

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

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора КОСТЕНКА Віктора Климентовича 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. У сучасній будівельній практиці дедалі ширше застосовуються сталезалізобетонні плити з гофрованим профілем, які поєднують конструктивні переваги сталі та залізобетону. Водночас визначення їхньої вогнестійкості переважно здійснюється розрахунковими способами, що через композитний характер цих елементів і значну різноманітність їхніх конструктивних рішень часто не забезпечує достатньої точності результатів. Це ускладнює досягнення нормативних вимог пожежної безпеки будівель і ефективну роботу рятувальних підрозділів у надзвичайних ситуаціях.

Особливої значущості ця проблема набуває за умов обмеженої доступності великогабаритних вогневих печей для експериментального визначення вогнестійкості конструкцій у різних регіонах України. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні методик, пристосованих до використання малогабаритних вогневих установок, які дають змогу проводити випробування без необхідності транспортування зразків на значні відстані.

Огляд наукових праць провідних фахівців у сфері вогнестійкості будівельних конструкцій засвідчує суттєвий прогрес у розробленні підходів до визначення межі вогнестійкості залізобетонних і сталезалізобетонних елементів. Проте застосування наявних методик не гарантує високої точності результатів через анізотропний характер процесів у залізобетоні та обмеженість спрощених розрахункових схем.

Отже, вдосконалення способів оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем із використанням малогабаритних вогневих печей є актуальним науковим завданням, реалізація якого сприятиме підвищенню достовірності результатів випробувань і, відповідно, надійності таких конструкцій.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження галузі знань та паспорту спеціальності. Метою дисертаційного дослідження є встановлення закономірностей процесів нагрівання та зниження міцності сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем в умовах пожежі як наукової основи для вдосконалення експериментально-розрахункового методу їх

оцінювання.

Для реалізації поставленої мети в дисертаційній роботі сформульовано та розв'язано такі завдання:

1. Проаналізувати сучасні експериментальні й розрахункові підходи до оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит, визначити їхні переваги та недоліки, а також обґрунтувати науково-практичні передумови розроблення вдосконаленої методики оцінювання вогнестійкості.

2. Розробити комп'ютерні моделі процесів тепломасообміну в сталезалізобетонних плитах з гофрованим профілем під дією пожежі та описати алгоритм моделювання теплового впливу на конструкції у вогневих печах із використанням CFD-програмних комплексів.

3. Створити методику й виконати експериментальні дослідження нагрівання фрагментів сталезалізобетонних плит у малогабаритній вогневій печі за стандартним температурним режимом пожежі, а також узагальнити результати температурних вимірювань у контрольних точках.

4. Обґрунтувати розрахункову складову методу визначення межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем шляхом розроблення алгоритму обчислення температурних полів усередині конструкції на основі точкових експериментальних вимірювань.

5. Сформулювати алгоритм інтеграції експериментальних і розрахункових даних у метод оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем та обґрунтувати подальший розрахунок їхньої несучої здатності з урахуванням реальних геометричних параметрів, просторової орієнтації та прикладеного навантаження.

Об'єкт дослідження – процеси нагрівання та деформації елементів сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем у ході оцінювання їхньої вогнестійкості.

Предмет дослідження – експериментально-розрахунковий метод оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем на основі нагрівання фрагментів у малогабаритних вогневих печах.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями дослідження дисертаційна робота відповідає галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Аналіз змісту дисертації. Робота містить анотацію, зміст, вступ, п'ять розділів, висновки, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 186 сторінок, з них основного тексту 162 сторінки, 9 таблиць, 44 рисунки, список використаних джерел містить 105 найменувань та займає 13 сторінок, а також 2 додатка на 9 сторінках.

У вступі наведено загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано актуальність обраної теми, висвітлено зв'язок дослідження з науковими програмами, планами й темами, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, окреслено особистий внесок здобувача, подано відомості про апробацію результатів, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі здійснено аналіз сучасних підходів до оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит, зокрема конструкцій із гофрованим профілем. Розглянуто експериментальні та розрахункові методи, що застосовуються в Україні та за кордоном, визначено їхні переваги й обмеження з

погляду точності, складності реалізації та вартості. Обґрунтовано необхідність удосконалення існуючих методик з урахуванням конструктивних особливостей плит, умов пожежі та впливу механічного навантаження. Сформульовано мету й завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі досліджено теплові процеси, що відбуваються у сталезалізобетонних плитах з гофрованим профілем під дією пожежі. Для цього використано методи комп'ютерного моделювання у CFD-програмних комплексах. Проаналізовано особливості побудови обчислювальних сіток, задання граничних умов і формування конфігурації моделей. Проведено моделювання температурного впливу за різних сценаріїв, що дало змогу встановити закономірності розподілу температур у поперечних перерізах плит і зробити висновки щодо їхньої теплотехнічної поведінки.

У третьому розділі розроблено експериментальну методику проведення вогневих випробувань фрагментів сталезалізобетонних плит у спеціально створеній малогабаритній вогневій установці. Визначено вимоги до параметрів печі, схеми нагріву, характеристик датчиків і способів монтажу зразків. Описано технологію виготовлення фрагментів плит, умови їх витримання та процес нагрівання. Наведено результати експериментів і зафіксовано температурні значення в контрольних точках перерізу, що стало основою для подальших розрахунків. Отримані дані підтвердили доцільність застосування спрощеної схеми випробувань для дослідження вогнестійкості.

У четвертому розділі представлено вдосконалену методику оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит, яка передбачає побудову температурного поля за результатами точкових вимірювань у малогабаритній вогневій печі. Запропонований підхід дозволяє враховувати особливості гофрованого профілю та нерівномірність нагріву без необхідності повномасштабних випробувань. Підтверджено відповідність температурного режиму стандартній пожежній кривій, незначний вплив орієнтації плити на результати та можливість зменшення кількості вимірювального обладнання на 30 %. Визначено межу вогнестійкості за критерієм несучої здатності (239 хв), що узгоджується з чисельними розрахунками та літературними даними.

У п'ятому розділі запропоновано покроковий алгоритм із дев'яти етапів для оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, який поєднує експериментальні та чисельні методи. Розроблено удосконалену схему реалізації методики з використанням малогабаритної печі з урахуванням конструктивних особливостей зразка та теплових умов. Обґрунтовано оптимальні розміри фрагментів, конфігурацію установки, розміщення пальників і вимоги до герметизації. Виконано розрахунок залишкової несучої здатності після пожежного впливу, що підтвердив ефективність запропонованого підходу. Визначено перелік обов'язкових експериментальних даних і рекомендовано застосування F-критерію Фішера для перевірки достовірності результатів.

У висновках узагальнено основні результати дослідження у вигляді обґрунтованих положень. Отримані здобувачем інженерно-технічні рішення мають важливе теоретичне й практичне значення для оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем.

Зміст дисертації логічно та послідовно відображає етапи наукового дослідження, подає методи виконання роботи й узагальнення результатів, які наведено в загальних висновках і висновках до окремих розділів.

Обґрунтованість, достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій. Підтверджено аналізом актуальних наукових публікацій і нормативних документів, відповідністю застосованих методів поставленій меті, достовірністю експериментальних результатів, удосконаленням експериментально-розрахункової методики відповідно до чинних стандартів, а також апробацією та практичним упровадженням результатів.

Наукова новизна роботи. Полягає у вирішенні актуального науково-технічного завдання щодо встановлення закономірностей нагрівання та втрати міцності сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем в умовах пожежі як основи для вдосконалення експериментально-розрахункового методу оцінювання їх вогнестійкості. Запропоновано підхід, що враховує особливості теплопередачі в багатошарових матеріалах і дозволяє використовувати малогабаритні вогневі установки для локального нагрівання фрагментів без проведення повномасштабних випробувань, що є важливим у контексті післявоєнної відбудови та раціонального використання ресурсів.

Основні наукові результати:

Уперше:

- теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено, що при висоті ребер сталевго профілю до 52 мм рівномірність прогріву арматури не залежить від глибини та кроку гофрування;

- встановлено, що орієнтація плити (горизонтальна чи вертикальна) не впливає на рівномірність температурного поля по поверхні гофрованого профілю, а максимальне відхилення не перевищує 5 %.

Удосконалено:

- експериментально-розрахунковий метод оцінювання межі вогнестійкості з урахуванням особливостей теплопередачі у сталевому профілі та залізобетоні;

- підхід до моделювання температурного поля з використанням інтерполяції експериментальних даних, що дозволяє зменшити кількість точок контролю температури;

- конструкцію малогабаритної вогневої установки з підвищенням енергоефективності, екологічності та якості нагріву.

Подальшого розвитку набули експериментально-розрахункові методи оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з урахуванням просторової структури гофрованого профілю.

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні ефективної експериментально-розрахункової методики оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем. Запропонований підхід дає змогу скоротити обсяги повномасштабних вогневих випробувань шляхом застосування малогабаритних вогневих установок без зниження точності оцінювання. Методика адаптована до різних типів плит у діапазоні висоти ребер сталевго профілю до 52 мм з урахуванням фактичного армування, геометричних параметрів і умов теплового навантаження. Вона забезпечує підвищення точності розрахунку температурних полів і міцності елементів конструкцій під час пожежі, а також інтегрується у практику інженерних розрахунків із використанням програмних комплексів Mathcad та ANSYS, що сприяє автоматизації процесу визначення межі вогнестійкості. Крім того, результати дослідження можуть бути використані для удосконалення нормативно-технічної бази з питань випробувань і проектування

залізобетонних конструкцій на вогнестійкість.

Результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень реалізовано у нових технічних рішеннях, зокрема в корисній моделі:

– Система захисту модульних укриттів від зіткнень з автотранспортом: пат. 160549 Україна, № 202405340; заявл. 12.11.2024; опубл. 17.09.2025, Бюл. № 38.

Результати дослідження впроваджено:

– у діяльність ТОВ «Інженерно-проектно-виробнича компанія «Спецзахист», де запропоновані рішення використовуються під час проведення випробувань і оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, зокрема при будівництві об'єктів критичної інфраструктури та захисних споруд цивільного захисту (акт упровадження від 30.09.2025);

– у роботу 3-го Спеціалізованого центру швидкого реагування ДСНС України шляхом застосування розробленого алгоритму удосконаленої експериментально-розрахункової методики, що охоплює підготовку зразків, проведення випробувань, обробку результатів інтерполяції, розрахунок міцності та валідацію достовірності даних на основі зіставлення з науковими джерелами й експериментальними результатами (акт упровадження від 02.10.2025);

– в освітній процес Національного університету цивільного захисту України, що сприяє підвищенню якості лекційних і практичних занять для здобувачів вищої освіти (акт упровадження від 14.10.2025).

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати досліджень висвітлено у дисертації, опубліковано в 16 наукових працях: 4 статті у наукових фахових періодичних виданнях України, 2 публікації, що індексуються в наукометричній базі Scopus, 1 патент на корисну модель та 9 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях.

Подана на розгляд дисертаційна робота є одноосібно виконаним кваліфікаційним науковим дослідженням. Текст дисертації викладено зрозумілою для фахівців у галузі цивільної безпеки мовою та оформлено відповідно до встановлених вимог. Наприкінці кожного розділу наведено обґрунтовані висновки. Стиль викладу, мова та структура роботи відповідають вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії та свідчать про здатність автора чітко й лаконічно представити теоретичні й практичні результати наукового дослідження.

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

1. З тексту дисертації не зрозуміло, яким чином було перевірено адекватність інтерполяції температурних даних точкових замірів температури?

2. Відкритим залишилось питання про переваги та недоліки використання газоподібного (пропан-бутану), а не рідкого палива (гас, мазут).

3. Під час розрахунку напружено-деформованого стану залізобетону під час дії стандартного температурного режиму пожежі доцільно було б врахувати ослаблення зчеплення арматури з бетоном.

4. Відкритим залишилось питання чи запропонована малогабаритна вогнева установка дозволяє повністю відмовитися від стандартних вогневих печей, а також чи існують винятки коли потрібно використовувати стандартні печі?

У цілому зазначені недоліки носять дискусійний характер та не зменшують цінності та вірогідності отриманих у дисертаційній роботі положень, висновків і

рекомендацій.

Загальна оцінка дисертаційної роботи. У цілому розглянута дисертаційна робота «Удосконалення методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем» є закінченою науковою роботою, у якій вирішено важливе наукове завдання у галузі пожежної безпеки. Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12 січня 2017 року № 40 та 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 природоохоронної
діяльності навчально-наукового інституту
гірництва та геоінженерії

Державного вищого навчального закладу

«Донецький національний технічний університет»



Віктор КОСТЕНКО

Підпис д.т.н., проф., зав.каф.ПД ДВНЗ «ДонНТУ» КОСТЕНКА В.К. підтверджую.

Проректор з наукової роботи ДВНЗ «ДонНТУ»

Ольга ПОПОВА

