

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію СТЕПАНЕНКА Віталія Олександровича «Удосконалення методу оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 – цивільна безпека, за спеціальністю 261 – пожежна безпека

Актуальність теми дисертації.

У сучасному будівництві все ширше застосовуються сталезалізобетонні плити з гофрованим профілем, які поєднують конструктивні переваги сталі та залізобетону. Водночас оцінка їхньої вогнестійкості переважно здійснюється розрахунковими методами, що, з огляду на композитну структуру плит та значну варіативність їхніх конструкцій, часто не забезпечує достатньо точних результатів. Це ускладнює дотримання нормативних вимог пожежної безпеки об'єктів та ефективне реагування рятувальних служб у надзвичайних ситуаціях.

Особливо актуальним це завдання стає за умов обмеженого доступу до великогабаритних вогневих печей, необхідних для експериментального визначення вогнестійкості конструкцій у різних регіонах України. Це зумовлює потребу в розробленні методик, пристосованих до використання малогабаритних вогневих установок, що дозволяють проводити випробування без транспортування зразків на великі відстані.

Аналіз наукових праць провідних дослідників у галузі вогнестійкості будівельних конструкцій, зокрема С. В. Поздєєва, О. М. Нуянзіна, П. Г. Круковського, В. В. Ніжника, В. Bartelemi, T. Harmathy та інших, свідчить про значний прогрес у створенні методів визначення межі вогнестійкості залізобетонних та сталезалізобетонних елементів. Водночас існуючі методики не завжди забезпечують високу достовірність результатів, що пояснюється анізотропністю процесів у залізобетоні та обмеженнями спрощених розрахункових моделей.

Отже, удосконалення методів оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем із використанням малогабаритних вогневих печей є актуальним науковим завданням, реалізація якого сприятиме підвищенню точності оцінювання та надійності таких конструкцій.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. 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. Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам постанови КМУ від 12 січня 2022 № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої

вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій роботи. Виконано аналіз сучасних підходів до оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем, зокрема як експериментальних, так і розрахункових методів, що застосовуються в Україні та за кордоном. Виокремлено проблеми, пов'язані з точністю, складністю та вартістю існуючих методик, та обґрунтовано необхідність удосконалення підходів із врахуванням особливостей реальних конструкцій, умов пожежі та впливу механічного навантаження.

Проведено дослідження теплових процесів у сталезалізобетонних плитах під впливом пожежі за допомогою комп'ютерного моделювання в CFD-програмних комплексах. Проаналізовано побудову обчислювальних сіток, вибір граничних умов та конфігурацію моделей, що дозволило визначити закономірності розподілу температур у перерізах плит і зробити висновки про їхню теплотехнічну поведінку.

Розроблено експериментальну методику випробувань фрагментів плит у малогабаритній вогневій установці, визначено параметри печі, конфігурацію нагріву, характеристики датчиків та способи монтажу зразків. Проведено експерименти та зафіксовано температурні значення у контрольних точках, що слугувало основою для подальших розрахунків. Отримані дані підтвердили доцільність використання спрощеної моделі випробувань для оцінки вогнестійкості.

Запропоновано вдосконалену методику побудови температурного поля за даними точкових вимірювань у малогабаритній вогневій печі, що дозволяє враховувати нерівномірність нагріву та особливості профілю плити без повномасштабних випробувань. Підтверджено відповідність температурного режиму стандартній пожежній кривій, мінімальний вплив орієнтації плити на результати та скорочення потреби у вимірювальному обладнанні на 30 %. Межу вогнестійкості визначено за критерієм несучої здатності (239 хвилин), що збігається з даними з наукових джерел, що дозволяє рекомендувати методику для практичного застосування.

Розроблено покроковий 9-етапний алгоритм оцінювання межі вогнестійкості, який інтегрує експериментальні та чисельні методи. Обґрунтовано оптимальні параметри розмірів фрагментів, конфігурації установки, розміщення пальників та ущільнення для герметичності. Проведено розрахунок залишкової несучої здатності після впливу пожежі та визначено перелік обов'язкових експериментальних даних для подальших розрахунків із використанням F-критерію Фішера для перевірки достовірності результатів.

Узагальнено основні результати дослідження, що підтверджено аналізом актуальних наукових публікацій та вимог нормативних документів, відповідністю методів поставленій меті, адекватністю та відтворюваністю експериментальних даних, удосконаленням експериментально-розрахункового методу відповідно до національних

стандартів та апробацією та практичним впровадженням результатів.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження галузі знань та паспорту спеціальності. Мета дисертаційного дослідження – виявлення закономірностей нагрівання та втрати міцності сталезалізобетонними плитами з гофрованим профілем за умов пожежі як наукового підґрунтя для удосконалення експериментально-розрахункового методу оцінювання їхньої вогнестійкості.

Для досягнення мети були поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасні експериментальні та розрахункові методи оцінювання вогнестійкості сталезалізобетонних плит, виявити їхні переваги та обмеження, визначити науково-практичні передумови для розробки удосконаленої методики.

2. Створити комп’ютерні моделі процесів тепломасообміну у сталезалізобетонних плитах з гофрованим профілем під впливом пожежі та описати алгоритм побудови таких моделей у CFD-програмних комплексах.

3. Розробити методику та провести експериментальні дослідження нагрівання фрагментів плит у малогабаритній вогневій печі за стандартним температурним режимом пожежі, систематизувати результати температурних вимірювань у контрольних точках.

4. Обґрунтувати розрахункову частину методу оцінювання межі вогнестійкості шляхом створення алгоритму визначення температурних полів усередині конструкції на основі експериментальних даних.

5. Розробити алгоритм інтегрування експериментальних та розрахункових даних у метод оцінювання межі вогнестійкості плит і обґрунтувати подальший розрахунок несучої здатності з урахуванням геометричних розмірів, просторової орієнтації та прикладеного навантаження.

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

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

Дисертаційна робота відповідає галузі знань 26 – цивільна безпека, за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Практичне значення отриманих результатів. Наукова новизна дослідження полягає у розробленні ефективної експериментально-розрахункової методики оцінювання межі вогнестійкості сталезалізобетонних плит з гофрованим профілем. Методика дозволяє:

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

– адаптувати оцінку до різних типів плит у діапазоні ребер сталевого профілю до 52 мм з урахуванням фактичного армування, геометрії та умов теплового навантаження;

- підвищити точність розрахунку температурних полів та міцності елементів конструкції під час пожежі;
- інтегрувати методику у практику інженерних розрахунків із застосуванням ПЗ Mathcad та ANSYS, що забезпечує автоматизацію процесу визначення межі вогнестійкості;
- удосконалити нормативно-технічну базу щодо випробувань та проектування залізобетонних конструкцій на вогнестійкість.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень реалізовані у нових технічних рішеннях:

Система захисту модульних укриттів від зіткнень з автотранспортом (патент України № 202405340; заявка 12.11.2024; опубл. 17.09.2025, Бюл. № 38, 120 с.).

Результати дослідження впроваджено в:

- діяльність ТОВ «Інженерно-проектно-виробнича компанія «Спецзахист», де розроблені новації використовуються для проведення та оцінки вогнестійкості сталезалізобетонних плит під час будівництва об'єктів критичної інфраструктури та захисних споруд цивільного захисту (акт упровадження від 30.09.2025);
- роботу З Спеціалізованого центру швидкого реагування ДСНС України, завдяки розробленому алгоритму застосування удосконаленої експериментально-розвиненої методики, включаючи підготовку зразків, проведення випробувань, обробку даних, розрахунок міцності та валідацію результатів (акт упровадження від 02.10.2025);
- освітній процес Національного університету цивільного захисту України, що підвищує якість лекційних і практичних занять для здобувачів вищої освіти (акт упровадження від 14.10.2025).

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

1. У дисертації зазначено, що позитивний економічний ефект застосування запропонованого методу досягнуто за рахунок зниження трудомісткості, але не розкрито даний термін.
2. Відкритим залишилося питання чи запропонована малогабаритна вогнева установка дозволяє повністю відмовитися від стандартних вогневих печей, а також чи існують винятки коли потрібно використовувати стандартні печі?
3. У дисертації відсутнє обґрунтування відмови від використання стандартної методики планування експериментальних досліджень.

Проте, зазначені зауваження не знижують значущості отриманих результатів дослідження та не впливають на загальну теоретичну і прикладну цінність дисертаційної роботи.

Загальна оцінка дисертації. 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 цивільної безпеки. Дисертація 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 рецензент:

Начальник науково-дослідної лабораторії
радіаційного, хімічного та біологічного захисту
навчально-наукового інституту інженерної та
спеціальної підготовки
Національного університету
цивільного захисту України
доктор технічних наук, професор



Максим КУСТОВ

