогневих випробувань за рахунок застосування малогабаритних вогневих установок без втрати точності оцінювання;

– адаптувати метод до різних типів плит із висотою ребер сталевих профілів до 52 мм з урахуванням реального армування, геометрії та умов теплового навантаження;

– підвищити точність визначення температурних полів та міцності елементів конструкції під час дії пожежі;

– інтегрувати методику у практику інженерних розрахунків із використанням ПЗ Mathcad та ANSYS для автоматизації процесу оцінювання межі вогнестійкості;

– удосконалити нормативно-технічну базу щодо випробувань та проектування залізобетонних конструкцій на вогнестійкість.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень реалізовані у нових технічних рішеннях:

- Система захисту модульних укриттів від зіткнень з автотранспортом (пат. 160549 Україна, № 202405340; заявл. 12.11.2024; опубл. 17.09.2025, Бюл. № 38, 120 с.).

Отримані результати впроваджено:

- у діяльність ТОВ «Інженерно-проектно-виробнича компанія «Спецзахист», де розроблені новації застосовуються для проведення випробувань та оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит із гофрованим профілем, зокрема під час будівництва об'єктів критичної інфраструктури та захисних споруд цивільного захисту;

- у роботу 3 Спеціалізованого центру швидкого реагування ДСНС України завдяки розробленому алгоритму застосування методики, включаючи підготовку зразків, проведення випробувань, обробку даних інтерполяції, розрахунок міцності та перевірку точності результатів шляхом порівняння з науковими джерелами та експериментальними даними;

- в освітній процес Національного університету цивільного захисту України, що підвищує якість лекційних і практичних занять для здобувачів вищої освіти.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях

Результати проведеного дослідження відображені у дисертаційній роботі та опубліковані в 16 наукових працях: зокрема, 4 статті — у наукових фахових періодичних виданнях України, 2 публікації індексуються в наукометричній базі Scopus, 1 патент на корисну модель та 9 тез доповідей на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Представлена дисертаційна робота є одноосібно виконаною кваліфікаційною науковою працею. Вона написана зрозумілою для фахівців у галузі цивільної безпеки мовою та належним чином оформлена. У кінці кожного розділу наведено відповідні висновки. Стиль викладу, мова та оформлення відповідають вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії і демонструють здатність автора стисло та чітко викладати теоретичні та практичні результати наукового дослідження.

Зауваження до дисертації

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід зазначити на деякі зауваження:

1. У третьому та четвертому розділах описано методику проведення експериментальних досліджень та комп'ютерного моделювання, проте відкритим залишилось питання щодо враховування ослаблення зчеплення арматури та сталевго профілю з бетоном під час застосування експериментально-розрахункового методу з оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит.

2. Під час створення методики проведення експериментальних досліджень (третій розділ дисертації) не розкритим залишилось питання щодо впливу погодних умов на результати експериментальних досліджень з нагрівання сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем.

3. З тексту дисертації незрозуміло, чи можуть бути використані результати експериментальних досліджень з нагрівання сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, що проводилися менше необхідного часу для відповідної ступені вогнестійкості, згідно з вимогами ДБН В 1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», для проведення розрахунку з оцінювання вогнестійкості за удосконаленим методом.

4. Дисертацію доцільно було б доповнити розрахунком економічного ефекту від запропонованих вдосконалень.

Проте, зазначені вище зауваження не є принциповими і в цілому не знижують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

Дисертаційна робота СТЕПАНЕНКА Віталія Олександровича «Удосконалення методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем» є завершеною науковою роботою в галузі цивільна безпека. Рівень вирішення поставлених в роботі завдань свідчить, що здобувач в повній мірі володіє методологією наукової діяльності та сформувався як дослідник.

Таким чином, дисертаційна робота відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 року № 44, а її автор СТЕПАНЕНКО Віталій Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри геодезії, землеустрою,
будівельних конструкцій та безпеки
життєдіяльності факультету технологій,
будівництва та раціонального
природокористування Черкаського
державного технологічного університету
кандидат технічних наук, доцент

Ігор МАЛАДИКА

